

ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE DETTA DEI XL  
HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI  
INAF - OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI BRERA  
PONTIFICIA UNIVERSITÀ GREGORIANA

EDIZIONE NAZIONALE  
DELLE OPERE E DELLA CORRISPONDENZA  
DI RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH

Volume XII  
Opere scientifiche  
Idraulica

**OPERE VARIE DI IDRAULICA**

introduzioni e cura di Maria Giulia Lugaresi  
con presentazione di Luigi Pepe

Commissione Scientifica Nazionale  
Istituita con D.M. 27 Aprile 2006 e successive integrazioni

2013



EDIZIONE NAZIONALE  
DELLE OPERE E DELLA CORRISPONDENZA  
DI RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH



## Commissione scientifica

- Presidente:** GIOVANNI FABRIZIO BIGNAMI  
(Presidente dell'Istituto Nazionale di Astrofisica)  
(Pontificia Università Gregoriana)
- Vicepresidente:** TOMMASO MACCACARO  
(INAF – Osservatorio Astronomico di Brera)
- Segretario:** EDOARDO PROVERBIO  
(INAF – Osservatorio Astronomico di Brera;  
S.I.A. – Società Italiana di Archeoastronomia)
- Tesoriere:** ELIO ANTONELLO  
(INAF – Osservatorio Astronomico di Brera;  
S.I.A. – Società Italiana di Archeoastronomia)

UGO BALDINI (Università degli Studi di Padova)  
FABIO BEVILACQUA (Università degli Studi di Pavia)  
VINCENZO CAPPELLETTI (Istituto di Studi Germanici)  
MARIO CARPINO (INAF – Osservatorio Astronomico di Brera)  
PAOLO CASINI (Università di Roma «La Sapienza»)  
EMILIA CHIANCONE (Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL)  
GUIDO CIMINO (Università di Roma «La Sapienza»)  
ŽARKO DADIĆ (Institute of the History and Philosophy of Science, Zagabria)  
FRANÇOIS XAVIER DUMORTIER (Pontificia Università Gregoriana)  
ALESSANDRA FIOCCA (Università degli Studi di Ferrara)  
PAOLO FREGUGLIA (Università degli Studi dell'Aquila)  
PAOLO GALLUZZI (Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze)  
LIVIA GIACARDI (Università degli Studi di Torino)  
GIOVANNI MICHELI (Università degli Studi di Milano)  
GIOVANNI PAOLONI (Università degli Studi della Tuscia, Viterbo)  
GIOVANNI PARESCHI (INAF – Osservatorio Astronomico di Brera)  
LUIGI PEPE (Università degli Studi di Ferrara)  
CLARA SILVIA ROERO (Università degli Studi di Torino)  
GIANCARLO SETTI (Università degli Studi di Bologna)  
RITA TOLOMEO (Università di Roma «La Sapienza»)  
MAURIZIO TORRINI (Università degli Studi di Napoli «Federico II»)  
PASQUALE TUCCI (Università degli Studi di Milano)



EDIZIONE NAZIONALE  
DELLE OPERE E DELLA CORRISPONDENZA  
DI RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH

Volume XII  
Opere scientifiche  
Idraulica

## **OPERE VARIE DI IDRAULICA**

introduzioni e cura di Maria Giulia Lugaresi  
con presentazione di Luigi Pepe

Enti patrocinatori dell'Edizione Nazionale delle Opere e della Corrispondenza di Ruggiero Giuseppe Boscovich:

- Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
- Accademia Croata di Scienze e Arti
- INAF – Osservatorio Astronomico di Brera
- Pontificia Università Gregoriana
- S.I.A. – Società Italiana di Archeoastronomia

**Copyright © 2013 Edizione Nazionale delle Opere e della Corrispondenza di Ruggiero Giuseppe Boscovich**

**Pubblicato nel 2013**

**Realizzazione: ALEXMA – Cinisello Balsamo (MI)  
per conto della Commissione Scientifica per l'Edizione Nazionale delle Opere  
e della Corrispondenza di Ruggiero Giuseppe Boscovich**

*Sede Legale e Operativa:* INAF - Osservatorio Astronomico di Brera  
via Brera 28, 20121 Milano

ISBN 978-88-96700-17-4

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge  
e a norma delle convenzioni internazionali



## Indice generale

Presentazione (di Luigi Pepe)	1
Premessa (di Maria Giulia Lugaresi)	5
Ruggiero Giuseppe Boscovich: Opere varie di idraulica	9
1. Lavori in Ancona	11
2. Progetto per un porto a Maccarese	33
3. Passonate a Fiumicino	43
4. Il Tevere a Ponte Felice	79
5. Sul porto di Magnavacca	91
6. I congressi di Ripafratta	101
7. Parere su un porto a Viareggio	145
8. Lavori sul Panaro presso Finale	161
9. Lettera a Clairaut	177
10. Le paludi pontine	185
11. Gli argini del Po vicino a Piacenza	217
12. Sul porto di Rimini	233
13. Lettera a Lecchi	291
14. Il torrente Caina nei dintorni di Perugia	313
15. La fontana del palazzo estense di Varese	347
16. Sul porto di Savona	355
17. Sulla foce dell'Adige	393
18. Parere su una relazione di Ximenes	411
19. Scrittura sul nuovo Ozzeri	443
20. Le cateratte sull'Ozzeri	467
<i>Apparati</i>	475
Alcune unità di misura	477
Piccolo vocabolario di idraulica fluviale	481
Bibliografia	485
Indice dei nomi	499



## PRESENTAZIONE

Verso la metà del Settecento il calcolo differenziale e integrale fu strutturato in una disciplina autonoma: l'analisi infinitesimale, che trovava la sua più felice espressione nella trattatistica euleriana: *Introductio in analysin infinitorum* (1748), *Institutiones calculi differentialis* (1755) e *Institutiones calculi integralis* (1768-70). Anche per quello che riguardava il moto dei fluidi si tentò una strada analoga con una serie di opere di notevole importanza: Daniel Bernoulli, *Hydrodynamica* (1738), Johann Bernoulli, *Hydraulica* (in *Opera omnia*, 4, 1742), D'Alembert, *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides* (1744), D'Alembert, *Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides* (1752). Eulero in tre celebri memorie recuperò e ordinò in modo originale i risultati principali ottenuti in vent'anni di studi, sua è ad esempio la formulazione passata alla storia del "teorema di Bernoulli": *Principes généraux de l'état d'équilibre d'un fluide*, *Principes généraux du mouvement des fluides*, *Continuation des recherches sur la théorie du mouvement des fluides*. Esse furono composte nel 1755 e comparvero nelle *Mémoires* dell'Accademia di Berlino del 1757. Sono poi state ristampate nell'*Opera omnia* di Eulero (series II, vol. 12) con una lunga introduzione di Clifford Truesdell (1954).

Ma se l'assetto dato dall'analisi infinitesimale era largamente soddisfacente, anche se oscuri rimanevano i suoi fondamenti e in generale l'uso delle serie divergenti, per il moto delle acque si era ben lontani da una teoria che rendesse conto anche di fenomeni facilmente osservabili. Il caso che si riusciva a trattare bene era quello relativo ad un fluido perfetto che si muoveva in un tubo chiuso nell'ipotesi dello scorrimento parallelo delle sezioni, esso non aveva interesse pratico e così anche l'uso delle equazioni alle derivate parziali introdotte da d'Alembert ed Eulero. I Bernoulli, d'Alembert ed Eulero si proposero di estendere i loro risultati teorici all'idraulica fluviale. Eulero in particolare scrisse una memoria apposita: *Recherches sur le mouvement des rivières* (1760).

D'Alembert (1744) partiva dall'evocare il soccorso dell'esperienza per trattare il moto dei fluidi, ma considerava abbastanza inutile moltiplicare all'infinito gli studi particolari, per lo più resi vani da circostanze non chiare e privi della necessaria precisione. La strada era di formare un vero corpo di dottrine, per dedurre da esso una teoria certa

e luminosa. Eulero (1755) riteneva di essere riuscito nell'impresa: "Le sublimi ricerche sui fluidi dei Bernoulli, Clairaut e d'Alembert discendono così naturalmente dalle mie formule generali che non si saprebbe abbastanza ammirare quest'accordo delle loro profonde meditazioni con la semplicità dei principi, dai quali ho ricavato le mie due equazioni e ai quali sono stato condotto dai primi assiomi della meccanica". Tuttavia egli era consapevole dei limiti del suo lavoro che però indicava nell'imperfetto stato delle tecniche dell'analisi per trattare le equazioni dell'idrodinamica: "Noi siamo ancora lontani dalla conoscenza completa del moto dei fluidi e quello che ho spiegato non ne contiene che un debole inizio. Tuttavia tutto quello che la teoria dei fluidi racchiude è contenuto nelle mie due equazioni, in modo che non sono i principi della Meccanica che ci mancano per la continuazione di queste ricerche, ma unicamente l'analisi che non è ancora abbastanza coltivata per questo disegno; e tuttavia si vedono chiaramente quali scoperte ci restano ancora da fare in questa scienza, prima che noi possiamo arrivare a una Teoria più perfetta del moto dei fluidi". Eulero finì con il convincersi che trattare in modo esaustivo con le equazioni generali della meccanica dei fluidi casi concreti comportasse una difficoltà di calcolo tale che non si sarebbe mai superata.

Negli studi di idraulica fluviale l'Italia era stata all'avanguardia da oltre due secoli. Non erano ancora stati stampati i contributi di Leonardo da Vinci, ma le opere dei "galileiani": Benedetto Castelli, *Della misura dell'acque correnti* (1628), Evangelista Torricelli, *Opera geometrica* (1644), Famiano Michelini, *Della direzione dei fiumi* (1664) e sul finire del secolo di Domenico Guglielmini, *Della natura dei fiumi* (1697), avevano assicurato agli "italiani" un largo credito sull'argomento. Esso veniva consolidato dalle numerose memorie particolari sulla regolazione di vari fiumi, a cominciare dal Reno che scorreva senza più una foce dagli inizi del Seicento nei territori tra Ferrara e Bologna.

I metodi del calcolo differenziale che promossi da Leibniz si erano diffusi in Italia agli inizi del nuovo secolo portarono a nuovi contributi come quelli di Giovanni Poleni, *De motu aquae mixto* (1716), *De castellis* (1718) e dello stesso Jacob Hermann, che compose la sua *Phoronomia* (1716) durante gli anni di insegnamento all'Università di Padova. Il titolo di quest'opera indica però anche i limiti dell'indagine teorica degli italiani. La foronomia, nata per valutare la velocità di efflusso di un liquido da un vaso attraverso un piccolo foro, stimata da Torricelli proporzionale alla radice quadrata dell'altezza del liquido, era stata applicata da Guglielmini al moto delle acque arrivando all'affermazione errata che la velocità di scorrimento nei fiumi aumenta dall'alto verso il basso proporzionalmente alla radice quadrata delle profondità. La difficoltà di procedere a delle buone misurazioni consentì a questa "legge di Guglielmini" di sopravvivere per decenni e di venire accolta sia nella *Cyclopaedia* di Chambers, sia nella stessa *Encyclopédie* nell'articolo *Fleuve*, siglato da d'Alembert. Entrambe queste opere ebbero edizioni in Italia.

Tre anni dopo l'*Hydrodynamica* di Bernoulli uscì quella che può essere considerata un'autentica *Summa* dell'Idraulica in Italia: *Leggi e Fenomeni, regolazioni ed usi delle acque correnti* di Bernardino Zandrini (Venezia 1741). Le sue perizie idrauliche sulla diversione del Ronco e del Montone a Ravenna (1731), sulla sistemazione del territo-

rio lucchese tra Viareggio e il lago di Massaciuccoli (1735), sulla costruzione appena progettata dei murazzi per la difesa di Venezia provano ancora oggi il suo valore di tecnico e di progettista. Zandrini si era formato scientificamente a Padova e a Venezia con Poleni e Jacopo Riccati a contatto con Hermann e infatti fece largo uso nelle sue opere di metodi analitici e infinitesimali. Tra le sue letture c'erano autori inglesi come Newton, Cotes, Jurin e francesi come Mariotte, Varignon. Eppure le *Leggi* contengono un'ininterrotta polemica contro gli approcci teorici ai problemi del moto delle acque. Non si salva nemmeno Galileo, del quale viene messo in rilievo come durante la sua permanenza a Padova non gli sia stata mai chiesta una perizia in materia d'acque, nonostante i grandi lavori allora in esecuzione. Non si salva Castelli che oltre ad essere criticato sul piano teorico viene accusato di essersi pronunciato sulla diversione del Sile dalla laguna di Venezia senza averne ispezionato i luoghi. I lavori di Daniel Bernoulli, che era stato a Venezia negli anni giovanili e vi aveva pubblicato la sua prima opera *Exercitationes quaedam mathematicae* (1724), sono ampiamente criticati. La conclusione di Zandrini è che in materia d'acque tutte le risultanze teoriche devono essere sottoposte al vaglio di un'attenta considerazione delle situazioni concrete: per cui un'ispezione diretta del territorio è indispensabile. D'altra parte la pratica senza teoria è cieca e i periti sono invitati a leggere almeno le conclusioni delle sue considerazioni e a tenere presenti le note storiche che arricchiscono in modo essenziale, come esperienze del passato, le varie parti del suo libro. Boscovich facendo proprio questo punto di vista, si proponeva l'uso di qualche formula empirica adattandola alle situazioni concrete. La difficoltà maggiore, sia nell'uso di equazioni sia di formule empiriche, era costituita dal moto vorticoso che si presenta comunemente osservando lo scorrere delle acque nei fiumi e nei canali.

Quando Boscovich quindi veniva incaricato di numerose perizie idrauliche, in Italia non si era sollecitati dai progressi teorici di d'Alembert ed Eulero e si continuava a guardare alle situazioni concrete dei vari corsi d'acqua e dei loro territori, sui quali esisteva in vari casi un'abbondante letteratura in gran parte manoscritta. È il caso del corso del Reno e del Po di Ferrara, della laguna di Venezia, delle Paludi pontine, della Valle di Chiana, del lago di Bientina, per citare solo alcuni esempi. Il carattere comune di alcune problematiche e l'opportunità di studi comparativi avevano portato alla compilazione delle *Raccolte d'autori che trattano del moto dell'acque* che furono stampate a Firenze (1723, voll. 3; 1774, voll. 9) e della *Nuova Raccolta* a Parma (1766-68, voll. 7). Lagrange si espresse con notevole aderenza allo stato dell'arte, rispondendo ad Anton Maria Lorgna il 20 dicembre 1777. Questi gli aveva fatto pervenire la sua *Memoria intorno all'acque correnti* (Verona 1777); Lagrange dopo aver vagamente lodato il contributo dato ad una scienza necessaria, ma ancora imperfetta, nonostante i lavori ad essa dedicati, ricordava che egli aveva preso visione della *Raccolta di Parma* e l'aveva scorsa cercando di capire quanto si sapesse e quanto si credeva di sapere sulla scienza dei fiumi; ma aggiungeva: "Fatta eccezione per qualche principio generale la cui applicazione ha raramente luogo, non vi ho trovato che ragionamenti ed esperienze troppo vaghi per poter servire da fondamento ad una teoria rigorosa e

geometrica. Fin'ora è di questa scienza come della medicina pratica che, nonostante la sua estrema importanza e nonostante le belle scoperte che sono state fatte in Anatomia, in Chimica, in Storia Naturale ecc. non è più progredita dal tempo di Ippocrate, se anche non è regredita". Qualche anno dopo lo stesso Lagrange non mancava di dare un contributo teorico rilevante anche all'idrodinamica con la sua memoria *Sur la théorie du mouvement des fluides* (1781).

Un argomento come il moto delle acque, nel quale l'uso di strumenti analitici raffinati, come quelli messi in campo in quegli anni da Eulero, d'Alembert, Lagrange e poi da Laplace, Condorcet, Monge: equazioni alle derivate parziali, sistemi di equazioni di ordine superiore, calcolo delle variazioni, equazioni alle differenze finite, non portava a risultati pratici apprezzabili, era particolarmente congeniale a Boscovich, che, se non poteva competere con questi interlocutori nell'uso degli strumenti analitici, aveva comunque una buona padronanza dell'algebra e dell'analisi infinitesimale e, soprattutto, una grande versatilità che gli permetteva di cogliere con notevole rapidità il nocciolo dei problemi da affrontare. Egli quindi, pur non disdegnando di occuparsi di alcune questioni di idrodinamica teorica, come dimostrano la sua lettera a Clairaut sulle maree e la sua lettera ad Antonio Lecchi, da questi inserita nella sua monografia *Idrodinamica* (1765), rivolse principalmente l'attenzione ai problemi concreti che gli venivano proposti: regolazione del corso e della foce del Tevere, sistemazione del lago di Bientina e dei corsi d'acqua lucchesi, bonifica delle paludi pontine, esame della foce dell'Adige e, soprattutto, sistemazione di porti nella prossimità di sbocco al mare di corsi d'acqua.

Il progetto, inattuato, di Boscovich di raccogliere le sue memorie idrauliche in un'opera monografica, come aveva fatto per l'astronomia e l'ottica, vede ora la realizzazione nell'ambito dell'*Edizione Nazionale*, per cura di Maria Giulia Lugaesi, che porta a termine così una ricerca intrapresa per la sua laurea magistrale in matematica, conseguita presso l'Università di Ferrara nel 2009. Si è trattato di un lavoro complesso dovuto alla pluralità delle fonti, delle quali solo una parte furono stampate da Boscovich, altre furono edite successivamente, alcune, importanti, sono rimaste inedite e conservate in minute prive di figure.

*Luigi Pepe*

## PREMESSA

Quando era professore di matematica al Collegio Romano, Ruggiero Giuseppe Boscovich (1711-1787) affiancò all'attività di studio e di insegnamento una lunga serie di consulenze tecniche in vari ambiti. A partire dal 1742, anno della sua prima consulenza tecnica, Boscovich fu interpellato in numerose occasioni in merito alla risoluzione di questioni pratiche. Fu poi impegnato nel progetto di riforma degli insegnamenti universitari presso l'università di Pavia, dove era stato invitato per ricoprire la cattedra di matematica. Promosse e fondò l'osservatorio astronomico di Brera a Milano. Il suo prestigio e le sue competenze furono ben presto riconosciute non solo nell'ambito della Compagnia di Gesù, alla quale appartenne fino alla soppressione nel 1773, ma anche tra i più importanti esponenti dell'ambiente ecclesiastico, culturale, accademico e diplomatico italiano ed europeo.

Per gran parte della vita quindi Boscovich svolse un'attività di consulente per questioni pratiche di svariata natura, dall'architettura all'idraulica, dall'ottica all'astronomia, ma solo le opere di argomento ottico e astronomico furono raccolte e pubblicate nell'*Opera pertinentia ad opticam, et astronomiam* (Bassano 1785, voll. 5). La volontà di dare anche una sistemazione organica alla propria produzione in materia di acque era stata manifestata già dallo stesso Boscovich, ma la morte sopraggiunse prima che il progetto potesse essere portato a termine, ENo, V/1 - 3, 5.

Nel 1742 Boscovich era stato scelto come consulente tecnico del pontefice Benedetto XIV. Si trattava di esprimere un parere in merito alla stabilità della cupola di S. Pietro, stabilità su cui si erano espressi favorevolmente, sia il direttore della fabbrica di S. Pietro, Monsignor Olivieri, sia l'architetto della fabbrica, Luigi Vanvitelli. Nonostante le rassicurazioni, il pontefice si rivolse a tre stimati professori di matematica, Thomas Le Seur, François Jacquier e Ruggiero Boscovich, affinché studiassero le cause della debolezza della cupola. Confermata l'opinione degli architetti, su consiglio di Boscovich, si decise di circondare la cupola con anelli di ferro. I risultati dell'indagine dei tre matematici furono esposti nell'opera *Parere di tre matematici sopra i danni, che si sono trovati nella cupola di S. Pietro sul fine dell'anno MDCCXLII dato per ordine di nostro Signore Papa Benedetto XIV* (Roma, Pagliarini, 1743), ENo, IX/2. Benedetto

XIV, apprezzando il lavoro di Boscovich, a distanza di pochi anni, gli affidò un nuovo incarico come consulente del governo pontificio: la misura dell'arco di meridiano tra Roma e Rimini. L'operazione si collocava all'interno di un più vasto campo di ricerca, ossia lo studio della forma e della dimensione della Terra. Come riferiva Boscovich, molti sforzi erano stati fatti per conoscere la dimensione e la figura della Terra, non solo anticamente, ma anche all'epoca. Su sollecitazione del segretario di Stato, il cardinale Silvio Valenti Gonzaga, il pontefice incaricò Boscovich "di tracciare geometricamente il meridiano di Roma fino all'estremità settentrionale dello Stato della Chiesa e di calcolarne il grado". Nel progetto fu coinvolto anche padre Cristoforo Maire (1697-1767), gesuita inglese, esperto astronomo e geografo, il quale fu impegnato nella realizzazione di una carta geografica dello stato della Chiesa.

La spedizione, che nelle intenzioni di Boscovich sarebbe dovuta terminare in pochi mesi, durò oltre due anni: partiti da Roma all'inizio di ottobre del 1750, i due gesuiti vi fecero ritorno a novembre del 1752. In quegli stessi anni Boscovich fu impegnato nella redazione e pubblicazione degli *Elementa Universae Matheseos*. La prima edizione, in due volumi, uscì a Roma nel 1752: si trattava di un manuale ad uso didattico contenente la geometria piana e solida, l'aritmetica, la trigonometria piana e sferica (tomus I) e l'algebra finita (tomus II). Due anni dopo l'opera fu ristampata con l'aggiunta di un terzo tomo sulle sezioni coniche, ENo, II.

Nel periodo dedicato alla misura del meridiano Boscovich dovette cimentarsi nella ricerca di una soluzione ad alcuni problemi riguardanti la regolazione delle acque nello Stato Pontificio. Fu questo l'inizio di una lunga serie di consulenze che il gesuita fu chiamato a svolgere, non solo per conto del pontefice nei territori della Stato della Chiesa, ma anche per le principali repubbliche e corti italiane.

Le perizie tecniche in materia di idraulica coprono un periodo di circa trent'anni che va dal 1751 al 1782, Boscovich fu autore di relazioni sulla regolazione dei principali fiumi e torrenti italiani (Tevere, Po, Adige, Panaro), su alcuni porti fluviali (Fiumicino, Magnavacca, Rimini, Savona), sulla bonifica di vaste zone paludose (lago di Bientina, Paludi Pontine).

I contributi più significativi riguardavano l'esame di porti fluviali: Boscovich riteneva che tutti i porti costruiti all'imbocco di un fiume presentassero grandi difetti. I fiumi infatti, soprattutto quelli a carattere torrentizio, trasportavano grandi quantità di materiali, in particolare sabbia e ghiaia. In prossimità della foce, dove la velocità diminuiva, tali materie si depositavano e formavano dei "banchi", la cui posizione era continuamente variabile, a seconda delle direzioni delle correnti marine.

Dopo l'illuminante introduzione di Truesdell alle memorie di Eulero (1954), *Rational fluid mechanics. 1657-1765 (Opera omnia, ser. 2, vol. 12)*, gli studi sulla meccanica dei fluidi hanno conosciuto un rallentamento per cinquant'anni. Nell'ultimo decennio essi hanno subito una rapida accelerazione documentata dai volumi di Olivier Darrigol, *Worlds of flow A history of hydrodynamics from Bernoullis to Prandtl* (Oxford University Press, 2005), Michel Blay, *La science du mouvement des eaux de Torricelli à Lagrange* (Paris, Belin, 2007), Julian Simon Calero, *The genesis of fluid mechanics*



(1640-1780) (Dordrecht, Springer, 2008), dalla Thèse de doctorat di Alexandre Guilbaud, *L'hydrodynamique dans l'œuvre de D'Alembert (1766-1783)* (Université de Lyon 1, 2007), dal convegno *La Résistance des fluides de Newton à nos jours* (Université Pierre et Marie Curie, 29-30 octobre 2010).

Diversi studi hanno riguardato negli ultimi decenni la scienza delle acque in Italia: il *Carteggio Scientifico di Teodoro Bonati*, a cura di Maria Teresa Borgato, Alessandra Fiocca e Luigi Pepe (Firenze, Olschki 1992); *Giambattista Aleotti (1546-1636) e gli ingegneri del Rinascimento* a cura di Alessandra Fiocca, (Firenze, Olschki, 1998); *Arte e scienza delle acque nel Rinascimento*, a cura di Alessandra Fiocca, Daniela Lambertini, Cesare Maffioli (Venezia, Marsilio, 2003). Sull'apporto teorico degli italiani alla scienza delle acque un quadro, alquanto privo di ombre, si trova in Cesare Maffioli, *Out of Galileo: the science of waters 1628-1718* (Rotterdam, Erasmus Publishing, 1994).

Le perizie idrauliche di Boscovich sono tutte precedenti la soppressione dei Gesuiti (luglio 1773) tranne le ultime tre riguardanti le acque lucchesi sulle quali egli però era abbondantemente intervenuto oltre vent'anni prima. Nel periodo parigino Boscovich fu spettatore della contesa, che vide, a proposito dell'idrodinamica, confrontarsi da una parte d'Alembert e i suoi allievi Charles Bossut e Condorcet, dall'altra Jean Charles Borda. Alla memoria *Sur l'écoulement* (1766) di Borda rispose la seconda edizione del *Traité des fluides* (1770) di d'Alembert e il *Traité élémentaire d'hydrodynamique* (1771) di Bossut. Il ministro Turgot creò al Louvre una cattedra di idrodinamica affidandola a Bossut che mise in atto una serie di esperimenti alla scuola del genio di Mézières descritti nelle *Nouvelles expériences sur la résistance des fluides* (1777). Borda era stato preferito a Bossut all'Académie des sciences (1768). Non si trattava solo di contrasti personali, ma del confronto di due punti di vista: quello dei matematici idrodinamici (d'Alembert, Bossut) e quello degli ingegneri idrodinamici, che non si sono ancora del tutto composti.

Le memorie idrauliche hanno subito vicende complesse: alcune sono state edite da lui e riedite, altre sono state oggetto di edizioni postume, per nozze o su giornali, altre infine sono rimaste inedite. In questo lavoro, in armonia con le caratteristiche dell'*Edizione nazionale*, sono state trascritte le memorie a stampa a partire dalle loro edizioni più recenti, se complete. Per i manoscritti si è fatto riferimento all'archivio di Boscovich conservato a Berkeley (California) nella Bancroft Library e ai documenti boscovichiani presenti all'Archivio di Stato di Lucca.

Le memorie sono state trascritte in ordine cronologico. Ove la datazione non è certa sono state avanzate ipotesi tenendo conto dei riferimenti temporali più o meno espliciti dati da Boscovich nel testo. Così ad esempio la memoria relativa ad un progetto per un nuovo porto per la città di Roma presso lo stagno di Maccarese è stata collocata all'inizio degli anni cinquanta del Settecento sulla base di alcune indicazioni fornite da Boscovich.

Le introduzioni alle singole memorie (siglate *mgI*) segnalano i testi di riferimento ed eventuali problemi di trascrizione. In esse viene fornita una descrizione degli avvenimenti precedenti all'intervento di Boscovich e, qualora significativi, dei successivi

sviluppi. Sono stati aggiunti elementi di cartografia antica che consentono una più facile identificazione dei luoghi citati. Seguono le trascrizioni delle memorie di Boscovich. Ove presenti, sono state mantenute all'interno del testo originale le figure fornite dallo stesso autore: il riferimento è alle lettere a Clairaut e a Lecchi, ai progetti per il fiume Panaro e per il porto di Savona e alle riflessioni sulla memoria di Ximenes.

Per facilitare la lettura viene fornito un piccolo vocabolario contenente i principali termini tecnici di idraulica fluviale che ricorrono nelle varie memorie. Sono inoltre state fornite alcune tabelle per stabilire le conversioni tra le diverse unità di misura in uso all'epoca. A completamento del lavoro è stato riportato l'indice dei nomi dei personaggi citati, dei quali vengono fornite alcune notizie biografiche nelle note. I riferimenti bibliografici, inseriti nelle note al testo, rinviano alla bibliografia posta alla fine del volume.

Nei manoscritti si trovano spesso parole contratte o abbreviate, che nel testo per maggiore chiarezza sono state sciolte. Le più frequenti sono: p = per; q:do = quando; q:to = quanto. Sono invece state mantenute, per non appesantire la lettura, abbreviazioni di facile interpretazione, ad esempio num. per numero, Sig. per Signore, M. per Monsieur, Ecc.mo per Eccellentissimo. Per quanto riguarda la punteggiatura è stata mantenuta quella originale, così come la mancanza di raddoppi o la non ortografia di alcune parole.

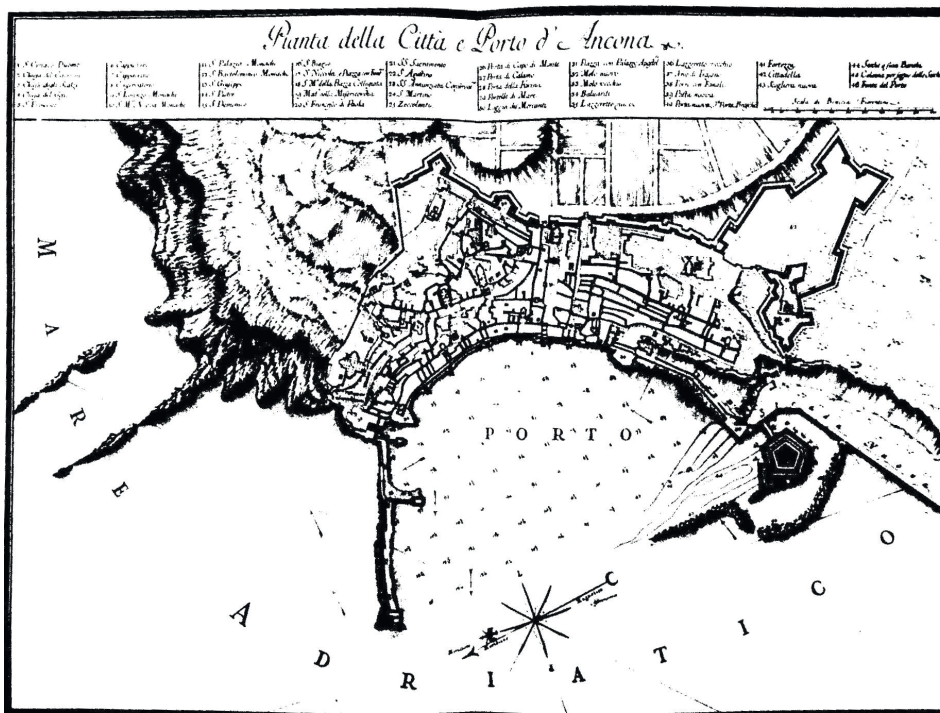
*Maria Giulia Lugaresi*

Opere varie di idraulica



# 1

## Lavori in Ancona (1744)



*Il porto di Ancona nel 1746<sup>1</sup>*

I primi lavori di Boscovich in materia di scienza delle acque risalgono all'inizio degli anni cinquanta del XVIII secolo, ma già nel 1744 il gesuita aveva svolto una perizia, che per l'argomento trattato, può essere ricondotta al tema qui preso in esame. L'intervento si collocava all'interno del progetto per il porto di Ancona portato avanti negli anni trenta del Settecento dall'architetto Luigi Vanvitelli<sup>2</sup>. Boscovich nel suo

<sup>1</sup> STERPOS [1974].

<sup>2</sup> Luigi Vanvitelli (Napoli, 1700 - Caserta, 1773), formatosi prima come pittore nella scuola paterna e poi come architetto sotto gli insegnamenti di Filippo Juvarra. Nel 1733 fu incaricato della sistemazione del porto di Ancona, l'anno successivo subentrò come commissario delle passonate di Fiumicino. Tra 1734 e 1743 realizzò ad Ancona il Lazzaretto, l'Arco Clementino all'ingresso del porto e il nuovo molo. Fu architetto della fabbrica di S. Pietro (1742-1747) partecipando ad alcune commissioni istituite dal pontefice Benedetto XIV per lo studio dei danni della cupola.

scritto in difesa del piano avanzato da Vanvitelli, propose alcuni lavori di riparazione alla ripa di Capo di Monte nella città di Ancona.

Pochi anni prima su incarico di Clemente XII, Vanvitelli aveva progettato nella città marchigiana alcune opere: il Lazzaretto, costruito su un'isola artificiale a forma pentagonale all'interno del porto, ed il Molo nuovo. La ripa di Capo di Monte era costituita di terreno cretoso soggetto a gonfiarsi e ad inzupparsi d'acqua, per questo motivo era stato edificato un muraglione che sostenesse il terreno superiore ed impedisse crolli. Questo era stato danneggiato in più punti e necessitava un pronto intervento, motivo per cui la Reverenda Camera, rappresentata dal suo tesoriere, il cardinale Mario Bolognetti<sup>3</sup>, aveva chiesto a Vanvitelli di pensare ad un opportuno rimedio: rinforzare il muraglione in modo da trattenere il terreno e al tempo stesso rendere più stabile una serie di magazzini che si sarebbero costruiti sopra di esso come deposito per le merci del porto.

Lo scalo di Ancona in età rinascimentale aveva goduto di un periodo di grande espansione e si apprestava a divenire un porto-fortezza. Oltre al restauro della cittadella, affidato ad Antonio da Sangallo, fu rinforzato sul fronte del mare: nel 1562 Giacomo Fontana portò a termine il bastione del lazzeretto, fu ristrutturato l'arsenale, davanti al quale due moli convergenti formavano la darsena. A metà del Cinquecento ci fu un graduale rallentamento della fase espansiva del porto, anche a causa dell'insorgere di conflitti col porto di Venezia. Alla crisi economica si aggiunsero le difficoltà naturali dei porti dell'Adriatico: il progressivo interrimento dello scalo unito al costante allontanamento del mare rese inutili gli interventi attuati. Giacomo Fontana tra il 1588 ed il 1590 osservò le disfunzioni del porto: gli interventi cinquecenteschi erano stati più conservativi che innovativi e la stabilità anche geologica del porto era peggiorata. Alcune frane prodotte dalle montagne circostanti tesero a colmare il bacino portuale, a questo si aggiunsero i detriti provenienti dalla città e dalle alture circostanti, portati sul fondo del mare dai torrenti che sboccavano nel bacino. Per fronteggiare questo peggioramento furono attuate alcune iniziative per il dragaggio dei fondali, che si rivelarono però insufficienti. Nel Settecento ci fu una fase di ripresa: la provincia di Ancona crebbe molto rapidamente, molti furono gli investimenti in infrastrutture. Durante il pontificato di Clemente XII (1730-1740) furono intensificati i lavori di ampliamento del porto, affidati all'architetto camerale Luigi Vanvitelli. Essi riguardarono la realizzazione di un nuovo lazzeretto (1733-1737) situato sul versante del porto opposto al molo, il prolungamento dell'antico molo Traiano e la costruzione di un faro. Nel 1733, a seguito di un violento uragano, si decise di allungare il molo allo scopo di proteggere il bacino del porto sia dalle tempeste che dall'interrimento. I lavori, iniziati nel 1734, furono interrotti nel 1737 a seguito di una polemica contro Vanvitelli, dovuta ad un incidente tecnico verificatosi durante i lavori e riguardante l'imprevisto affondamento di uno dei grandi cassoni destinati alla costruzione del molo. La polemica fu tale da bloccare l'esecuzione dei lavori per un quindicennio<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Mario Bolognetti (Roma, 1690 - ivi, 1756) fu nominato tesoriere generale della Reverenda Camera Apostolica da Clemente XII.

<sup>4</sup> Le vicende del porto di Ancona sono ben documentate nei lavori di SIMONCINI [1995], pp.

Il progetto di Vanvitelli prevedeva la realizzazione di un nuovo muraglione sostenuto da contrafforti e il rinforzo della ripa con il terreno ricavato dagli scavi, togliendo dove possibile la declività della ripa stessa. I lavori erano stati avviati ma presto interrotti a causa della cattiva qualità del terreno, che si presentava cretoso e facilmente soggetto a smottamenti. Se si fossero scavate contemporaneamente le fondamenta del muraglione e dei contrafforti, si sarebbe corso il rischio di veder crollare i fianchi della struttura oppure si sarebbero dovute affrontare ingenti spese per puntellare i medesimi fianchi. Per questo motivo si decise di procedere a pezzi nel lavoro. Alcuni imprevisti durante i lavori fornirono il pretesto per mettere in discussione il progetto vanvitelliano e indussero la Reverenda Camera a nominare due periti che valutassero l'opera, l'architetto Nicola Michetti<sup>5</sup> ed il capomastro Paolo Rossi. Questi, dopo un sopralluogo piuttosto frettoloso, svoltosi il 25 novembre 1743, rivolsero tre critiche al progetto di Vanvitelli: avere portato sulla ripa la terra tolta dalle fondamenta, avere fatto il muraglione e i contrafforti troppo grossi e alti e non averli realizzati contemporaneamente.

Nella memoria del 1744 Boscovich, dopo aver riportato il resoconto dei fatti e aver rilevato la superficialità con cui era stato svolto l'incarico da parte dei due periti, osservò che “di qualunque materia trattar si dovesse ad ogni modo converrebbe di gran lunga preferire il giudizio dell'Architetto, che ordinò i lavori, e de' Capi Mastri, che li eseguirono, al giudizio de' deputati Periti”. L'affare di cui si doveva discutere richiedeva la “pratica, e sperimentale cognizione del terreno” e dunque una lunga ed attenta riflessione in loco, requisito mancante nell'esame di Michetti e Rossi. Contribuirono a rinforzare la proposta di Vanvitelli le opinioni di altri “valentissimi Professori” che, pur non essendosi recati sul posto ma avendo a disposizione un modello preciso dell'opera, discordarono dall'opinione di Michetti e Rossi e, al contrario, approvarono come utile e necessario ciò che essi avevano condannato; tra questi spiccava il nome di Giovanni Poleni<sup>6</sup>. Rispondendo alle obiezioni mosse dai periti, Boscovich considerò innanzitutto le forze che intervenivano, sia quelle favorevoli (la tenacità del terreno e quella del

---

8-80, in particolare pp. 47-48; PALERMO [1995], pp. 81-150. Sull'intervento di Vanvitelli al porto di Ancona si veda CARRERAS [1972].

<sup>5</sup> Nicola Michetti (Roma, circa 1675 - ivi, 1758) lavorò come architetto a Roma e provincia, tra il 1718 ed il 1723 progettò alcuni lavori per conto dello zar Pietro il Grande a San Pietroburgo. Nel 1730 fu nominato misuratore architetto della Reverenda Camera Apostolica “per servizio delle fabbriche, e lavori alla medesima appartenenti tanto in Roma che fuori”, carica che mantenne fino alla morte. Nel 1752 fu chiamato ad eseguire il progetto di Maréchal per il porto di Anzio con la soprintendenza di Boscovich. Per notizie biografiche si veda la scheda a cura di Giovanna Curcio, in CONTARDI - CURCIO [1991], pp. 401-403.

<sup>6</sup> Giovanni Poleni (Venezia, 1683 - Padova 1761) fu professore allo studio di Padova di astronomia (dal 1709), poi di filosofia (1715-1719) e matematica (dal 1719). Dal 1739 affiancò all'insegnamento della matematica quello della fisica sperimentale e, dal 1756 alla morte, quello di nautica e architettura navale. Poleni si segnalò anche come valido architetto: fu consultato dal pontefice Benedetto XIV per i problemi di stabilità alla cupola di S. Pietro (1743). La figura di Poleni è stata oggetto di diversi studi: *Giovanni Poleni nel bicentenario della morte* [1963]; SOPPELSA [1988] e convegni: *Giovanni Poleni tra Venezia e Padova*, Convegno promosso da Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti e Università degli studi di Padova, 14-15 novembre 2011.

muro, lo strofinamento nella discesa obliqua, il peso del muro) che quelle contrarie ai ripari (il peso del terreno sostenuto, il suo gonfiamento a causa delle acque, l'urto delle slamature più alte). Approfondì la riflessione sulle forze agenti con riferimenti al *Dialogo* di Galileo e dimostrò l'insussistenza delle obiezioni, mettendo in luce i vantaggi del terreno riportato che, riempiendo le cavità, pareggiando la superficie della ripa e riducendone la pendenza, avrebbe reso più libero lo scolo alle acque. Uno dei vantaggi del terreno cretoso era la sua maggiore facilità ad essere lavorato, anche col passare del tempo. Rispondendo alla seconda obiezione, Boscovich osservò che i lavori ai contrafforti erano stati differiti "per pura precisa necessità", motivata non solo dal non voler esporre il lavoro ad un "pericolo d'inaspettato interramento", ma anche dalla qualità del cemento, che impiegava molti anni "per assodarsi". In merito alla eccessiva grossezza e altezza dei muri e dei contrafforti, replicò che era stato necessario innalzare il nuovo muro per superare l'altezza del terreno ricaduto e per impedire gli effetti delle slamature superiori e che questo aveva prodotto grandi vantaggi. Proseguì mostrando la necessità e la totale ragionevolezza della maggiore grossezza del muro: infatti confrontando i pesi del terreno smosso che spingeva e del muro che resisteva, si trovò "qualche piccol vantaggio nel muraglione al doppio più alto, e al doppio più grosso, sopra l'altro al doppio più basso, e più sottile". Analogamente per le altre due forze, la tenacità del muro e il gonfiamento della terra dovuto all'acqua: "lo stesso in amendue sarà il rapporto di dette forze, raddoppiandosi e l'una, e l'altra due volte". In conclusione sia che si considerasse la questione con la ragione estrinseca confrontando l'autorità di Vanvitelli e di altri valenti uomini con quella dei due periti, sia che si considerasse il peso intrinseco delle ragioni, prevaleva la validità della causa sostenuta da Boscovich, ossia del progetto di Vanvitelli<sup>7</sup>. (mgl)

*Difesa de' Lavori ordinati, e cominciati ad eseguire in Ancona sotto la ripa di Capo di Monte*<sup>8</sup>

1. Connessione dell'Architettura colla Matematica, la quale più coltivata renderebbe più facile la decisione di molte liti.  
Se quella parte di Matematica, che più immediatamente può servire di aiuto all'Architettura per rendere sodi, e durevoli gli edifici, fosse fin'ora più coltivata, e promossa da tanti validi ingegni con quelle sì profonde speculazioni, con quelle sì esatte, e sì minute osservazioni, con cui è stata tanto illustrata, ed accresciuta in ogni altra sua parte, certamente non tanto utile al pubblico bene, una facoltà sì sublime, sarebbe facile una decisione sicura, infallibile, ed appoggiata sull'evi-

<sup>7</sup> Il progetto vanvitelliano per il porto di Ancona fu ripreso solo nel 1754. La direzione dei lavori non fu più affidata al suo ideatore, ma all'anconetano Carlo Marchionni. SIMONCINI [1995], p. 53.

<sup>8</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 34, cc. 18.



denza d'ogni lite simile a questa, che dipende tutta da quelle forze, con cui vien urtato un ritegno, e con cui questo contrasta all'urto, e lo rattiene. Una dimostrazione geometrica, un calcolo ben inteso, toglierebbero subito ogni occasione di controversie, risparmiando la lunga noia delle voluminose scritture, e togliendo via ogni piede dalle fallaci, e puramente apparenti ragioni.

2. Sicurezza della decisione favorevole, e suoi fondamenti.  
Nulla però di meno a dispetto di tutta quella incertezza, che indi provenir né potrebbe alla causa, di cui si tratta, tanti e tali sono i lumi, di cui mi anno abundantemente fornito da una parte i Periti nell'arte d'edificare, ammaestrati da una lunga esperienza, dall'altra uomini consumati nello studio della Meccanica, da me a questo che con ogni premura interrogati, e con ogni attenzione accorati, tante le riflessioni, che da sé medesime presentate mi si sono alla mente, al primo considerare le osservazioni fatte nella loro perizia da' deputati Periti contro i presunti Rei, e confrontarle colla oculare ispezione di un ben esatto modello e colla matura ponderazione delle mire di questi e delle ben fondate ragioni di quanto prescrissero o eseguirono; che non diffido di potere dar a vedere quasi ad evidenza e far toccare con mano la total insussistenza di quelle, e l'innocenza di questi facendo anzi, che la si rinomata lor fama si accresca piuttosto, e si ammiri quell'arte, con cui ottimamente fu prescritto ogni lavoro, e fu eseguito.
3. Ragioni estrinseche ed intrinseche, tutte favorevoli.  
Prima però di farmi più addentro nella materia considero, che si può esaminar questa causa o coll'estrinseca autorità di chi impugna, e difende i prescritti, ed eseguiti lavori, o coll'entrare nell'intrinseco merito della Causa, ponderandone le ragioni: e o nell'uno, o nell'altro modo si esami; troppo certamente ne rimane al di sopra la parte, che li difende, e troppo chiaramente si fa palese delle mal congegnate accuse una totale insussistenza. Ma per ciò meglio comprendere, conviene prima in succinto richiamare alla memoria tutto il fatto, su cui fondar si deve il giudizio.
4. Descrizione delle ripe.  
Verso il Babordo, detto di S. Lucia d'Ancona a mano manca di quella strada, che conduce al nuovo Lazzaretto, s'inalza una ripa verso Capo di Monte. Va questa in sù per un intervallo incirca di palmi 260 con una elevazione di gradi 22 a un di presso sopra il piano orizzontale; indi prosiegue per altri palmi 160 incirca con una molto maggior pendenza di gradi presso a 40, accresciuta però in qualche sito oltre modo da alcune più notabili slamature. In cima vengono le case, e le imboccature delle strade traversabili della Città, dove anche per comodo de' Cittadini si scaricano continuamente le immondezze raccolte, e le macerie.
5. Qualità del terreno, e quantità dello smosso. Muraglioni antichi rovesciati.  
È questa ripa composta tutta di terreno cretoso, molto soggetto a gonfiarsi, ed inzupparsi tutto coll'acque, e insieme a frequenti slamature massime nella sua parte più erta. Ne tutto è terren sodo, ed uguale. La parte meno pendente per l'altezza dove maggiore, dove minore, che raguagliata forma in circa palmi 40 è tutta di

terra smossa, ed era in oltre irregolare, e ripiena di cavità, di cui se ne contavano più di 25 delle maggiori, come costa dalle autentiche fedi, che si producono. Eravi presso alla strada un muraglione antico della grossezza di palmi 9, alto sopra terra 18 palmi, e mezzo, edificato per sostenere il terreno superiore, e le vestigie di un altro, anche più antico ritrovate si sono coll'occasione di questi nuovi lavori. Questo muraglione antico premuto continuamente dalla ripa, che sosteneva, ed urtato anche più dalla terra slamata più in alto, era stato e scosso ed atterrato in più luoghi, e sormontato in altri da una gran quantità di terreno, che ingombrata la vicina strada, aveva obbligato a cercare il passo per via di ponti, e di tavole con grave incommodo, e non minore pericolo de' Cittadini, e Negozianti.

6. Ordini dati al Vanvitelli per un nuovo muraglione, e magazzini.  
Essendo pervenuti di questo danno più volte replicati lamenti della Città timorosa non senza grave ragione ancora per quelle fabbriche, che all'orlo della cadente ripa rimanevano mal sicure, a S. Em.za il Sig. Card. Bolognetti allora Tesorier Generale, si compiacque ella coll'oracolo del Regnante Sommo Pontefice di prescrivere al Sig. Luigi Vanvitelli, che pensasse ad un opportuno rimedio, col rattenere la pressione del terreno contiguo, e l'urto delle slamature più alte, mettendovi a fronte un muraglione capace di tal effetto. Considerandosi però insieme la scarsezza de' magazzini, de' quali la Città punto ne abbondava, e il grave incommodo, che col fetore ne proveniva da qui de' salumi a' Cittadini, perciò ricorsi più volte, si giudicò opportuno fare, come suol dirsi, due servizj in un viaggio, scemare alla R. C. il danno della nuova spesa almeno in parte col frutto de' magazzini, fabbricarvene sopra un doppio ordine, che renduto avrebbe insieme col proprio peso più stabile contro ogni urto il premuto sostegno.
7. Progetto del Vanvitelli.  
Con questa risoluzione si mise all'opera l'Architetto, e disegnò un muraglione lungo palmi 400; profondo ne' fondamenti palmi raguagliati 40 alto sopra terra 46, grosso ne' fondamenti medesimi 22, in cima 15, e sostenuto da continui Barbacani, che staccandosi dal muraglione contro la ripa avessero in lungo palmi 40 colla grossezza di 13, ed intervallo fra l'uno, e l'altro di 20. Ordinò poi nel tempo stesso, che col terreno cavato da' fondamenti, e ricaduto per que' contorni si riempissero le inegualità della ripa più bassa, e col riporto di essa presso al muraglione si uguagliasse questo, e si togliesse almeno in parte la declività della ripa medesima.
8. Esecuzione incominciata con interrompimento necessario per la qualità del terreno, e non dannoso per la qualità del cemento.  
Ne fu tosto intrapresa da' Capi Mastri Bernasconi, e Leoni l'esecuzione. Ma come che il terreno era di sua natura e cretoso, e soggetto a slamare con ogni facilità; ben si accorsero, che se tutto insieme fatto avessero lo scavo de' fondamenti del muraglione, e de' suoi barbacani, o si correva un'evidentissimo rischio di vedere caduti nello scavo medesimo que' fianchi, che dovevano sostenersi diritti in piedi, e ricevere i fondamenti, in modo particolare negli angoli retti, dove il

Barbacane si attacca col muraglione; o si doveva soggiacere a spesa esorbitante, per formare ripari, e puntellare i fianchi stessi, onde si videro necessitati di farlo a pezzi, lasciando però le morse per attaccare l'un pezzo di muraglione coll'altro, e col muraglione medesimo i barbacani, animandoli intanto a non temere simile maniera di lavoro, la qualità del cemento, che in que' paesi non fa presa erma per molti anni, adoperandosi in cambio della Porcolana d'arena.

9. Slamatura superiore per cui cade un pezzetto isolato del muro nuovo. Intanto mentre era pur anche imperfetto tutto il lavoro, slamatosi tutto in un tratto un gran pezzo di quel terreno più alto, e giù correndo per la meno erta ripa la terra distaccatasi di là sù, portandone seco dell'altra raccolta continuamente per via; urtò con tal impeto un piccol pezzo del nuovo muraglione isolato, e tanto caricò tutto di nuovo peso il terreno a lui contiguo, che rovesciatolo in parte, scorse più innanzi ad ingombrare la strada.
10. Prontezza de' Capi Mastri a rifarlo a sue spese per maggior quiete. Accusa date in Roma. Deputazione di 2 Periti. Vedevano bene i Capi Mastri, che un' accidente fortuito, seguito nell'atto stesso del lavoro ancora imperfetto, li garantiva appieno da ogni taccia, ed imputazione di colpa. Ma pure amanti di quiete già disponevansi a levare il cadente terreno, e rifare a sue spese quel pezzo. Ad ogni modo ciò non bastò ad esimere ed essi, e l'Architetto da mille certamente non doverose molestie. Non mancò subito chi armato di zelo o mal fondato, o finto ancora, per ricuoprire il veleno di quell'invidia, che si muoveva nel seno, si approfittasse dell'occasione, e facesse tosto mille rappresentanze contro e l'Architetto, e i Capi Mastri, gridando tanto presso l'Ill. mo, e Rev.mo presente Mons. Tesoriere, che Sua Sig.ria Ill.ma, e Rev.ma giudicò finalmente di dover deputare due Periti, che esaminata ogni cosa, gli riferissero fedelmente il tutto; e furono a questo fine prescelti il Sig. Michetti Architetto, e il Capo Mastro Paolo Rossi.
11. Tre capi d'accuse ricavati dalla Perizia. 1° Essersi fatto male a riportar sulla ripa la terra cavata da' fondamenti. 2° Essersi peccato contro l'arte a non fare i barbacani insieme col muro. 3° Esser il muro troppo grosso, e troppo alto, e i barbacani troppo e grossi, e lunghi. Giunsero essi in Ancona il dì 24 Novembre 1743, e il dì seguente portatisi sulla faccia del luogo, ad osservare ogni cosa con quella superficialità, che un solo accesso di un giorno giacché dal loro scritto non si ricava che vi tornassero poteva loro permettere, distesero quella loro perizia, in cui si fonda tutta l'accusa, colla quale all'Architetto, e Capi Mastri varie cose si oppongono, che si restringono commodamente a' seguenti 3 capi. Il primo si è, che la causa del danno di già seguito in quel pezzetto di muraglione non d'altronde provenuta sia, che dal riporto di quella terra cavata da' fondamenti, e divisa su per la ripa, calcolata dicesi a 400 canne cube, affermando che per impedire danni maggiori, conveniva ritogliarla, e ridurre il monte al primiero suo stato. Il secondo, che peccavasi contro l'arte, fabricando il muraglione senza i barbacani, che andassero contro la ripa;

o se vi era pensiero di farli doppio, peccavasi pure contro l'arte col non lavorare i barbacani medesimi insieme col muraglione, perché formassero un corpo, quale unione stimavano, che non sarebbe seguita coll'attaccarvi doppio. Il terzo finalmente, che sia troppo eccessiva la grossezza del muraglione, bastando un muro come essi dicono. Grosso al più 18 palmi nel piantato sopra terra, e 11.½ nella sua cima; dove anche ne disapprovano come troppo eccessiva l'altezza, stimando più conveniente l'antica, e tacciano di troppo grossi, e troppo lunghi i barbacani.

12. Confronto delle autorità estrinseche. Preferenza del Vanvitelli, e suoi Capi Mastri sopra i Periti deputati.

Questa è tutta la vera serie del fatto ben palese ed autentico con documenti, che si producono. Supposta questa, e cominciando dall'estrinseca autorità; giacché i Sig. Periti contenti della semplice loro affermazione, non anno ad alcuna ragione appoggiato il loro giudizio, come se ogniuno al solo udirlo dovesse rendersi, né mai dar si potesse quel caso, che pur dovevano prevedere infallibile a seguire, che messe in dubbio le avanzate proposizioni, dovessero richiamarsi ad esame; io rifletto in primo luogo, che di qualunque materia trattar si dovesse ad ogni modo converrebbe di gran lunga preferire il giudizio dell'Architetto, che ordinò i lavori, e de' Capi Mastri, che li eseguirono, al giudizio de' deputati Periti.

13. Vantaggio di chi ha esperienza locale e tempo da riflettere.

Non vi può essere dubbio veruno, che di qualunque sorte di lavori si tratti da promuovere, o da eseguire in un luogo determinato, sempre devesi preferire il parere di chi nel luogo medesimo avendo per lunga serie di anni operato, vi ha conseguita una pratica, ed sperimentale cognizione di tutto ciò, che la costituzione particolare del luogo richiede, devesi dico preferire a chi forestiere, (e da altri siti avvezzo) vi sopravvenga per pochi giorni quasi di volo. E ogn'un pur vede, quanto debba preferirsi in qualunque siasi il negozio, di cui si tratti, il sentimento di chi per lungo tempo ha potuto, e dovuto esaminar ogni cosa, e pensarvi maturamente, al parere di chi dopo una semplice, e passeggera occhiata pronunzi con franchezza, e proferisca sentenze definitive.

14. Parallelo fra il Vanvitelli, e i Periti deputati in ordine a detti capi.

Or posto ciò, chi non vede il vantaggio dalla parte di chi difende i lavori; quando anche non si metta a confronto, che il solo Architetto, da cui si prescrissero, e i Capi Mastri, che gli eseguirono, co' deputati Periti, che li condannano. Quelli per tanti anni esercitati in Ancona, in opere di tanta mole, con una sì lunga, e sì continuata esperienza della qualità del cemento, della natura del terreno, dell'industria degli Operai. Questi forestieri, ed ospiti di pochi giorni, usi alla Goscolana di Roma, senza alcuna pratica, ed sperimentale cognizione di tutto ciò che tanto giova per formare un ben accertato giudizio. Quelli per tanto tempo impiegatisi prima di accingersi all'impresa, considerare ogni vantaggio, ogni ostacolo, che potesse provenir dal sito, con tanto comodo di riflettere prima della stabilita risoluzione, di mutar sentimento prima della esecuzione. Questi affacciatisi per un momento sul luogo, senza punto informarsi dello stato di prima senza rico-

noscere più che tanto la qualità del terreno, senza avere in una sì breve dimora di pochi di pensabili riflessioni, che si richiedono. Quelli in sostanza a portata di giudicar con una piena cognizione nata dalla sperienza del luogo, e dalla lunga considerazione. Questi in pericolo di precipitare in mille errori, con un affrettato, e però mal considerato giudizio.

15. Qualità del negozio, che più d'ogni altro richiede l'esperienza locale. Ma quanto crescerà mai la forza della ragione apportata, se si rifletta alla materia particolare, di cui si controverte. Non si tratta qui già della grossezza, o della profondità de' fondamenti richiesti per sostenere un determinato edificio, o di altra cosa somigliante a questa, in cui la quotidiana esperienza colla continua frequenza degli esempi, che tutto giorno si veggono, ha fornita l'Architettura di certe regole universali, che quantunque sovente chi le adopera, non ne saggia il suo perché, ad ogni modo le adopera con sicurezza. Si tratta di un argine, che dee far fronte ad un terreno, che oltre al suo proprio peso, con cui spinge il sostegno, oltre all'urto impetuoso delle precipitose moli di terra spiccatasi dalle slamature più alte, gonfiato dall'acqua si dilata, e spinge. Or chi non vede, che questo è un tal effetto, che dalla diversità del terreno dipende principalmente; onde più d'ogni altro, che immaginare si possa, richiede la pratica, e sperimentale cognizione del terreno medesimo, e una lunga, e matura deliberazione fatta sulla stessa faccia del luogo.
16. Autorità di 5 Architetti e del March. Poleni, che co' loro pareri difendono il Vanvitelli. Lode del Poleni. Ma quello, che a questo estrinseco esame accresce un peso a molti doppj maggiore, si è il confronto di tanti altri valentissimi Professori, che ne' punti essenziali della riferita Perizia discordano affatto da' Signori Periti, e tutto all'opposto risolvono approvando per utile sommamente, e necessario ciò, che quelli coraggiosamente condannano. Si dia un solo sguardo alla contraria attestazione del Sig. Barigioni, uomo di tanto credito, sottoscritta con unanime consenso da' Sign. Facci, Marchionni, Valvasori, Orlandi. Si scorra il parere del sì rinomato Sig. Marchese Poleni, uomo sì lungamente versato in questa sorte di studj, uomo sì esercitato nell'opporre riparo alle acque, e sì uso a considerarne le conseguenze, e a confrontare dagli effetti le cause; uomo sì accurato nell'osservare ogni minuzia, che si appartenga alle cause che tratta; e quello, che fa più forza, si cautelato nell'avanzare proposizioni, nel proferire sentenze: e trova da amendue pienamente approvato quanto da' Sig. Periti si disapprova, e sommamente lodato quell'ordine appunto, e quella esecuzione, che da' Sig. Periti vien condannata.
17. L'assenza di questi dalla faccia del luogo compensata dalla ispezione de' disegni, o modelli, da molte notizie trasmesse, dall'attenta considerazione, e dalla lunga esperienza. Ne mi si opponga, che questi pure non sono stati sulla faccia del luogo ad esaminare minutamente ogni cosa, ne son forniti di quelle cognizioni sperimentali, che io ricercava di sopra. Imperocché oltre all'aver i primi attentamente considerato

un ben inteso, e fedele modello, ed all'essere il secondo esercitato in mille casi somigliantissimi al nostro, coll'aver continuamente adoperato, dovunque trattisi di por riparo agli argini rovinosi, che tengono acque, o terreno dalle acque inzuppato; sono essi tutti, come apparisce da' loro scritti, stati bene informati de' fini particolari, per li quali si sono prescritte le cose, che ora s'impugnano, e molto più atti si sono resi a giudicarne colle minute informazioni ricercate, e ricevute, e colla lunga, ed attenta ponderazione di tutto, che i Sig. Periti con una breve, e fuggitiva ispezione, nulla curanti di altre accertate ricerche.

18. Forza ristretta dell'argomento estrinseco.

Or per raccogliere tutta la forza di questo primo argomento, dirò in breve così. Un Architetto, e un Capo Mastro scorsi di fuga, e trattenutisi pochissimi giorni sulla faccia del luogo, dopo una poco meditata ponderazione, senza ricerca dello stato primiero, senza esame de' fini presi di mira, e delle cause impellenti, condannano l'ordine, e l'esecuzione de' lavori. Un altro Architetto, e due Capi Mastri già da gran tempo avvezzi a prescrivere, ed eseguire nel luogo stesso operazioni di molte specie dopo tutte le riflessioni le più mature, dopo tutte le più minute ricerche li prescrivono, e li eseguono. Architetti di sommo grido, ed un Marchese Poleni, uomo di tanta fama, dopo la più attenta considerazione del sito rappresentato in un modello, o in un disegno, e la minuta informazione dello stato primiero delle mire avute avanti agli occhi, de' motivi ben ventilati, decidono tutto all'opposto: approvano l'ordine, approvano l'esecuzione, ne commendano gli Autori. E dovrà darsi la preferenza a' primi in competenza de' secondi. Anzi piuttosto: potrà dubitarsi punto, quale delle due parti assistita sia dalla ragione? A chi debba aggiudicarsi la causa? Converrebbe o diffidare dalla rettitudine sì conosciuta, o far torto alla penetrazione sì acuta di chi deve pronunziar la sentenza, per non rimanere assicurato di un esito più che felice per chi ordinò lavori approvati da' tanti uomini di tanto grido, ed eseguibili.

19. Risposta alla prima opposizione. Considerazione delle forze, che contrastano, necessaria. Tre forze contrarie. 1. Peso del terreno sostenuto. Suo gonfiamento per le acque, 3. Urto delle slamature più alte.

Ma per entrare più addentro nell'intrinseco merito di una causa così felice, conviene in primo luogo considerare, quali siano quelle forze, che tendono a rovesciare i ripari, e quali quelle, con cui da' ripari se ne deve spegnere il vigore, se ne deve arrestare il corso, se ne deve prevenire ogni effetto. Tre sono le specie di forze, che cospirano alla rovina de' meditati ripari. Il peso, con cui lateralmente vengono spinti dal terreno grave ad essi contiguo, e che immediatamente sostengono. Lo sforzo, con cui viene spinto lateralmente il sostegno medesimo dalla stessa terra pretesa allora, che inzuppata dall'acque si gonfia, e spande cercando luogo da dilatarsi. L'urto delle slamature, che o si facciano nella ripa inferiore meno erta, o nella superiore più ripida, per le quali trasportata all'ingiù con grand impeto accresciuto sempre più nel discendere, quantità di terreno percuote e tenta di trasportare via seco ogni ritegno.

20. Quattro forze favorevoli. 1. La tenacità delle parti del terreno, 2. Lo strofinamento nella discesa obliqua, 3. La tenacità delle parti del muro, 4. Peso del muro. Dall'altra parte resiste a queste forze distruggitrici quella qualunque tenacità delle parti, che convien poi rimanga vinta, e superato quello si fanno nel terreno i distacchi per rovesciare il sostegno. Quello strofinamento, che nel discendere o ritarda la caduta, o ne rende assai minore l'accrescimento dell'impeto. Quella tenacità delle parti del muro: Quel peso del muro stesso, che dovendosi inalzare nel girare attorno ad un angolo, per essere rovesciato, colla sua gravità innata resiste. Di queste forze se si avessero le ben esatte misure; si potrebbe, come io diceva sul bel principio, con evidenza facilmente decidere tutta la lite, e con certezza determinare, che cosa sia il giovevole, e il necessario, che l'inutile anzi nocivo. Ma come da una parte le sole misure de' pesi potrebbero aversi con qualche maggiore sicurezza, rimanendo le altre tutte affatto incerte; e dall'altra parte in questo caso la forza de' pesi o a spingere, o a ritenere rispetto a tutte le altre, è tanto piccola, che è quasi un nulla; così conviene andare per altra via, e dall'attenta considerazione di ciascuna di tali forze più nella propria esperienza matura, giacché non si possono nella quantità loro individuale, ricavare que' vantaggi, che si potranno per la piena cognizione di questa causa.
21. Estremo eccesso della forza del gonfiamento del terreno, e dell'urto sopra il semplice peso. Non si può dubitare, che delle 3 forze contrarie, e nocive siano senza alcun paragone maggiori la seconda, e la terza, che consistono nel gonfiamento cagionato dall'acqua, e nell'impeto delle slamature più alte, della prima, che riducesi tutta al peso. In primo luogo non si tratta qui già di un fluido pronto a scorrere senza ostacolo alcuno per ogni verso. Si tratta di un terreno cretoso, e però quantunque soggetto alle slamature, e a distacchi; pure ad ogni modo dotato senza alcun dubbio di quella tenacità di parti, e se non basta a frenare per se sola il peso tutto, ed impedire le slamature; pure in grandissima parte ne diminuisce lo sforzo, e ne rende più facile il freno. In secondo luogo non è credibile, quanto mai coll'inzuppamento dell'acque agisca più dilatandosi insensibilmente il terreno, e gonfiandosi, che col semplice peso, e quanto i corpi nella discesa acquistino forza, e vigore per abbattere ogni riparo. Mille osservazioni, mille esperimenti c'insegnano, che l'azione di quello può crescere oltre ogni limite, e tutte le meccaniche dimostrazioni ci avvisano, che l'impeto de' corpi mossi è infinitamente maggiore del semplice peso.
22. Forza strana dell'acqua attenuata in vapori, e del sugo nel crescer degli alberi. Potrei dar a vedere la prima parte di quanto avanzo col mettere sotto gli occhi l'immenso sforzo, con cui l'acqua chiusa in un vaso, e per via di un fuoro, quantunque lento attenuata in vapori, rompe ogni argine, spezzando il vaso, e sollevando il coperchio, benché premuto da grosso peso per aprirsi all'uscita la strada, esperimento fatto, e rifatto infinite volte dagli attenti Osservatori della Natura. Potrei esporre alla considerazione gli effetti, che il sugo fa insinuandosi insensibilmente

per le picciole aperture delle fibre degli Alberi, nel farne crescere o le radici, o il tronco. Quel lento dirò così inzuppamento di fibre, che forza mai non esercita contro qualunque più sodo, e più ben fondato sostegno? Smuove a poco a poco i grossi muri, li difende li rovescia, e con una insensibile azione, ma continuata, si fa a poco a poco quasi padron del campo, e trionfa dell'abbattuto riparo.

23. Forza eccessiva, e più simile delle funi inzuppate.  
Ma per adoperar un esempio più simile al nostro, chi è che non sappia, quanto sia grande quella meravigliosa forza, con cui le corde inzuppate dall'acqua, nell'imbeverarsi di essa, si accorciano, e seco tirano ogni più enorme peso. Nell'insinuarsi tra filo, e filo, nell'avanzarsi per que' piccioli pori, di cui piene sono le fibre, acquista, qualunque siane la ragione, una tal forza, che non è facile il ritrovarle un giusto limite, oltre il quale non si possa distendere, ed avanzare. È pur celebre quell'esempio riportato ne' suoi dialoghi dal Galileo di coloro, che non avendo in modo alcuno potuta muovere dal proprio sito una gran lapida sepolcrale, raccomandatala al di sopra a grossa asciutta fune, coll'aiuto di poca acqua, di cui l'inzupparono, videro tosto con ammirazione de' circostanti, vinto in breve ora ogni ostacolo svellersi da se medesimo l'enorme peso. Or posto ciò vede subito ogn'uno, a che termine possa mai giugnere lo sforzo, che nel gonfiarsi, ed essere penetrato dall'acqua può fare un terreno massimamente se sia cretoso, e ben disposto a succhiarsela. La quantità sua assoluta dipenderà certamente dalla particolare costituzione della Terra medesima; ma in ogni caso sarà senza fallo di una efficacia affatto enorme, ed incredibile.
24. Forza della percossa infinita rispetto al peso, e perché?  
L'eccesso poi dell'urto de' corpi cadenti sopra la semplice loro gravità naturale che vada all'infinito, lo sà, chiunque ne' dialoghi del Galileo, e colla scorta di esso in tanti altri valentissimi Professori di Matematica ha veduta col semplice peso paragonata la forza della percossa. Chiamasi la gravità de' Meccanici; insieme con tutta quella forza, che simili ad essa determinano un corpo al movimento in modo, che possono conservarsi anche senza il movimento medesimo, col nome di Forza Morta, e quella, che col moto medesimo, e colla celerità acquista il corpo, che muovesi, chiamasi Viva. Questa colle maggiori o minori velocità si accresce, o scema più, o meno secondo le diverse leggi, che controvertensi fra gli Eruditi anche al giorno d'oggi; ma in modo, che secondo tutti ove la velocità si diminuisca all'infinito, si scemi pure ancor'essa oltre ogni limite. Or poscia che quando un grave sollecitato dal proprio peso dalla quiete passa al movimento, vi passa, secondo la più sicura, ed universale opinione con un accrescimento continuo per tutte le possibili velocità minori, e minori all'infinito; conviene pure, che passi per tutti i gradi di forze minori, e minori oltre ogni limite; onde quando si consideri il corpo nello stesso primo principio del movimento, annientandosi affatto la celerità del suo moto, si annienti ancora la forza, e sia la gravità non ancora moltiplicata coll'azione continuata per alcun tempo seguito, rispetto a quella forza viva, che



dopo si acquista, quello che un punto viene ad essere in Geometria rispetto a una linea, che appunto è un nulla, essendone infinitamente minore.

25. Perché ne' corpi ordinarj non si vede l'eccesso infinito? Grandezza dell'eccesso ricavata con esempi ordinarj.

Quindi ne' corpi perfettamente duri, ed inflessibili, se ve ne fossero in Natura, infinitamente maggiore si scorgerebbe l'effetto di un leggerissimo urto dell'effetto di un esorbitantissimo peso. Ma quantunque ne' corpi o elastici, o molli, che sono quelli, di cui la Natura forse tutta è composta, ricevendosi non tutto insieme quest'impeto, ma col cedere delle parti a poco a poco, tutto si estingue il suo vigore da forze morte, ma replicate per tutti gli infiniti istanti del tempo continuo in cui dura il cedimento; pure non può negarsi, che anche con questo disvantaggio sia sommamente più vigoroso l'impeto di una percossa, che la pressione di un peso. Ne veggiamo tutto di per le strade gli esempi. Di quanto enorme peso non dovrebbe mai caricare l'aceto il Legnaiuolo per fendere colla sola pressione quel legno, che ben colpito con una non molto grave percossa va tosto in pezzi? E se il Muratore in cambio di percuotere col martello le pietre, dar a quelle volesse la richiesta forma col caricarle di peso in quella parte, che deve togliere e distaccare; vedrebbe scorrere più lustri, anzi ancora più secoli prima di poter inalzar l'edificio pochi palmi da terra.

26. Vantaggio del terreno riportato, che poco accresce il peso, e molto scema le altre due forze, una col togliere le cavità, l'altra collo scemare la pendenza, e pareggiare la cima del muro.

Or posto ciò, io mi veggio già aperto l'adito per dimostrare ad evidenza insusistente la prima opposizione del riportato terreno; anzi per far risplendere il prudentissimo avvedimento di chi ordinò il riporto del terreno medesimo. Questo riporto accresce insensibilmente quella forza, che poco, o nulla agisce, come è il peso del terreno sostenuto dal muro, e incredibilmente diminuisce l'una, e l'altra delle altre due forze, che da se potrebbero crescere tanto in eccesso. Per provar il mio assunto, basta che si rifletta, che col riporto del terreno medesimo si è raguagliata la ripa togliendone le cavità, si è rialzata la stessa alcun poco verso la parte inferiore, si è pareggiata l'altezza del nuovo muro colla ripa medesima. Il primo di questi effetti diminuisce ben al sommo l'inzuppamento del sostenuto terreno; ed il secondo col terzo ritolgono o in tutto, o certamente in gran parte l'effetto dell'urto.

27. La superficie appianata vantaggiosa per lo scolo libero dell'acque.

Imperocché chi non vede, che le antiche concavità, e disuguaglianze della ripa cretosa ricevendo in se medesime le acque, costringevano il terreno ad inzuppar-sene, e gonfiandosi tutto cagionare una spaventevole spinta al ritegno? Appianata la ripa, si rende libero lo scolo all'acque, che potendo senza ostacolo scorrere per l'eguale superficie del terreno, non vien costretta ad insinuarsi nelle sue viscere, ed aprirsi con uno sforzo fatale la via.

28. Vantaggio della declività diminuita; effetto dello strofinamento nella discesa per i piani inclinati: misura dell'angolo, in cui ordinariamente lo strofinamento impedisce la discesa.  
La declività diminuita, chi non si accorge quanto sempre più difficili le slamature di quella ripa più bassa, che resa così meno erta, più facilmente si sostiene in se stessa, e quanto smorzi l'impeto del terreno portato giù per quel pendio dalle slamature della ripa più ripida, e più scoscesa? Anno i Matematici determinate con diligenza le leggi, colle quali si varia la velocità della discesa de' corpi ne' piani più o meno inclinati, e dimostrano agevolmente che quanto la pendenza è minore, tanto più lentamente per essa discende ogni grave. Anno inoltre avvertito, che quantunque i corpi fluidi, e i globi pronti a ruzzolare giù per la pendenza osservino con molta esattezza le stabilite leggi; pure que' corpi, che devono giù discendere strisciando gli uni su gli altri, per la scabrosità delle loro parti acquistano un ritardamento tanto considerabile che in un pendio maggiore, o minore, secondo la maggiore o minore scabrosità delle parti, ma per lo più di 20 gradi in circa ne pur discendono.
29. Facile esperimento per tal effetto.  
Ma che bisogno abbiamo mai delle più minute ricerche, e sottili determinazioni di uomini esercitati nell'osservare? Può facilmente vederlo ogniuno coll'appoggiare sù d'una tavola, o pietra piana un qualunque corpo scabroso, un mattone, un mucchio di terra, molto più se cretosa. Inalzata a poco a poco la tavola, vedrà per un pezzo immobile affatto sullo stesso sito di prima il sopraposto corpo, ne prima lo vedrà scendere, che passato non abbia un grado di elevazione assai sensibile.
30. La pendenza diminuita vantaggiosa, perché scema l'impeto della terra slamata.  
Or posto ciò, ecco chiaramente provato l'altro vantaggio del riporto di quella terra, con cui si è diminuita la pendenza primiera di quella ripa. L'elevazione della medesima di circa 22 gradi era appunto vicina a quella, in cui lo strofinamento delle parti impedisce ogni moto a chi sta fermo, ed ogni accrescimento di moto a chi discende. In tale stato ogni poco vantaggio nello scemar la pendenza può fermare del tutto quella discesa, che le parti della ripa inferiore senza forse avrebbero nella pendenza maggiore, e deve forse tutto impedire quell'accrescimento d'impeto, che le slamature della ripa più alta acquistano dovrebbero nella discesa. Ma certamente se non ritoglie affatto e l'una, e l'altra, deve diminuire amendue, e tanto basta per un vantaggio considerabile.
31. Utile dell'essere terra cretosa.  
Ne mi si dica, che questo essendo terreno smosso, verrà giù facilmente coll'acque. Imperocché appunto questo è un vantaggio del terreno cretoso: più facilmente a lungo andare si impasta insieme, e si unisce attaccandosi, e facendo un corpo, che colla stessa sua unione accrescendo il peso facilmente si slama nelle maggiori pendenze; ma resiste alle slamature nelle pendenze minori. Questo impasto lo facilita vieppiù la stessa disuguaglianza del terreno primiero, su cui si è fatto il riporto, e quelle così frequenti concavità, che in se medesime ricevendo una parte,

ritengono più facilmente tutto il sopraposto terreno. Si aggiunge, che per l'altezza di 40 palmi è pure smosso tutto il terreno, che costituisce lo stato primiero della medesima ripa; onde l'aggiunta di questo nuovo a lui simile e più facilmente si lega con quello in un corpo, e non deteriorando punto colla qualità dell'essere smossa la superficie, la rende assai migliore collo scemar la pendenza.

32. Incoerenza de' Periti.

E qui mi si presenta da se medesimo alla penna un atto di meraviglia, per cui non so comprendere come mai i Sig. Periti dalle 400 canne di terreno riportato ne temano conseguenze tanto funeste, e nulla badino a confrontarle con quelle più di quattro migliaia di canne, che si contengono ne' quaranta palmi di terra smossa, che sopraposta al terren vergine per uno spazio sì ampio, forma la ripa. Quelle in paragon di queste son troppo poche; onde anche la prima forza, che contrasta a' ripari, e che consiste nel peso del terreno smosso sostenuto dal muraglione, non viene quasi accresciuta più di quello un gran peso di molte libbre si accrescerebbe dal posarvi sopra poche once. Ma intendo bene il mistero. Anno essi, senza ricercare lo stato primiero del sito, pronunciata con poco esame la lor sentenza, e quindi certamente è pur provenuto, che abbiano prescritta la rimozione di detta terra, non essendo possibile, che venga in mente ad uom del volgo, non che a un Perito, che ad un terreno cretoso, e pendente debbano restituirsi le inuguaglià, e le concavità, ricettacoli sicuri di quelle acque che sono sì perniciose.

33. Il pareggiare la cima del muro col riporto della terra, utile, perché lo difende dall'urto delle slamature.

Ma passiam oltre al terzo vantaggio del riporto di quel terreno. L'aver uguagliata la ripa col muraglione, ordinando dietro a questo il riporto di quel terreno, fa un altro molto utile effetto. Fa, che la terra venuta giù dalle slamature della ripa più alta, e distesasi per la più bassa, se giugne mai infino al muraglione medesimo non lo percuota, e aggravando solo il peso del sostenuto terreno, lo sottragga del tutto a quell'impeto così fatale, che la forza viva sentir gli farebbe nella percossa.

34. Si conchiudono i vantaggi del terreno riportato, che non è potuto essere la cagione del danno.

Ecco dunque ad evidenza provato, non solamente non doversi chiamar nocivo; ma piuttosto assai vantaggio il riporto del contrastato terreno; e se prima del termine del lavoro a cose non ancora bene stabilite, a muro ancor fresco, a terreno non ancora rassodato abbastanza si è veduto alcun danno; ecco dimostrato ad evidenza altro dover essere ciò che in appresso accaderà a lavoro compito, eseguite che sieno tutte le sagge idee di chi prescrisse sì acconciamente al bisogno quel che occorreva.

35. Risposta alla seconda opposizione. La dilazione dell'attaccare i Barbacani non condannevole, perché necessaria.

Dimostrata così la totale insussistenza di questa prima accusa, è assai più agevole il dimostrarla per la seconda. Si è peccato contro le regole dell'arte, dicono i Sig. Periti, col non costruire nel tempo stesso col muraglione i barbacani. Dimando

in primo luogo: Comanda l'arte, che si eseguisca una tale avvertenza anche in que' siti, che per la qualità del terreno non lo comportano? Comanda l'arte, che si esponga il lavoro ad un evidente pericolo d'inaspettato interramento, che fatti venire giù ad un tratto i fianchi de' fondamenti cuopra il lavoro già fatto, ed impedisca quel che immane? Comanda l'arte, che per evitare somigliante inconveniente si profundano gli assegnamenti destinati al ben pubblico nel moltiplicare legnami immensi, e sode puntellature? No certamente. Ecco dunque la prima troppo evidente risposta. La necessità non ha legge. Ha ella comandato a' Capi Mastri, che non insieme col muraglione lavorino i barbacani, che non insieme lavorino tutto il muraglione. Non ann' dunque essi peccato contro le leggi dell'arte, nell'ubbidirla.

36. La medesima nulla nociva, perché supplita dalle morse, che fanno lo stesso effetto in questo caso.

Ma che sarebbe se si mostrasse, che questa medesima necessità coll'obligare alla divisione del lavoro, non pregiudica punto alla perfezione di esso, e non reca disavvantaggio? E pure ciò agevolmente si mostra. Tutto l'ufficio principale de' barbacani consiste nel sostenere una parte di quel terreno, che immediatamente tutto si scaricherebbe addosso al muro, e ritoglierne la pressione immediata. Lascio da parte, che savio consiglio de' Periti dell'arte, è di costruire per maggior sicurezza i barbacani di tal grossezza, e sì lunghi, che da se soli possano sostenere la spinta di quel terreno, da cui vengon premuti; nel qual caso o sieno essi attaccati al muro, o distaccati ne sieno ciò punto non rilieva. Consideriamo il vantaggio, che può produrre ne' barbacani la congiunzione col muro. Questo altro non è se non che per vincere i barbacani attaccati al muro stesso, e rovesciarli, o conviene inalzarli assai più facendoli rotare insiem' col muro sù quell'angolo verso la strada, su cui per cadere deve questo aggirarsi; o conviene distaccarli dal muro medesimo nell'atto di rovesciarli l'uno addosso all'altro col far strisciare sul sito stesso di quel distacco la superficie del barbacane sulla superficie del muro. Il primo di tali effetti non suole seguir giammai, e siegue sempre il secondo. Ma per questo secondo abbiamo un ben eguale compenso nelle morse lasciate, e che devono sprofondarsi anche più dentro il muraglione nell'atto stesso di congiungervi i barbacani. Se queste vengono disposte colla debita arte, si impedirà in ogni caso di un più facile distacco del nuovo dal vecchio, lo strisciare del barbacane addosso al muro; e non in altra guisa potrà essere rovesciato, che collo frantumarsi que' denti, que' risalti delle ben conegnate morse, le quali resistendo a tale stritolamento, tutta compenseranno la perdita di quel più tenace attacco.

37. Molto meno nociva, a causa della qualità del cemento, che tardi fa presa. Ma per trionfare più appieno della già tanto ad evidenza abbattuta opposizione; fò un passo più oltre, e dico, che la congiunzione medesima sarà quasi altrettanto forte; quanto stata sarebbe, se il muraglione co' barbacani fabbricato si fosse nel tempo stesso. Non si tratta qui già di mura fabbricate col cemento Romano, dove l'ammirabile pozzolana colla Mattonella antica fà una presa sì celere, e sì tenace,

che con tanta ammirazione de' Forestieri vediamo in una continuata serie di pochi mesi nascere da' fondamenti, elevarsi sopra terra, giugnere alla cima del tetto ed abitarsi quelle gran moli, che altrove richiesti avrebbero molti Lustri. Si tratta di rena, che non fà presa per anni, ed anni, attestando i pratici di que' luoghi, che in Ancona un muraglione di quella mole ne richiede anche 12 per assodarsi. Ed in tal caso, siccome non deve recare meraviglia alcuna il facile diroccamento di quel pezzo isolato, ed ancor tenero; così non deve punto riprendersi quell'Artefice, che ben consapevole della qualità del semento, differì per qualche tempo l'attacco de' barbacani, e molto più avendolo differito per pura precisa necessità, e con una tale avvedutezza, che quando non avesse dovuto seguire la congiunzione, che seguirà, vi fosse pronto un efficace compenso.

38. Risposta alla terza opposizione. L'ordine de' Magazzeni non saputo, o non considerato da' Periti.

Atterrata in questa guisa con evidenza anche la seconda difficoltà, passiamo finalmente alla terza, in cui si taccia di troppo eccessiva la grossezza de' muri, e si accenna, che saria stato più savio consiglio tenerli più bassi, come pure più corti, e più sottili tenere i barbacani. Ma prima di passar oltre, io dimando a' Sig. Periti, se essi sapevano l'ordine dato all'Architetto, di pensare all'erezione della vasta mole de' Magazzeni radoppiati sul muraglione. Un muraglione, che in sito tale sostenendo tutta la spinta delle due ripe, debba insieme servire di fondamento ad un'edificio sì vasto, dovrà condannarsi come troppo eccessivo, e non piuttosto commendarsi come sicuro. Io per me non saprei, se alcun de' due Periti obbligato a fermare l'abitazione sua propria nel Magazzino ideato in quel pendio di scoscesa ripa, con altrettanto coraggio, condannerebbe l'ingrossamento de' muri, con quanto or' lo condanna, e ne prescrive, come troppo necessario per una discreta Economia il restringimento.

39. Incoerenza doppia de' Periti.

Quantunque anche senza punto por mente al Magazzino, io veramente rimango fuor di modo sorpreso, al riflettere, che tutto il grande restringimento a soli 4 palmi riducesi giù nel piantato, e soli 3 e mezzo sù in cima. Lasciata per ora da parte la necessità positiva dell'inalzamento del muro, ed il bisogno, che una maggiore altezza ha di una assai maggiore grossezza, cose amendue, che si proveranno in appresso; io non intendo in conto alcuno, quai principj possano avere adoperati, nell'avanzare una proposizione, che per verità non intendo, dove possa ne pure apparentemente fondarsi. Dio buono! In una così grande incertezza di forze, che fra loro contrastano, quanta ne abbiamo chiaramente dimostrata di sopra, e dove senza limite ben conosciuto può la forza nociva crescere a dismisura; avanzarsi a declamare contro l'enorme intollerabile grossezza di un muro 4 soli palmi più grosso, riconoscendone per adeguato un altro 4 soli palmi più stretto! Non basta. Più mi pare patente una manifestissima contraddizione nell'assegnare per adeguata cagione della rovina di un Muraglione il riporto di poca terra, che defalcato ciò, che riempie le cavità tutte, e le inegualtà del terreno appena in molti luoghi si

inalza poche dita da terra, giudicando, che anche compita l'opera sarà fatale un tal riporto, se via lungi non togliesi quell'aggiunta; e poi contro la sua grossezza inveirsi come troppo esorbitante! Stimare insufficiente per il riporto di poca terra, che in tanti luoghi poco, o nulla si inalza, un muraglione, e giudicarne abbastanza sicuro un'altro 4 palmi più stretto, contro 40 palmi raguagliati di terra ugualmente smossa, e rovinosa! Io veramente confesso, che non l'intendo, se non che sempre più mi confermo, che la scarsezza del tempo a' Sig.ri Periti non abbia permesso di esaminar quanto basta ogni cosa, confrontando collo stato antico il presente, e colle ultime operazioni le prime.

40. Riflessioni dell'Architetto. Inalzamento del muro necessario, che si tira dietro l'ingrossamento.

Pertanto per far vedere anche in quest'ultima parte, la giustissima riflessione, e il maturo, e ben ponderato pensiero dell'Architetto, che ordinò il lavoro; metterò sotto gli occhi in primo luogo la necessità, in cui si è trovato di inalzare il nuovo muro, co' gran vantaggi, che da tale inalzamento derivano, e dietro a ciò l'indispensabile obbligo di quell'ingrossamento, anzi di altro molto maggiore, saviamente supplito coll'allungamento, e ingrossamento de' barbacani.

41. Necessità di alzarlo più sù del vecchio per uguagliare, anzi per superare l'altezza del terreno ricaduto.

In primo luogo non vi ha alcun dubbio, che essendo principalmente diretto il Muraglione per tener ferma la ripa, ed impedire al terreno lo scorrere giù nella strada; conveniva, che questo fosse di tale altezza, che ne potesse fermare il moto, ed arrestare ogni corso. Per tal effetto avendo le slamature posteriori inalzata giù in fondo la ripa meno declive, sicchè aveva già sormontato, e ricuoperto in più luoghi il muro vecchio, conveniva in primo luogo elevarsi considerabilmente più sù dello stesso antico muro fino alla cima del terreno sopravvenuto. Indi neppur bastava inalzarlo solo fino alla superficie di un tal terreno, e ivi fermarlo, se si voleva provvedere al futuro; ma per impedire i progressi alla terra, che dalla ripa più erta ne sarebbe di mano in mano caduta, conveniva elevarsi più sù fino a quel limite, che saggiamente gli fu destinato.

42. Ragione meccanica della presente pendenza delle ripe.

Per dimostrare ciò con chiarezza, conviene richiamare alla mente ciò, che più sù si è notato, che la pendenza della ripa più bassa era prima di cominciare i lavori di incirca 22 gradi di elevazione sull'orizzonte. Non si persuade già alcuno, che tal pendenza sia punto fortuita, e casuale. È essa sicuramente fondata in una patente legge di Meccanica, che darò facilmente ad intendere. Si è rilevato più sù nel rispondere alla prima difficoltà, che lo strofinamento delle superficie de' corpi gravi non lascia a questi libera la discesa per ogni piano inclinato, quando anche non abbiano dalla scambievole tenacità impedimento alcuno alla discesa dimodo, che la discesa medesima non cominci, che in una elevazione di 20 gradi a un dipresso. Che se al semplice strofinamento qualche tenacità delle parti si aggiunga; maggiore a proporzione di questa dovrà essere quella elevazione del

piano, che per la discesa richiedesi. Quindi certamente ne viene, che quella ripa più erta, come quella, che composta si vede di terren vergine, e sodo, si va pur sostenendo colla forza di una maggiore tenacità in elevazione, di tanti gradi maggiore, ne giù precipita, che quando indebolita o dall'acque penetratele addentro, o da cocenti raggi del Sole, o da qualunque altra cagione quella connessione di parti in alcun sito, ivi rompesi, e abbandonata al suo peso la terra, per quel piano inclinato discende.

43. Pendenza della ripa più bassa perché tanta?  
Dalle discese di questa terra si è certamente formata tutta quella aggiunta di 40 palmi di terra smossa, che ricuopre il terren vergine della ripa più bassa. Questa per la pendenza di quella ripa medesima dovrebbe da se stessa discendere fino, che ingrossandosi essa a poco a poco in fondo, e diminuendosi l'inclinazione, si riducesse ad un angolo tanto solo maggiore di 20 gradi, quanto o la scabrosità delle sue parti maggiore dell'ordinaria, o la tenacità delle medesime benché sciolta in parte, e diminuita, lo richiedesse. Questa pendenza in un terreno cretoso, ancorché smosso sarà dovuta arrivare a varj angoli sopra la mezzana misura di 20. Ma come l'impeto concepito nella prima discesa per la ripa erta aiuta la continuazione della medesima, anche per un pendio minore alquanto; si è da se naturalmente distesa in que' 22 gradi, che dal modello ricavati si sono.
44. Inalzamento ordinato del muro, necessario per impedire gli effetti delle slamature superiori.  
Questa pertanto è una pendenza, che basta precisamente alla ripa più bassa per sostenersi in se stessa colla propria tenacità, e scabrosità delle parti, e a trattenere la caduta ulteriore delle slamature più alte, che con un'insolita quantità di materia, non escano dall'ordinario. Ma se coll'andare del tempo le slamature medesime rialzando il terreno nel confine delle due ripe, come pure è necessario, che siegua; si accresca niente il pendio, e l'angolo, che quel piano forma coll'orizzonte divenga punto maggiore; discenderà giù la terra, e quando il nuovo muraglione non si alzi, sormontatolo, tornerà tosto ad ingombrare la strada, ed a' Cittadini recherà quell'incomodo, per impedire il quale si è cominciata l'impresa. Savissimo per tanto provvedimento è stato quello dell'Architetto di venir sù col muraglione fin tanto, che agguagliato fra la sua cima, e il fondo dell'erta ripa il piano, rimanga questo considerabilmente meno inclinato, come gli ha fatto; mentre tirata nel modello medesimo una linea, che rappresenti detto piano, si trova essa soli 17 gradi in circa elevata sull'Orizzonte.
45. Maggior alzata desiderabile, e supplita co' Magazzeni.  
Anzi considerando attentamente la cosa, converrebbe a mio giudizio inalzare il muraglione qualche cosa ancor d'avantaggio sì che della cima della più erta ripa tirando un piano fino alla cima del muro rimanga questo soli 24, o 26 gradi in circa elevato sull'Orizzonte; nella quale elevazione par che da se si sostenga questa qualità di terreno, ove le acque trovino lo scolo libero per la sua superficie ben agguagliata. Se non che ci rende molto vicini a una tale elevazione il riflettere,

che le nuove slamature dell'erta ripa devono pure abbassare alquanto la sua cima a poco a poco, e i magazeni, che si devono sollevare tanto più alti, con alcuni palmi di muro, che riman libero fino all'altezza delle finestre, potranno supplir col tempo alla minore elevazione del muro, che li sostiene.

46. Conchiudesi la necessità dell'inalzamento, e si conferma coll'idea de' Magazzeni. Questa è una pruova evidente della indispensabile necessità, e gran vantaggio di quella maggiore elevazione di muro, che se avessero i Sig. Periti più attentamente considerata, non avrebbero condannata sì agevolmente. Non è però essa l'unica mira, che dovette aver l'Architetto nell'ordinare quella maggiore elevazione. Il magazzino, a cui pensavasi, lo costringeva ad inalzarsi verso la strada non tanto solo, quanto richiedeva in quel sito l'altezza del ricaduto terreno; ma quanto lo richiedeva l'altezza stessa là dove andar doveva incontro all'alzamento della ripa medesima, e a qualche maggiore accrescimento di essa, che le slamature future facevano giustamente temere là ove esso doveva distendersi in larghezza, per non esporlo al pericolo di vedere in breve tempo ricoperto il suo muro, ed interrate le sue finestre.
47. Ingrossamento corrispondente ricavato dalla considerazione delle forze, e dal confronto del muro vecchio rovesciato col nuovo ordinato. Dimostrata in questa guisa una indispensabile necessità del male disapprovato inalzamento, resta facile a dimostrarsi la necessità della maggiore grossezza, e la totale ragionevolezza di quella, che fù prescritta. Quantunque delle due forze, con cui resiste il muro all'urto del terrapieno, che regge, che, come si è avvertito di sopra, sono il proprio peso e la tenacità di quella superficie, che devesi distaccare dal fondamento per rovesciarlo; questa seconda, che quivi è molto considerabile, per la tanta grossezza in sì poca altezza di muro, in paragone del peso, sia incognita affatto, come quella, che dalla qualità del cemento dipende assai; e nell'una, nell'altra possa in conto alcuno paragonarsi colle altre, che o aiutano o impediscono la sua caduta; pure confrontando le relazioni alquanto più conosciute, che queste forze incognite in se stesse anno, nell'agire sù due muri di diversa grossezza, ed altezza si caveranno delle utili riflessioni, paragonando il muro vecchio caduto, col nuovo sostituitogli, che riguardando il sopraterra raguagliato è quasi accuratamente il suo doppio in altezza, e prossimamente il doppio pure in grossezza.
48. Resistenza del peso di un muro al doppio alto, e grosso raddoppiata tre volte. Se si confrontino i pesi da una parte del terreno smosso, che spinge, dall'altra del muraglione che resiste all'essere rovesciato, e nulla si consideri la tenacità delle parti di questo; si trova qualche piccol vantaggio nel muraglione al doppio più alto, e al doppio più grosso, sopra l'altro al doppio più basso, e più sottile. Imperocché la resistenza di un tale muro ad essere rovesciato si raddoppia tre volte, e la pressione del contiguo terreno è un poco più grande, che se si raddoppiasse due volte. Si concepisca diviso l'uno, e l'altro muraglione in un qualunque ugual numero di particelle. Ogn'una di queste sarà al doppio più grande nel primo per



la doppia altezza, e parimente per la doppia grossezza più grande al doppio; come pure doppia sarà la leva, con cui ciascuna parte del primo resisterà, ricavandosi dalla doppia grossezza, che la linea perpendicolare calata da ciascuna di esse giù nella base, al doppio più lontana rimarrà da quell'orlo, intorno a cui convien si aggiri il muraglione nel rovesciarsi. Così rimarrà chiaro, che tre volte raddoppiata sarà la resistenza del muro, che a doppia altezza congiunge grossezza doppia.

49. Spinta del peso del terreno raddoppiata più, che due volte.  
Ma se si metta in conto il terreno, che spinge; si trova da una parte doppia a un dipresso la quantità del medesimo, giacche deve col tempo a poco a poco ridursi a quella stessa pendenza, in cui da se si sostenga, e cresce parimente al doppio la leva, con cui opera tutto quel masso, del quale all'inalzarsi essa al doppio, si inalta anche al doppio il centro di gravità, con questo solo vantaggio, che essendo la grossezza del terreno smosso presentemente assai minore sù alto tra l'una, e l'altra ripa, che giù vicino al muraglione, e dovendosi col tempo per ritenere l'inclinazione a un dipresso la stessa per tutto ugualmente ingrossare, crescendo in cima alquanto più, che al doppio la grossezza di questo masso, alquanto più ancor del doppio s'inalzerà il suo centro di gravità, e la leva. D'onde ne viene, che questa spinta sarà alquanto maggiore, che se fosse raddoppiata due volte.
50. Paragone delle forze che più importano. Resistenza della tenacità del muro raddoppiata due volte; pressione che nasce dal gonfiamento, e considerata fin dove si può, raddoppiata pur due volte.  
Ma come che già di sopra si è dimostrato, che qui la considerazione de' pesi è la meno importante; passiamo all'altra della tenacità delle parti nel muro, e del gonfiamento della terra cagionato dall'acqua. Si raddoppia la prima resistenza solamente due volte; giacché divisa pure in un qualunque eguale numero di particelle la superficie, in cui si forma il distacco nell'uno, e nell'altro muro; si troverà doppia nel maggiore ciascuna particella, che si distacca, e doppia del pari la sua distanza dall'orlo, intorno a cui si aggira il muro. Dall'altra parte nella doppia quantità di terreno la grandezza delle particelle proporzionali parimente doppia, e il sito dove ciascuna urta nel muro essendo al doppio sollevato sopra la base; sarà parimente al doppio più grande la leva. Onde se altro non si metta più in conto; appunto lo stesso in amendue sarà il rapporto di dette forze, raddoppiandosi e l'una, e l'altra due volte. Così nelle forze, che meno agiscono, vi sarebbe alcun vantaggio assai piccolo nel muro al doppio grosso con doppia altezza, e la medesima rimarrebbe la condizione di due nell'altre, che più devono considerarsi.
51. Necessità di garantirsi di più, ricavata dalla caduta del muro vecchio, e dalle incertezze, che rimangono.  
Ma che vantaggio si sarebbe con ciò ricavato da tante spese? Il muro vecchio non è bastato a sostenere la ripa; anzi rovesciato, ed infranto, ha dovuto cedere il campo alle forze nemiche. Non dovrebbe con ragione temersi una tale disavventura a presenti nuovi lavori? Che sarà poi se si aggiunga quella incertezza, in cui ci troviamo della proporzione, con cui si vada distribuendo nelle diverse altezze

quell'acqua, che penetra, e le rigonfia, e con cui queste così disugualmente gonfiate, e premute resistano? Nulla si potrà stabilire con sicurezza sù questo punto, rimanendoci un ben fondato timore, che sospende il giudizio, e ci consiglia ad appigliarci a' ripieghi più cautelati. Noi non sappiamo con qual eccesso la forza, che dianzi tirava a rovesciare il muro vecchio, l'abbia finalmente sopraffatto ed infranto. Vediamo, che a considerarsi, quanto ci è permesso le cose, quasi quasi noi ci troviamo alla stessa proporzione di prima, e non sappiamo precisamente di quanto questa contraria ci sia, o favorevole; e sù tal dubbio si deve avventurare tanto travaglio, tanto dispendio? No certamente, che ciò sarebbe un operare del tutto a caso; anzi un evidente arrischiarsi ad un esito infelice, ad una rovina del tutto irreparabile. Fu perciò savio consiglio il garantirsi co' barbacani ingrossandoli, ed allungandoli tanto, che l'incertezza delle difese rimanesse da questi assorbita in maniera, da non temerne sinistro incontro.

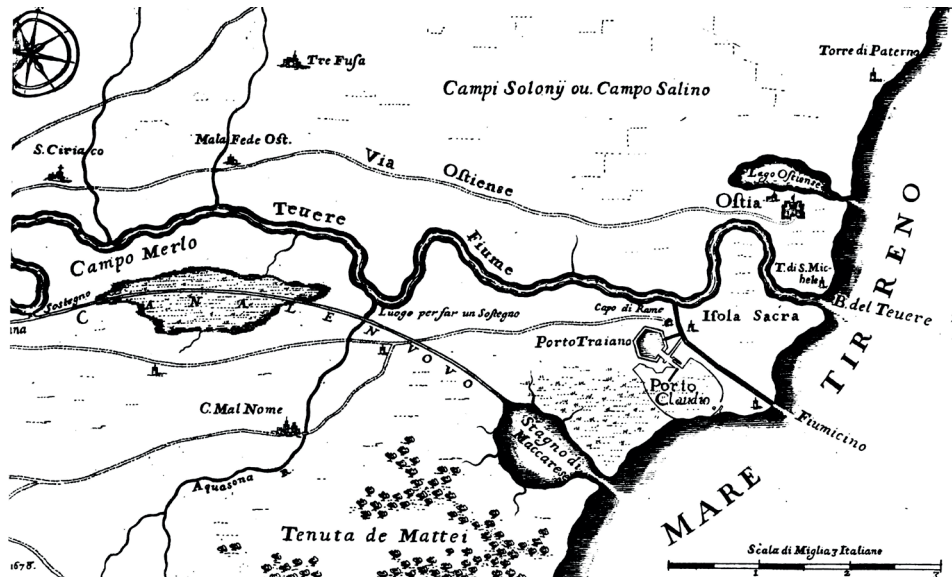
52. Necessità anche di maggiore difesa supplita co' Magazzeni.

Anzi se debbo confessare sinceramente come la sento, quasi quasi mi nascerebbe un forse non del tutto irragionevole timore della troppa debolezza de' medesimi ripari, almeno per que' tempi da noi più remoti, ne' quali accresciuta vieppiù colle nuove slamature la ripa; verrà con maggior forza ad urtare il sostegno; se non che mi rincoraggisce anche per un tal caso il peso de' Magazzeni, che senza fallo sarà di grande aiuto al muraglione aggravato da essi, e unitamente con quello toglierà via ogni pericolo.

53. Sicurezza della sentenza favorevole. Fortuna de' presunti Rei, che fan conoscere le savie loro riflessioni.

Così mi sembra finalmente messa abbastanza al coperto anche l'altezza dell'ordinato muro, la sua grossezza, la qualità de' barbacani, e tutto insieme il tanto bene ideato lavoro. Insomma o si consideri questa causa colla ragione estrinseca, confrontando l'autorità di tanti uomini sì valenti, con quella de' due Periti; o si considera il peso intrinseco delle ragioni; mi sembra, che sì chiaramente risulti l'equità della Causa da me difesa; che sì fattamente spicchi per ogni parte il savio provvedimento, e il ben inteso regolamento di chi ordinò un riparo sì proporzionato al bisogno, e di chi sì avvedutamente ne cominciò l'esecuzione; che mi sembrano anzi fortunatissimi per l'opportuna occasione presentatasi con questa loro intentata lite, di far conoscere a tutti que' saggi pensieri, quelle provide mire, che qui si producono, e altrimenti rimaste sarebbero seppellite in una perpetua dimenticanza.

## Progetto per un porto a Maccarese (1750 ?)



Particolare della pianta di Meyer<sup>9</sup>

Boscovich fu interpellato per valutare la possibilità di rendere navigabile lo stagno di Maccarese<sup>10</sup>, ritenuto più vantaggioso rispetto alle località di Ostia e Porto, e di convertirlo nel nuovo porto di Roma, sostituendolo alla foce di Fiumicino. Già tra il XVII ed il XVIII secolo era stata avanzata questa proposta, ma nessun progetto sarebbe stato attuato a causa del costo ingente e dell'esito incerto dell'operazione<sup>11</sup>.

Nell'esprimere il proprio parere Boscovich non rivelò il nome dell'autore del progetto, inoltre non fornì indicazioni temporali precise, ma nel manoscritto fece riferimento alla "ultima diligentissima livellazione" del Tevere, compiuta da Andrea Chiesa<sup>12</sup>. Dal

<sup>9</sup> MEYER [1685], parte II, cap. I.

<sup>10</sup> Prima della bonifica integrale, il territorio di Maccarese apparteneva alla famiglia Rospigliosi, originaria di Pistoia, trasferitasi a Roma a seguito dell'elezione nel 1667 del cardinale Giulio (1600-1669) a pontefice col nome di Clemente IX.

<sup>11</sup> SEGARRA [2004], pp. 145-150.

<sup>12</sup> Ingegnere ed idraulico bolognese, Andrea Chiesa nel 1743 era stato chiamato a Roma da Benedetto XIV per studiare le cause delle inondazioni del Tevere. Insieme a Bernardo Gambarini fu autore di una livellazione del Tevere: *Pianta del Corso del Tevere e sue adiacenze* (Roma, 1744). Dall'esame dei due periti scaturì l'opera *Delle cagioni e de' rimedi delle inondazioni del Tevere* (Roma 1746, presso De Rossi).

momento che questa risaliva al 1744, il documento può essere collocato tra la fine degli anni quaranta e l'inizio degli anni cinquanta del Settecento.

L'autore del progetto aveva proposto di far entrare le imbarcazioni attraverso lo stagno di Maccarese, anziché per Fiumicino, mediante la realizzazione di un canale, che avrebbe collegato lo stagno e Ponte Galera, e lo scavo di un porto presso Ponte Galera, capace di accogliere un gran numero di navi. I lavori che si suggerivano erano: lo scavo di un canale di larghezza e profondità adeguate, opportunamente arginato; lo scavo del porto a Ponte Galera, sufficientemente ampio e profondo; una chiusa a Ponte Galera per consentire l'accesso alle barche dal fiume nel porto; quattro cassoni alla foce di Maccarese per mantenere il fondo. L'autore della scrittura pensava che, fatti questi lavori, l'opera non avrebbe richiesto ulteriori interventi e il canale avrebbe mantenuto da sé il suo fondo. Egli affermava che: 1. la spiaggia intorno alla foce dello stagno aveva sempre mantenuto il suo fondo; 2. lo stagno era un lago che aveva sempre mantenuto il suo fondo e libera la foce; 3. la distanza da Ponte Galera alla foce era di 7 miglia; 4. l'altezza del Tevere a Ponte Galera rispetto alla superficie del mare era di 2.5 palmi. I motivi per cui, secondo l'autore, si doveva spostare l'ingresso a Maccarese erano una maggiore facilità di accesso ed una maggiore sicurezza per le imbarcazioni che giungevano a Roma. Inoltre lo scavo a Ponte Galera avrebbe consentito di avere un porto sicuro, durevole e più vicino alla città. Se si fosse realizzata quest'opera, secondo l'autore, si sarebbero potuti abbandonare i lavori delle passonate di Fiumicino poiché reso libero il fiume si sarebbe scavato il fondo, evitando interrimenti, rigurgiti e inondazioni frequenti. Boscovich precisò che l'idea di dirigere la navigazione per lo stagno di Maccarese era un progetto dell'ingegnere Cornelius Meyer<sup>13</sup> e che l'autore della scrittura si era limitato a proporre lo scavo del porto a Ponte Galera.

Interessandosi al problema dell'interrimento del porto di Fiumicino, Meyer aveva suggerito di abbandonare la foce di Fiumicino e di realizzare un nuovo porto più lontano dalla foce del Tevere, da collegare a quest'ultimo mediante un canale. La località ritenuta più adatta era Maccarese, dove si trovava uno stagno che poteva essere facilmente adattato a bacino portuale. L'opera era ritenuta semplice poiché riguardava terreni bassi e facili da scavare, inoltre lo stagno appariva un sito stabile e fisso<sup>14</sup>. La proposta di Meyer, che veniva discussa in *L'arte di restituire a Roma la tralasciata na-*

---

<sup>13</sup> Cornelius Meyer (Amsterdam, 1630 - Roma, 1702), ingegnere idraulico olandese, era giunto a Roma nel 1675. Su richiesta del pontefice Clemente X scrisse un parere sul progetto di rendere navigabile il Tevere da Perugia a Roma, compiendo una ricognizione sui luoghi risalendo il corso del fiume. Nel delineare il progetto sulla navigabilità del Tevere, Meyer si era avvalso della collaborazione del pittore suo connazionale Gaspar Van Wittel. Si occupò della direzione dei lavori sulle ripe del Tevere e della Nera presso Orte ed effettuò perizie a ponte Felice presso Magliano Sabina (1692-98). Partecipò a sopralluoghi a Fiumicino per le passonate e per sgombrare il porto da una nave che vi era affondata. Nel 1700 gli furono affidati alcuni lavori al nuovo ponte di Anzio e gli fu conferito l'incarico della bonifica delle paludi pontine. Per notizie biografiche si veda la scheda a cura di Simonetta Pascucci, in CONTARDI - CURCIO [1991], pp. 401-403.

<sup>14</sup> SEGARRA [2004], p. 146.

*vigazione del suo Tevere* (Roma 1685, parte II), non fu realizzata, ma il problema della navigazione del Tevere continuò ad essere oggetto di dibattito<sup>15</sup>. Tra i progetti proposti alcuni erano fattibili, ma non di immediata esecuzione, altri pur innovativi, rimasero inattuati per motivi di carattere economico, altri ancora erano totalmente irrealizzabili. A quest'ultimo gruppo apparteneva un *Progetto per l'introduzione del fiume Galera*, presentato da Serafino Colombini nel 1726 e consistente in un canale di collegamento col mare sopra Fiumicino, che fosse il più rettilineo possibile<sup>16</sup>.

Boscovich riteneva che quest'ultima proposta, che “neppure meriterebbe il nome di porto”, fosse priva di vantaggi e che la spesa per realizzarla fosse grandissima. Il progetto di Meyer sarebbe stato vantaggioso se si fosse potuto ridurre lo stagno di Maccarese “ad uso di porto” e se si fosse avuto all'imbocco un fondo sufficiente.

Secondo l'autore lo stagno manteneva sempre aperta la foce, mentre a Boscovich risultava che spesso questa si chiudesse anche per piccole imbarcazioni; egli era inoltre poco convinto dell'utilità dei quattro cassoni prescritti all'imbocco della foce. Riteneva poi che la spiaggia dovesse crescere continuamente, così come succedeva a Fiumicino, dal momento che i venti spingevano le torbide del Tevere verso la foce di Maccarese. La chiusa proposta a Ponte Galera era durevole, ma non era detto che il canale avrebbe mantenuto scavato da solo il proprio fondo, poiché il Tevere avrebbe continuato ad entrarvi con le sue torbide. Dunque le deposizioni sarebbero continuate e si sarebbe dovuto prevedere qualche dispositivo per mantenere il fondo scavato. In merito allo stagno, l'autore della scrittura lo considerava come un lago, ma, osservava Boscovich, i laghi solitamente erano ricchi d'acqua, mentre quello di Maccarese si presentava piuttosto simile ad una palude a causa dei bassi fondi e degli acquitrini sparsi. Dal tempo di Meyer le cose erano cambiate, ora si doveva vedere se lo stagno fosse capace di grossi bastimenti e in quale parte, se la causa dell'innalzamento del fondo fosse solo il torrente Arone o se intervenissero anche altri fiumi e per fare ciò si dovevano consultare documenti sull'antico stato del luogo. Boscovich non concordava sulla lunghezza del canale da Ponte Galera alla foce, da lui valutata pari a 5 miglia e non a 3, di cui nessuna navigabile. Era falsa anche l'altezza del fiume a Ponte Galera di 2.5 palmi: infatti nell'ultima livellazione fatta da Chiesa nel 1744 essa risultava di quasi 7 palmi in periodo di magra, dunque in inverno doveva essere anche maggiore.

Boscovich era contrario alla proposta di abbandonare e disfare le passonate di Fiumicino perché riteneva che si sarebbe ottenuto l'effetto contrario rispetto a quello atteso dall'autore della scrittura, ossia togliere gli interrimenti allo sbocco e aumentare la pendenza. Le inondazioni di Roma non erano dovute al rigurgito: in quel caso la velocità dell'acqua sarebbe diminuita e l'innalzamento sarebbe stato maggiore allo sbocco, invece a Roma il Tevere era più veloce e più alto che non a Fiumicino. Bo-

<sup>15</sup> Una proposta di questo genere era stata elaborata già nel 1671 da Cosmo Ferdinando Muti, *La Tiberiade ... ove si tratta del modo di render navigabile il Tevere con un nuovo taglio, e del sicuro porto nella sua imbocatura* (Roma 1671), ma l'autore aveva escluso la zona di Maccarese come sito per il nuovo porto poiché essa era soggetta ad un forte e continuo interrimento.

<sup>16</sup> Sull'argomento si vedano: SIMONCINI [1995], p. 40; SEGARRA [2004], pp. 147-148.

scovich concluse che le inondazioni erano dovute alla maggior quantità d'acqua che passava per Roma e consigliò di restringere il fiume, obbligandolo a mantenere il suo fondo cosicché durante le piene potesse scaricare l'acqua in eccesso senza inondare le campagne circostanti.

Per facilitare il commercio e la navigazione di Roma sarebbe stato di "sommo giovamento" ridurre a porto lo stagno di Maccarese e metterlo in comunicazione col Tevere a Ponte Galera mediante un canale e una chiusa, ma sarebbe stato "improprio" lo scavo di un porto a Ponte Galera. Boscovich suggerì di confrontare lo stato presente e antico dello stagno, della foce e della spiaggia, di vedere in quale parte il fondo fosse più idoneo per essere trasformato in porto e di usare la terra scavata per arginare i siti da cui potevano entrare le torbide. Sarebbe stato opportuno fare una visita di tutto il tratto del canale, facendo livellazioni e determinandone la lunghezza precisa in modo da poter fare un preventivo di spesa per lo scavo dello stagno, della foce e della spiaggia. In base alla profondità della spiaggia si sarebbe valutato il numero di cassoni necessari. Nell'ordine si sarebbero dovute eseguire le seguenti operazioni: scavare la foce e la spiaggia buttando i cassoni e poi attendere un paio d'anni per vedere se l'impeto del mare contro di essi avesse variato o meno il fondo antico. Da questo infatti dipendeva il buon esito del progetto.

Tra il 1758 ed il 1759 Domenico Sante Santini fu autore di un *Progetto riguardante la nuove foce da farsi per il Fiume Tevere nello stagno di Maccarese con diriggere un canale dal detto stagno per la linea retta fino a Ponte Galera*. Santini aveva rilevato due difetti all'imboccatura del Tevere: l'entrata, di direzione contraria rispetto alla corrente del mare, e il continuo avanzamento della spiaggia a causa delle deposizioni del fiume. I bassi fondali alla foce del Tevere rendevano difficoltoso il transito delle imbarcazioni, inoltre le acque del fiume, soprattutto durante le piene, avevano difficoltà a defluire, rimanendo intrappolate e incrementando i depositi di arena alla foce, cioè nel punto in cui si richiedeva una maggiore profondità, contribuendo a rallentare la velocità della corrente e a dilatare eccessivamente l'alveo. Per ovviare a tale inconvenienti Santini propose di spostare il porto per il commercio marittimo nello stagno di Maccarese. La distanza tra Roma e Fiumicino lungo il Tevere era di 18 miglia, mentre il tratto compreso tra Roma e la foce di Maccarese, passando per Ponte Galera, era di circa 16 miglia. Questa seconda soluzione presentava il vantaggio di un alveo più stretto e profondo, dunque più adatto alla navigazione. Santini ipotizzò un canale che da Ponte Galera raggiungesse lo stagno e poi la foce di Maccarese. Il dislivello tra le acque del Tevere e quelle dello stagno si sarebbe potuto superare con la costruzione di chiuse, che avrebbero consentito di controllare l'ingresso dell'acqua nel canale e dunque di conservare lo stagno pulito e sicuro, senza bisogno di spese per il suo mantenimento. In questo modo non sarebbero più state necessarie le passonate alla foce e si sarebbe restituito al fiume il suo libero corso. Il progetto di Santini rimase irrealizzato anche a seguito dei cambiamenti istituiti dal pontefice Clemente XIII. Nel *Chirografo* del 20 dicembre 1760 furono individuate due tipologie di lavori da fare nel Tevere: la manutenzione dell'alveo

sarebbe rimasta alla Camera Apostolica, mentre ai proprietari dei terreni vicini al fiume sarebbero spettati i lavori per il mantenimento, mil riparo, l'arginatura e la fortificazione delle ripe<sup>17</sup>. (*mgl*)

*Parere su d'un progetto di voltare la navigazione di Roma da Fiumicino a Maccarese*<sup>18</sup>

Essendomi stata data a vedere una Scrittura, in cui si propone di mutare la navigazione di Roma, facendo entrare i bastimenti per lo Stagno di Maccarese piuttosto, che per Fiumicino, e richiedendosi in breve il mio parere, metterò prima in ristretto il progetto, che si contiene nella Scrittura medesima, indi dirò quello, che a me ne sembra.

Si propone in detta scrittura di fare un canale da detto Stagno fino a Ponte Galera; e verso Ponte Galera fare un porto, col farvi uno scavo grande capace di quanti bastimenti uno vuole.

A questo effetto si propongono i seguenti lavori. Lo scavo del canale in larghezza di palmi 80, e profondità, che si giudicherà opportuna, con degli scansi ad ogni tanto per li bastimenti più grossi, che vi si incontrassero, facendo colla terra scavata gli argini allo stesso canale: lo scavo del porto in ampiezza, e profondità, che si giudicherà opportuna: una chiusa, o sostegno a Ponte Galera, per far entrare le barche dal fiume nel porto, e viceversa: quattro cassoni alla foce di Maccarese per mantenervi il fondo collo sbattimento delle acque.

Si crede, che fatti una volta questi lavori l'opera resterà eterna senza bisogno di lavori nuovi, e il canale manterrà da se il suo fondo.

In ordine a' fatti presenti si afferma 1° che la spiaggia intorno alla foce dello Stagno ha sempre mantenuto il suo fondo, avendolo al doppio di quella di Fiumicino. 2° che lo Stagno è come un Lago, anzi si nomina lago, il quale habbia senza alcuna arte mantenuto il suo fondo, e libera la foce. 3° che da Ponte Galera alla foce vi sono sette miglia, delle quali per relazione del Meyer vene sieno tre sole fino allo Stagno. 4° che il fiume a Ponte Galera è alto soli palmi 2. ½ più del mare.

Per motivi da portare l'ingresso alla foce di Maccarese si porta 1° l'ingresso ivi più facile, che a Fiumicino per essere l'imboccatura più difesa dalla corrente del mare, e affatto difesa dallo Scirocco. 2° più sicuro e costante in ogni tempo dell'anno il venire a Roma pel fondo, che nel canale si mancherebbe costante fino a Ponte Galera, di dove fino a Roma il Tevere più ristretto ha più fondo; dove ora, si dice, che nel canale di Fiumicino spesso l'estate manca l'acqua, e le grandi deposizioni fatte dalle acque torbide delle escrescenze, ingombrano il fondo.

Per motivi da fare il grande scavo a Ponte Galera si porta il vantaggio di avere un porto *incomparabile il più sicuro, difeso e durevole, che abbia fin'ora veduto il mare,*

<sup>17</sup> SEGARRA [2004], p. 74n, 147-150.

<sup>18</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 38, cc. 7.

e di averlo sole 8 miglia lontan da Roma potendo ogniuno andarvi facilmente a provvedersi de' varj generi.

Si dice che i Romani non pensarono a fare in questa guisa un porto più vicino a Roma di quello di Traiano, perché *tutti rivolti alla guerra, e per quella via ricchissimi, e potentissimi poco sempre curarono ogni genere di commercio.*

Fatta quest'opera, si prescrive, che si abbandonino e anche rovinino tutti i lavori delle passionate di Fiumicino affermandosi, che resa la libertà al fiume, ove imbocca in mare, si leverebbero gli intterimenti che esso ivi fà, e si scaverebbe il fondo sul luogo stesso onde si toglierebbe il rigurgito e la frequenza delle inondazioni coll'abbassarsi anche il letto fin a Roma dall'accrescere la pendenza.

Questo è tutto il ristretto della Scrittura, intorno a cui avverto in primo luogo, che il voltare la navigazione per lo stagno di Maccarese con un canale fino a Ponte Galera è progetto del celebre Meyer citato anche dall'Autore della Scrittura, e l'Autore medesimo di suo vi aggiunge solamente lo scavo del gran porto a Ponte Galera.

Ora io son di parere, che questa aggiunta non cammini per alcun verso. La spesa sarebbe grandissima senza vantaggio. Imperocche le barche, che entrate per la foce di Maccarese avessero da andare a Roma senza fermarsi a Ponte Galera dovrebbero tirare innanzi addrittura, e al più basterebbe per esse umpoco di largo per potere fermarsi umpoco se sene incontrassero più d'una, finché la chiusa si riempisse per salire: ma come la salita sarebbe assai piccola, così questo arrestare sarebbe brevissimo, e ogni piccolo scanso basterebbe. Che se l'aspettare provenisse dalle escrescenze grandi, o altri ostacoli, che non permettessero la navigazione del Tevere per un tempo più lungo sarebbe lo stesso l'aspettare giù nello Stagno, che poche miglia più sù.

Alle barche poi, che non dovessero andar a Roma, ma caricare la loro roba, e mandarvela molto meglio tornerebbe lo scaricarla piuttosto nello Stagno stesso in altre barche o magazeni. Queste robe, sempre tornerebbe meglio, il mandarle a Roma per acqua, che per terra, e il mandarvele dallo Stagno, e da detto porto sarebbe lo stesso.

Dall'altra parte non solo non sarebbe un tale porto il migliore di quanti ne ha veduti il mare; ma neppure meriterebbe il nome di porto. Lo stesso non trovarsi esempio di chi per accostare un porto ad una Città si sia messo a fare uno scavo in mezzo a un'aperta campagna più miglia lontan dal mare, e dalla Città stessa, dovrebbe bastare per comprendere l'insussistenza di un tal progetto. La bontà de' porti non dipende solo dalla sicurezza, e allontanamento dalle tempeste, ma dalla facilità dell'entrarvi e uscirne; sicché sul mare stesso un porto, che per uscirne, o per entrarvi richieda un vento diverso da quello, che richiede il viaggio de' bastimenti, non è stimato punto. Or si figuri ogniuno che porto sarebbe quello, il cui accesso richiedesse il rintanarsi più miglia dentro terra con un canale. Che i Romani non vi abbiano pensato, *perché poco sempre curarono tal genere di commercio* è proposizione che basta il solo udirla per rimanerne sorpreso. E a chi mai non sono note le diligenze e profusioni de' Romani, per rendere facile per barca l'accesso a Roma bisognosa sempre di una immensa quantità di robe per l'innumerabile suo popolo?



In ordine al progetto del Meyer, credo, che sarebbe assai vantaggioso quando si potesse ridurre lo stagno ad uso di porto, e aversi alla sua imboccatura un sufficiente fondo. Il vantaggio non solo si avrebbe per li due motivi esposti di sopra del fondo costante del canale e dell'essere la bocca difesa più dallo Scirocco e dalla corrente del mare, ma perché è infinitamente più facile l'imboccare in un canale di acqua quieta, che in un fiume, il quale colla stessa copia d'acqua necessaria per entrar vi ributta.

Ma conviene prima esaminare bene le due condizioni che ho messe qui, e sono le prime due delle quattro cose affermate dall'Autore della Scrittura esposte da me di sopra.

In primo luogo intorno alla condizione dello Stagno il Meyer afferma che esso ha gran fondo e che sempre se l'è mantenuto e l'Autore della Scrittura lo considera come un lago. I laghi sogliono essere tutti pieni d'acqua e con del fondo, mentre gli stagni sogliono avere de' gran luoghi paludosi, e bassi fondi, e acquatrini semplici sparsi per tutto. Questo di Maccarese so di certo, che è così. Convien dunque esaminare, quanto spazio vi è in esso, che abbia fondo capace di grossi bastimenti, e in che sua parte. Quanto ve ne fosse al tempo del Meyer, ei non l'esprime, ma so, che da quel tempo in qua è scemato di molto, e che l'Arone introdottosi colle sue torbide l'ha riempito in molti luoghi con danno notabile della Ecc.ma casa Rospigliosi.

Convien inoltre esaminar bene se veramente l'Arone sia stato l'unica cagione dell'alzamento del suo fondo, o anche lo alzino altri torrenti e fossi, che vi metton dentro. Cioè convien ricercare ne' documenti, che nella sudetta casa forse vi saranno, o si dovranno trovar'altrove, lo stato antico dello Stagno, e assicurarsi se è vero, quanto afferma il Meyer, se detto Stagno stabilmente da se si mantiene il suo fondo.

Se poi in oggi lo Stagno non avesse un tale fondo, credo certamente, che non basterebbe lo scavarvi un semplice canale, che lo attraversasse, perché l'acqua da se stessa slamerebbe le pareti dello scavo, se le medesime non fossero tenute sù da passonate assai dispendiose, ma converrebbe scavarne il fondo in una grande ampiezza, e formarvi come un gran lago, per rendere stabile lo stato suo.

In secondo luogo conviene ben'esaminare la spiaggia intorno alla foce, e la foce stessa. L'Autore della Scrittura afferma, che lo Stagno mantiene sempre aperta essa foce. Io ho sentito più volte, che spesso detta foce si chiude anche per le barchette piccole. Questo è un punto sostanziale, che richiede un esame, ed essendo un fatto si può facilmente ricavare.

Si avverta poi bene, che nella foce, e nella spiaggia vi vuole ivi un fondo a molti doppj maggiore di quello della spiaggia di Fiumicino. Intanto a Fiumicino si imbecca, in quanto il fiume ristretto colle passonate per un pezzetto dentro il mare, colla velocità del suo corso scava un canale per un pezzo avanti nella stessa dirittura, e se i bastimenti non si mettono dentro questo canale, o solco, son perduti. Fuor della foce dello Stagno non vi è chi faccia questo scavo violento, e se si scavasse ad arte, in brevissimo tempo il mare vi riporterebbe l'arena, ed uguaglierebbe il fondo col fondo del rimanente della spiaggia.

I quattro cassoni, che si ordinano alla bocca della foce, io non son persuaso, che possano mantenere ne pure in una gran vicinanza di essi cassoni un fondo molto mag-

giore del rimanente della contigua spiaggia. Ma quando anche ivi fosse maggiore, se la spiaggia in poca distanza da essi da se medesima non ha un fondo di una quindicina di palmi almeno, i bastimenti non potrebbero arrivare al sito degli stessi cassoni.

Molto meno sono persuaso, che essi fatti una volta basterebbero per rendere eterno l'ingresso nella foce, come vuole l'Autore della Scrittura. Convien bene esaminare, e confrontare lo stato antico e presente di quella spiaggia. Io non mi sò persuadere, che essa non cresca continuamente. Pochissimo lontano di là cioè a Fiumicino cresce tanto, come ogniuno sa. Il Tevere porta gran roba in mare, e il mare la ributta in terra. Or'appunto la corrente del mare rispetto alla foce di Maccarese viene da Fiumicino, e le gran sciroccate, e gli Ostri spingono verso la detta foce e le torbide del Tevere, e le sue deposizioni. Non posso persuadermi, che continuamente non cresca quella spiaggia, benché alquanto meno, che a Fiumicino.

Di fatti il Meyer propone piuttosto di chiudere il canale di Fiumicino verso Capo de Rami, e obbligare il fiume a portare le sue torbide tutte verso Ostia, per allontanare quelle tre miglia di più le medesime da quella foce.

Ma lo stato di queste spiagge è un fatto, che con una diligente ricerca si può, e si deve onninamente schiarire.

Così pure benché io stimi durevole la chiusa fatta una volta a Ponte Galera, non sono così persuaso, che il canale una volta scavato senza altri lavori manterrebbe il suo fondo. Sempre in esso entrerebbe dell'acqua del Tevere, se non altro in ogni entrata e uscita di barche, e sempre l'acqua del Tevere è torbida più o meno. Quindi sempre vi sarebbe della deposizione, e però convien pure mettere in conto fra le spese qualche Pontone o altro ordigno, da andar mantenendo il fondo.

Il detto canale poi non credo, che sia per essere di tre sole miglia. Da Ponte Galera fino alla foce vene sono sette. Certamente lo Stagno non si stende almeno navigabile dalla foce per quattro miglia. Anzi da una carta presentata dall'Autore della Scrittura si ricavano miglia cinque da Ponte Galera allo Stagno. E credo veramente, ve ne sieno almeno cinque. Ma di più ne pure per quelle due miglia residue è navigabile lo stagno.

La quarta cosa affermata, che il fiume a Ponte Galera abbia due soli palmi e mezzo di elevazione sopra la superficie del Mare è pure falsa; giacché nell'ultima diligentissima livellazione fatta dal Chiesa fu trovata ivi una volta di palmi quasi sette, ed una prossimamente di sei, e ciò di Maggio, dovendo nell'Inverno essere assai maggiore. Ma questo sbaglio non è essenziale essendo ad ogni modo piccolo questo eccesso di altezza.

Intorno poi a quello, che l'Autore afferma, che abbandonate, e disfatte le passonate di Fiumicino si rimedierebbe alla frequenza delle inondazioni, e resa la libertà al fiume, si leverebbero gli interrimenti verso lo sbocco, e abbassandosi il letto ivi, si accrescerebbe la pendenza, credo evidentissimo tutto l'opposto.

Che le inondazioni di Roma non vengano dal rigurgito lo stimo evidente anche per questo; perché in tal caso la velocità dell'acqua piuttosto scemerebbe umpoco, e l'innalzamento sarebbe maggiore sullo sbocco, che in Roma. E pure in ogni inondazione a Ripetta si vede il Tevere a molti doppj più veloce del solito, e per ogni palmo, che

alza a Fiumicino in Roma ne alza molti. Segno evidente, che le inondazioni nascono dall'essere molto maggiore la coppia d'acqua, che allora passa per Roma, e non, come farebbe fare il rigurgito, alquanto minore.

Ma quando anche esse venissero dal rigurgito il lasciare libero il corso al fiume verso lo sbocco non solo non aiuterebbe, ma nuocerebbe. Imperocché non solo non crescerebbe ivi il fondo, ma scemerebbe assai, e con esso scemerebbe la pendenza. Ciò si riconosce ad evidenza nella Fiumara grande, che va verso Ostia. Questa abbandonata affatto a se stessa, si è interrita tanto verso lo sbocco, dilatandosi immensamente, che per lo più non vi possono entrare neppure le piccole barchette. E questo interrimento prodotto dall'abbandono di quel letto, io stimo, che sia perniciosissimo, e consiglieri sempre piuttosto a restringere il fiume anche di là con qualche lavoro, e obbligarlo a mantenere il suo fondo, sicché sopravvenendo le piene con ogni piccolo inalzamento, cresciuta assai la velocità più al basso possa scaricare tutta quell'acqua di più, che all'ora riceve, e non inondi le vicine contrade col rigurgito, che quantunque non distenda i suoi effetti sensibili fino a Roma, li distende per le circonvicine campagne.

Supposte tutte le premesse cose sono di parere, che il ridurre a porto, se si può, lo Stagno di Maccarese, e fare, che comunichi per mezzo di un canale col Tevere a Ponte Galera sia cosa di sommo giovamento, e da aggiungere un'eterna gloria al Pontificato di N. S. Ma ciò lo stimo vantaggioso, non perché così si abbia a diminuire la frequenza delle inondazioni, ma perché si abbia a facilitare il commercio di Roma, e la navigazione di queste spiagge.

Stimo affatto improprio lo scavo di un porto a Ponte Galera, e credo, che andrebbe piuttosto ridotto a porto il solo Stagno di Maccarese, e aperto un semplice canale di là fino a Ponte Galera con una chiusa ivi, ed alcuni lavori alla foce dello Stagno.

Ma in primo luogo stimo, che si abbia a fare un diligente esame dello stato presente, e antico dello Stagno, foce, e spiaggia vicina, determinando in modo particolare i fondi dello Stagno per vedere quale parte di esso si possa ridurre a porto, scavandola di più, e col riporto della terra scavata facendo una specie di arginatura verso que' siti, da' quali potessero entrarvi delle acque torbide se ven'entrano, e in modo particolare divertendone l'Arone male introdotto.

Stimo che si abbia a fare una visita diligente di tutto il tratto del Canale livellandolo, e misurandone la precisa lunghezza per fare uno scandaglio diligente della spesa, che vi vuole per iscavarlo.

Allo scandaglio di questa spesa, conviene aggiungere lo scandaglio della spesa, che vi vuole per iscrivere l'alveo dello Stagno, la foce, e la spiaggia vicina alla foce, per un tratto, in cui si abbiano a buttare i cassoni.

Se la spiaggia non ha vicino a Terra fondo sufficiente converrà moltiplicare i cassoni fino al sito di un fondo, che basti, e converrà fare lo scandaglio della spesa, che vi vuole per quel numero di cassoni, il quale si giudicherà necessario.

A questi scandagli di spese conviene aggiungere quello di un fortino, di una casa, e forno, per que', che si devono fermar nel porto, e quando si potesse condurvi l'acqua sarebbe pure cosa vantaggiosissima, e converrebbe scandagliarne la spesa.

Scandagliate bene tutte queste cose, e avuto riguardo alle spese abituali per pulire il canale il porto, e la foce, e per gettare in appresso altri cassoni, quando cresciuta più la spiaggia si sarà ritirato il mare, se la spesa medesima non spaventasse prima di intraprendere alcun'altra cosa, giudicherei affatto necessario lo scavare la foce, e la spiaggia vicina, buttando i cassoni, e aspettare un paio d'anni almeno a vedere se lo sbattimento del mare intorno agli stessi cassoni mantiene il fondo, unica cosa, di cui io ho del dubbio assai, e da cui per altro dipende tutto il buon esito del progetto. Se questo fondo si conserva, si può intraprendere il resto della spesa, che altrimenti riuscirebbe inutilissima.

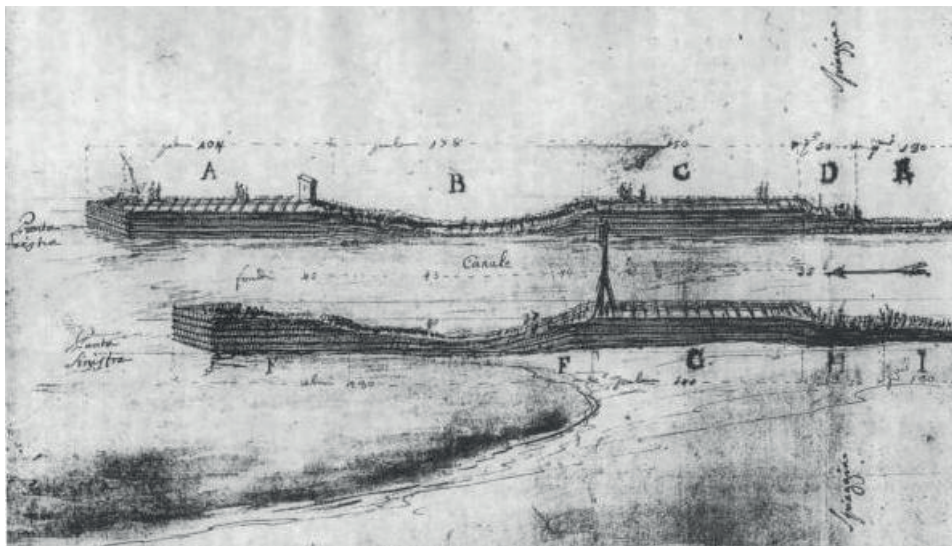
Questo è quanto mi occorre sull'argomento propostomi, sottomettendo sempre il mio sentimento a quello de' più periti.

3  
Passonate a Fiumicino  
(1751)



*Tipo di passonata con pali e catene<sup>19</sup>*

<sup>19</sup> MARIANI [2002], p. 13.



*Danni provocati alla passonata di Fiumicino dopo la piena del dicembre 1750<sup>20</sup>*

A seguito delle inondazioni del Tevere del dicembre 1750 il pontefice Benedetto XIV incaricò Monsignor Gian Francesco Banchieri, Tesoriere generale della Reverenda Camera Apostolica, di inviare Boscovich alla foce del fiume presso Fiumicino non solo per rilevare i danni al canale, ma anche per avere un parere sui possibili provvedimenti da prendere per prevenire o limitare i danni delle piene.

Il porto di Fiumicino era stato oggetto di lavori già nella seconda metà del Cinquecento: con Gregorio XIII (1572-1585) fu presa in considerazione la possibilità di riattivare il ramo del Tevere sfociante a Fiumicino, abbandonato da tempo a causa del progressivo insabbiamento della foce e della scarsa manutenzione. Si procedette allo scavo dei fondali, soggetti a continui interrimenti, gli interventi per migliorare lo stato del porto-canale proseguirono durante il pontificato di Sisto V (1585-1590). All'epoca di Paolo V (1605-1621) fu riattivato il canale di Fiumicino allo scopo di rendere più sicuro e facile l'ingresso delle navi. Dopo la sua apertura questo nuovo braccio del Tevere sostituì quasi completamente quello che portava ad Ostia. I lavori, eseguiti intorno al 1612, furono affidati all'architetto Carlo Maderno (1556-1629), il quale aveva osservato che la spiaggia cresceva sempre e che bisognava prolungare continuamente la palificata. Fu pianificata la costruzione di due palizzate doppie, rinnovate durante il pontificato di Urbano VIII (1623-1644). Intorno al 1675 il porto di Fiumicino fu oggetto di attento studio da parte di Cornelius Meyer: l'iniziativa dell'ingegnere olandese

<sup>20</sup> MARIANI [2002], p. 24.

rientrava nell'ambito delle ricerche condotte per conto del pontefice Innocenzo XI (1676-1689) per rendere navigabile il Tevere nel tratto da Perugia a Roma<sup>21</sup>.

Alla fine di gennaio del 1751, mentre erano impegnati nel viaggio per la misura del meridiano, Boscovich e Maire su richiesta del pontefice Benedetto XIV furono inviati alla foce del Tevere: nel corso di quell'inverno il fiume aveva rotto tutti gli argini ed era uscito per due volte dall'alveo allagando Roma. I due gesuiti rimasero bloccati per nove giorni a Fiumicino a causa di una "più ostinata escrescenza": in questa occasione Boscovich ebbe modo di osservare personalmente alcune particolarità che, aggiunte alle notizie avute dalla gente del luogo, misero in luce una serie di "gravissimi danni" provenienti da una "complicazione di Cagioni, quali più, quali meno essenziali ma tutte insieme tali, che l'incontro straordinarissimo di tante escrescenze così vicine l'una all'altra e così ostinate, non ha potuto non cagionare un tanto male". Non appena il fiume rientrò nel proprio alveo i due gesuiti tornarono a Roma. Nonostante la trasferta a Fiumicino fosse stata breve, occorsero circa due anni per riparare i danni dell'inondazione.

I risultati delle indagini di Boscovich furono riportati in una lunga memoria, intitolata *Scrittura su le cagioni, e rimedj de danni seguiti nelle passonate di Fiumicino per l'escrescenze degl'Anni 1750, e 1751*, nella quale egli esprimeva il proprio "parere sulle cause di quell'alluvione e sui mezzi idonei ad impedire che simili piene facessero ancora tanti danni"<sup>22</sup>.

La relazione di Boscovich fu molto dettagliata: per prima cosa venivano descritti i siti interessati, partendo da Capo de Rami, punto in cui il Tevere si divideva in due rami, formando la cosiddetta Isola Sacra. Il ramo di sinistra, la Fiumara Grande, andava verso Ostia e manteneva la stessa direzione e larghezza del tratto precedente. Un tempo navigabile, all'epoca di Boscovich era stata quasi del tutto abbandonata poiché dilatata, soprattutto all'imbocco, aveva perso la profondità necessaria per mantenere l'alveo scavato e si era sempre più interrita. Il ramo destro, il Canale di Fiumicino, si dirigeva verso Porto e risultava più stretto e quasi perpendicolare alla Fiumara. Esso era navigabile grazie a continui lavori di scavo e garantiva i collegamenti con Roma. In vari siti erano state realizzate delle passonate per indirizzare il corso del fiume: alcune a Capo de Rami, dalla parte della terraferma e sulla punta dell'Isola, altre, che garantivano le ripe dalla

<sup>21</sup> All'inizio degli anni '80 del Seicento Meyer esaminò alcuni scali portuali dello stato pontificio, sia sul versante tirrenico che su quello adriatico, formulando proposte per il loro miglioramento. SIMONCINI [1995], pp. 32-33, 40; MARIANI [2002], pp. 16-17.

<sup>22</sup> Della relazione di Boscovich esistono diverse versioni: quella di seguito trascritta, conservata presso l'Archivio di Stato di Roma, e un'altra appartenente alle carte boscovichiane dell'archivio di Berkeley. Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 39, cc. 20: *Scrittura su le cagioni, e rimedj de' danni seguiti nelle passonate di Fiumicino per l'escrescenze degli anni 1750 e 1751, del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù, che contiene i sentimenti comuni anche al P. Cristoforo Maire della medesima Compagnia*. La versione conservata all'Archivio di Stato di Roma è costituita da 94 articoli, mentre quella di Berkeley da 68 articoli.

Sui lavori di Boscovich a Fiumicino si veda anche TOLOMEO [1991<sub>b</sub>].

corrosione, erano poste nelle località di Voltone e Fiume morto, rispettivamente prima e dopo Porto. La maggior parte delle passonate si trovava vicino allo sbocco in mare, su entrambi i lati del canale; esse avanzavano in mare per un certo tratto per accompagnare il corso dell'acqua e obbligarla a mantenere un fondo sufficiente per l'ingresso delle imbarcazioni. Queste ultime erano quelle che avevano subito i danni maggiori: quella di ponente, a destra, era stata svelta e portata via completamente, quella di levante, a sinistra, era molto danneggiata al punto che, secondo Boscovich, conveniva disfarla prima che lo facesse il fiume stesso o il mare con l'impeto delle onde.

Per una esposizione più dettagliata dei luoghi citati e dei danni subiti Boscovich rinviò alla lettura delle relazioni degli architetti e alla visione della pianta dell'Isola fatta da Maire<sup>23</sup>. Passò poi a discutere le cause dei danni e i rimedi ritenuti più adatti. La prima causa di danni erano le barche, che venivano attaccate alle passonate, contribuendo a sfasciarle. A questo male si era rimediato piantando delle "crocette", a cui venivano legate le imbarcazioni. Una seconda causa era rappresentata dall'acqua, proveniente dagli scoli della campagna e dell'Isola, che investiva le passonate alle spalle, si insinuava dietro ad esse andando a scomporre ed indebolire la riempitura e facilitando il passaggio dell'acqua e la formazione di vortici. Per rimediare a questo danno Boscovich propose di costruire a distanza sufficiente dalle passonate una "forma, o fossa, che conducesse immediatamente al mare questi scoli" oppure di fare dietro ad esse "un arginetto di terra alquanto più alto di quello, che soglia alzarsi l'acqua nelle medesime escrescenze". La terza causa era l'escavazione del fondo vicino alle passonate dovuta principalmente ad un aumento della quantità d'acqua nel canale, a seguito delle piene più numerose e più lunghe occorse nell'ultimo anno e del "rigiro per attorno al Porto di Trajano di una grandissima quantità di essa, uscita dal letto un pezzo più su di Capo de Rami". A queste cause certe dell'aumento della quantità d'acqua se ne aggiungevano tre molto probabili: l'interrimento crescente della Fiumara Grande, un'arginatura alle ripe fatta sotto Ponte Galera per impedire le inondazioni ed una svoltata fatta dal filone del fiume poco sopra Capo de Rami avvicinandosi all'imbocco del canale. L'aumento d'acqua nel canale doveva necessariamente avere prodotto prima un innalzamento e poi un'escavazione, maggiore verso lo sbocco dove le passonate si restringevano enormemente. Secondo Boscovich due errori, commessi quasi ottant'anni prima, avevano facilitato questo aumento d'acqua: il restringimento del canale e l'innalzamento delle passonate. Essi nascevano probabilmente da una "cattiva teorica": i direttori dell'epoca avevano pensato "di poter mantenere il fondo fuor del Canale coll'accrescere la velocità dell'acqua dentro di esso", per questo motivo

---

<sup>23</sup> Gli architetti a cui alludeva Boscovich, furono citati esplicitamente nella memoria di Berkeley, ma non in quella conservata all'Archivio di Stato di Roma: si trattava di Nicola Michetti e Giovanni Domenico Navone. Giovanni Domenico Navone, romano, nel 1733 fu nominato misuratore e architetto della Reverenda Camera Apostolica. Tra la fine del 1750 ed l'inizio del 1751 partecipò ad una ricognizione ai lavori del canale di Fiumicino insieme a Boscovich, Jacquier e Michetti. Per notizie biografiche si veda la scheda a cura di Enrico Da Gai, in CONTARDI - CURCIO [1991], pp. 407-408.



era stato ristretto il canale ed erano state alzate le passonate. In realtà i due provvedimenti avevano ottenuto l'effetto contrario: il restringimento del canale aveva prodotto maggiori escavazioni e l'innalzamento delle passonate aveva contribuito a svellerle più velocemente. Per rimediare alle escavazioni nel canale Boscovich prescrisse un allargamento delle passonate, utilissimo e necessario, ed un loro abbassamento affinché fossero di poco superiori al pelo ordinario del mare. Era poi essenziale che i pali fossero lunghi almeno 50 palmi: maggiore era la loro lunghezza e minore sarebbe stato il pericolo di una disgrazia. Un possibile rimedio contro l'eccesso d'acqua era di impedire l'ingresso a quella che entrava nel canale attorno al porto di Traiano. Questo si poteva fare in due modi: impedendo che le acque uscissero da quella parte, arginando le ripe da Ponte Galera in giù, oppure aprendo un fosso che andasse verso Maccarese o direttamente in mare tra Maccarese e Fiumicino. Si poteva poi costruire una chiusa nel canale da aprire in tempo di piena per dare scolo alle acque in eccesso del Tevere e per pulire il canale. I benefici ricavati dall'aver liberato i terreni dalle inondazioni non solo avrebbero coperto, ma anche superato le spese di tali operazioni. Sarebbe stato utile e necessario dare scolo alle acque stagnanti dell'Isola e asciugare i suoi terreni dotandola di fossi e riempiendo le cavità con la terra scavata. Per ridurre l'acqua nel canale e rendere più libero lo sbocco, si poteva ripulire l'alveo della Fiumara grande e poco sopra Capo de Rami si poteva fare qualche pennello per dirigere la corrente verso la Fiumara grande. Un altro rimedio sarebbe stato quello di abbassare la passonata a Capo de Rami: essa in periodi di magra era molto superiore alle acque stesse, ma rimaneva inferiore al pelo delle massime piene. Se non si fosse rimediato subito ai danni, se ne sarebbero fatti molto presto di maggiori, motivo per cui fu proposto in alternativa di realizzare un portone nel mezzo della passonata di Capo de Rami da lasciare aperto durante le massime piene e chiuso in tempo di acque basse. A chi si lamentava della poca acqua in estate e della formazione di banchi di sabbia di fronte allo sbocco, Boscovich rispose che le sue proposte avrebbero ripristinato la situazione passata quando la navigazione era libera. Il problema della scarsità d'acqua non era dentro al canale, ma fuori da esso e, per avere fondo, l'unico e necessario rimedio era "avanzare le passonate andando innanzi con le punte". Era evidente infatti il continuo crescere della spiaggia, negli ultimi due secoli il mare si era ritirato per più di un miglio a causa della grande quantità di torbide scaricate dalle due bocche del Tevere e poi ributtate sulle spiagge dalla corrente marina. La necessità di avanzare continuamente le punte delle passonate rendeva impraticabile un progetto proposto da Maréchal<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> Jacques Philippe Maréchal (Parigi, 1689 - Montpellier, 1778) fu ingegnere militare e architetto nel Corp royal des ponts et chaussées, occupandosi di fortificazioni e di opere idrauliche. In risposta a Benedetto XIV che chiedeva un esperto in idraulica per affrontare il problema dell'insabbiamento del porto di Anzio, il re di Francia segnalò Maréchal, che risultava a Roma nel 1748. Sulla base del parere espresso da Maréchal, la direzione dei lavori fu appaltata nel 1750 ad ingegneri francesi, cui subentrò nel 1752 Nicola Michetti. A sovrintendere all'impresa fu chiamato Boscovich. Per notizie biografiche si veda la scheda curata da Susanna Pasquali in CONTARDI - CURCIO [1991], pp. 396-397.

Questo consisteva in un piccolo molo da costruire di fronte allo sbocco del canale, ad una certa distanza da esso, nella speranza che le acque del mare urtandovi mantenessero un maggiore fondo. Boscovich temeva che tale molo avrebbe facilitato il deposito di arena intorno ad esso e sarebbe stato di ostacolo per l'ingresso delle barche nel canale. Escluso tale progetto, ribadì la necessità di prolungare le punte delle passonate con la stessa direzione e larghezza del canale, ossia perpendicolari alla spiaggia, facendo quella di ponente più lunga di quella di levante per dare un appoggio alle barche che giungevano da est.

Boscovich osservò che le inondazioni erano accresciute, ma non causate dalla difficoltà dello sbocco, e che provenivano, a suo giudizio, dalla troppa quantità d'acqua che arrivava nell'alveo del Tevere tutta in una volta. Questo fatto si verificava per la concomitanza di alcune circostanze: l'improvviso scioglimento delle nevi e le forti piogge che nel passato avevano inzuppato la terra rendendola incapace di assorbire ulteriore acqua. Supposta questa come origine delle inondazioni, queste non potevano impedirsi totalmente, ma facilitare lo sbocco delle acque in mare avrebbe giovato a ridurle. Pertanto qualunque lavoro che avesse dato un più facile esito alle acque sarebbe stato di giovamento, ad esempio il canale da Ponte Galera a Maccarese si sarebbe potuto regolare in modo che la sua bocca fosse rivolta verso ponente. Nelle parti superiori si sarebbe potuto ovviare alla troppa abbondanza d'acque improvvise con argini o scavando il fondo del fiume, cosa però non solo difficile da praticare e mantenere, ma anche assai costosa.

Al termine della relazione Boscovich suggerì alcune iniziative di carattere sociale come la costruzione di un forno e di un'osteria per gli abitanti di Fiumicino, che durante le piene rischiavano di rimanere isolati e privi di viveri, e una nuova torre più vicina al mare, che sarebbe stata utile ai soldati che dovevano presidiare il porto. Benedetto XIV, riconosciuta l'importanza della relazione di Boscovich, ordinò che tutto ciò che era stato da lui suggerito, venisse realizzato. Con un documento del 24 aprile 1751 incaricò il Tesoriere della responsabilità della realizzazione dei rimedi proposti da Boscovich.

Nel 1753, riparati i danni, venne stipulato un nuovo contratto, della durata di nove anni, per il mantenimento dei lavori fatti alle passonate. Negli anni successivi i contratti vennero ripetuti, anche se al progressivo aumento delle spese non corrispose un miglioramento della costruzione e manutenzione delle passonate, anzi in alcuni casi esso risultò insufficiente, al punto che nel 1773 la Camera Apostolica decise di rivedere il sistema di controllo effettuato dai tecnici.

Il sistema delle passonate e del loro periodico allungamento per contrastare l'interimento prodotto dalle acque del fiume fu lodato da molti. Tale sistema, che assicurava l'entrata delle imbarcazioni nel canale di Fiumicino, continuò ad essere usato ancora durante l'Ottocento e si abbandonò solo a seguito della costruzione delle banchine con leganti idraulici resistenti all'acqua di mare<sup>25</sup>. (*mgl*)

---

<sup>25</sup> MARIANI [2002], pp. 31-33.

*Scrittura su le cagioni e rimedi de danni seguiti nelle passonate di Fiumicino per l'escrescenze degli anni 1750 e 1751, del p. Ruggiero Giuseppe Boscovich*<sup>26</sup>

Breve ristretto della Scrittura

Si accennano i danni: Si parla delle lor cagioni: Si danno i rimedj: Si parla di qualche altra materia connessa.

Cagioni de danni

Bastimenti legati alle passonate: Acqua venuta ad investirle di dietro: Fondo maggiore fatto nel Canale.

Cagioni del Fondo maggiore: Verso lo sbocco un Bastimento, che vi si affondò: in varj siti l'acqua entrata per aperture minori cominciate, che vi ha fatto de vortici: generalmente una maggiore quantità d'acqua.

Cagioni della maggior quantità d'acqua: Le 5 tanto vicine grandi, ostinate inondazioni di questo Anno: La grande acqua nel Canale introdottasi per attorno al Porto di Trajano: L'interrimento della Fiumara grande: Forsi anche certe Arginature fatte sotto Ponte Galera: forsi anche il filone del Fiume accostatosi alla bocca del Canale a Capo de Rami.

Cagioni di detto accostamento del Filone: La natura de Fiumi, che spesso lo mutano a cagione delle corrosioni delle ripe: La difficoltà dello sbocco per la Fiumara grande, che si pruova: alcuni Lavori fatti circa 20 anni fa sulle ripe opposte alquanto in su per deviare la corrente, che le corrodeva.

Indizj di detto accostamento: Ciocchi, e altri galleggianti venuti giù pel Canale piuche altre volte: Fondo nell'imboccatura di Capo de Rami, cresciuto: Questi fatti si affermano da più d'uno, ma non son certi.

Cagione d'una maggiore quantità d'acqua supposta da alcuni in un supposto allungamento, e inalzamento della punta delle passonate a Capo de Rami, trovata evidentemente falsa, essendo falso il fatto.

Sieguono le escavazioni fatte da questa quantità d'acqua dove, e come: il restringimento, e inalzamento delle passonate giù allo sbocco in Mare fatto da molti anni addietro, pregiudiciali, e perché.

Rimedj richiesti in ogni conto

Crocette in più numero, più sode, più lontane dalle passonate, con provvedimento efficace: perché le gomene non si leghino alle passonate.

Arginetti dietro alle passonate, con fossetti, o guide per le acque, che scolino per fuori di esse in mare.

Qualche pennello, o altro riparo più sù della Dogana di Capo de Rami per divertire il filone.

<sup>26</sup> MARIANI [2002]. Si tratta della riproduzione anastatica del documento conservato in: Archivio di Stato di Roma. Camerale III, Fiumicino, b. 1140, ms.

Slargamento nello sbocco fino almeno a 80 palmi, abbassamento delle passonate ivi: Lunghezza de' passoni necessarjssima: avanzamento continuo delle punte nuove da farsi ad ogni tanto, che si prova necessario, e par che escluda un progetto di M. Marechal: Dirittura del Canale, e ugual larghezza da mantenersi nello stesso Luogo: Lunghezza maggiore della punta di Ponente: importanza di buona riempitura, e forse almeno in parte di muro.

Altri rimedj assai utili

Argini sulle ripe da Ponte Galera fino a Porto: Fosso, o nuovo canale dallo stesso sito fino al Mare, e fossi trasversali per asciugar le Campagne: derivazione in esso Canale del Fiume Galera, e nelle escrescenze anche di una parte dell'acqua del Tevere.

Argine da Porto fino a Fiumicino necessario, se non si fa detto Canale.

Argini, fossi e riempiture de vani per asciugar l'Isola.

Lavori da farsi nella Fiumara grande.

Portone nella passonata di Capo de Rami da aprirsi in tempo delle escrescenze: ivi si ripruova il toccare le passonate di Capo de Rami, e si risponde a una difficoltà sulla scarsezza dell'acque.

Sulle inondazioni

Inondazioni accresciute, ma non cagionate dalla difficoltà dello sbocco in mare: cagionate dalla combinazione di piogge universali sul terreno già inzuppato con celere scioglimento di nevi: pruove di ciò, e del non provenir dalle Chiane: Rimedio totale impossibile, utilità del sudetto Canale nuovo à questo riguardo.

Si finisce col dimostrare la necessità di un Forno, e Osteria in Fiumicino.

Scrittura

*Introduzione*

1. Essendomi per ordine dell'Illustrissimo e Reverendissimo Monsignor Banchieri Tesoriere Generale portato due volte à Fiumicino per considerare i danni ivi cagionati dalle replicate escrescenze del Tevere, e dare il mio sentimento sulle Cagioni di essi, e Rimedj, esporrò in questi Fogli le riflessioni che hò fatte, dando prima una brevissima idea del sito, e de danni medesimi, che più diffusamente si vedono nelle Relazioni, e Pianta de Signori Architetti, et in una Piantina di tutta l'Isola delineata dal P. Maire.

*Descrizione de Siti. Due rami del Tevere, che si diramano a Capo de Rami. Porto di Trajano, e varj Forti, o Torri fabricati già sul mare, et ora assai lontani da esso.*

2. Il Tevere andando giù da Roma, tre miglia in circa, prima di giungere al Mare, si divide in due Rami, formando quella che chiamasi Isola Sacra. Il Ramo della man manca v'è verso Ostia. Esso nel Sito della diramazione ritiene la larghezza, e quasi anche la direzione, con cui è venuto da Roma, e chiamasi la Fiumara Grande. Il Ramo della man dritta v'è verso Porto. Il medesimo è assai più stretto, e rimane quasi perpendicolare al corso della Fiumara, e chiamasi il Canale di Fiumicino. La Fiumara Grande avanzatasi alquanto dopo la diramazione fà un gran gomito, e passando avanti al Forte di S. Michele costruito a' tempi di Paolo

III sul Mare benché adesso lontano dal medesimo Mare per più di 800 Canne, si scarica in Mare quasi colla medesima direzione, con cui si scarica il Canale, il quale torcie assai meno il suo corso, e andando ingiù incontra Porto contiguo alle rovine dell'antico Porto di Trajano costruito già nel Mare istesso, ed ora per 1200 canne in circa lontano da esso; indi passa accanto a quella, che chiamasi Torre vecchia fabricata sull'Isola, e più in giù accanto alla Torre nuova, fabricate già l'una dopo l'altra sulla spiaggia per difesa della medesima, ed ora lontane la prima per quasi 500 Canne, la seconda per più di 150. La direzione, con cui entrano in Mare presentemente i due Rami, è voltata alquanto da Ponente verso Lebeccio, e il Sito, in cui si dividono i due Rami la sù in cima all'Isola si chiama Capo de Rami.

*La Fiumara Grande già navigabile, ora quasi interrita. Canale di Fiumicino si conserva navigabile coi Lavori.*

3. La Fiumara Grande, che ne' tempi addietro era navigabile, ora non lo è più, essendo stata da qualche tempo abbandonata del tutto, onde dilatatasi massimamente verso l'imboccatura enormemente hà perduta quella altezza d'acqua, che si richiedeva per mantenere escavato l'Alveo, e interritasi sempre peggio, mi vien supposto, che alcune volte appena abbia quattro, o cinque palmi di Fondo. Il Canale di Fiumicino si naviga, e mantiene l'abondanza di Roma, conservandosi coi continui lavori, che vi si fanno.

*Varj Siti delle passonate. A' Capo de Rami dalla parte di Terra Ferma, e sulla punta dell'Isola più giù al Voltone, e a' Fiume morto, e più che altrove allo sbocco in Mare.*

4. In cima a' Capo de Rami dalla parte di Terra ferma vi è una passonata, che cuopre, e difende l'angolo della svoltata, che vi fa l'acqua a' piè della Dogana fabricatavi accanto, e un'altra ve n'è assai maggiore infaccia, che cuopre la punta dell'Isola, e la medesima si avvanza in contro alla Fiumara Grande per allacciare, e tirare dentro il Canale più acqua di quello, che la sua apertura assai stretta, e la direzione tanto divergente dalla direzione del Fiume intero, e del suo corso vi introdurrebbe. Prima di arrivare a' Porto, si trova un'altra partita di passonate a' mano diritta dalla parte di Terra Ferma in un Sito, che chiamasi il Voltone, e passato Porto un'altra a' mano manca dalla parte dell'Isola in un sito chiamato Fiume morto, che garantiscono le ripe dalla corrosione, che vi sarebbe in que' due siti, ne quali il Canale fa due svoltate sensibili. Il grosso però delle passonate stà giù vicino all'imboccatura, dove le medesime da amendue le parti si avvanzano in Mare per accompagnare il Corso dell'acqua, e obbligarla a mantenere anche fuori della sboccatura un fondo sufficiente all'introduzione de Bastimenti.

*Descrizione de Siti, ne' quali le passonate sono rimaste illese, o hanno patito, e come, e quanto.*

5. Essendo quest'Anno cinque volte uscito la giù il Tevere dal suo Letto con escrescenze massimamente due volte assai grandi, e una di queste pertinace per nove giorni; queste passonate hanno sofferto assai, principalmente giù verso lo sbocco. Quelle di Capo de Rami, e quella di Fiume morto sono rimaste affatto illese. Di

quella del Voltone la maggior parte è rimasta in piedi, essendone stato un pezzetto sfasciato, e scomposto. Verso il mare per lungo tratto le passonate erano più basse, indi prima di arrivare allo sbocco s'inalzavano assai correndo fino alle punte coll'altezza medesima. Le passonate basse sono state sfasciate, e scomposte in varj luoghi a varie riprese, Le altre lo sono state quasi tutte essendosi il Fiume da amendue le parti aperto l'adito lateralmente col lasciare in isola le punte istesse, delle quali quella di Ponente a' mano diritta fu finalmente svelta, e portata via tutta, l'altra di Levante è rimasta così scomposta, e piegata tutta in dentro, che converrà finir di svellerla, se in tanto non finisce di strapparla da una parte il Fiume col suo corso, e dall'altra il Mare co' colpi delle sue ondate.

*Le osservazioni fatte mostrano, che i danni sono seguiti per una complicazione di Cagioni congiunte colle tante, tanto vicine, ed ostinate escrescenze.*

6. Come ne' nove giorni della più ostinata escrescenza mi sono trovato assediato dall'acque nel Casino della Reverenda Camera appunto in tempo, in cui sono seguiti i maggiori danni; Hò autta occasione di osservare varie particolarità, le quali aggiunte alle notizie ricavate coll'interrogare la Gente solita à praticare quel Luogho da lungo tempo, mi fanno credere, che i gravissimi danni seguiti provengono da una complicazione di Cagioni, quali più, quali meno essenziali ma tutte insieme tali, che l'incontro straordinarissimo di tante escrescenze così vicine l'una all'altra e così ostinate, non hà potuto non cagionare un tanto male. Queste Cagioni anderò esponendo co' rimedj, che mi sembrano i più adattati.

*Passonate, che hanno patito per esservi state attaccate le Barche.*

7. In primo luogho molte delle passonate hanno patito certamente per esservi state attaccate le Barche, che le hanno smosse, ed entrandovi dentro l'acqua per le aperture, hà fatti de vortici dentro, hà scavati i passoni, le hà sbragate, e finite di rovinare. Di questa specie particolarmente, credo, che siano stati varj danni delle passonate basse trovati, quando la prima volta andai là giù, dove allora in mezzo a' un gran tratto intero, e sano, se ne vedevano de piccoli pezzi rovinati.

*Quantità di gomene trovate attaccate alle passonate. Strappate date ad esse da una Tartana: Una grossa partita sfasciata da un Navicello attaccatole, e poi dai Marinari colle accette.*

8. Al mio primo arrivo trovai una quantità di gomene legate a dette passonate, ne per quanto si dicesse, si poté ottenere di veder tutti i capi distaccati da esse. Una Tartana si vedeva legata così a' corto di fianco sulla passonata verso la Torre nuova, che era tutta piegata a' forza verso quella parte, e muovendosi coll'ondeggiare dell'acqua, e co' colpi disuguali di vento, dava alla medesima delle strappate veementissime. Un Navicello carico di pozzolana ne tirò una notte, e la mattina seguente sotto gli occhi nostri una gran partita sfasciandola affatto, con pericolo di perdersi, e tirar seco dietro le altre Barche, che rimanevano al disotto, ed essendosi appoggiata ad esso Navicello la medesima passonata già mezzo disfatta, i Marinari a' colpi di accette si sforsarono di distrugerla totalmente, finché fù

ciò vietato, ma come vi fù ragione di sospettare indarno, avendo forse la notte seguente finito il resto; E il di seguente tirato quel Navicello in disparte, quella partita venne giù via portata tutta dalla Corrente.

*Quanta forza abbiano le strappate de Bastimenti per rovinare le passonate, si mostra confrontandosi colla forza, che ficca giù i passoni medesimi, quando le passonate si formano.*

9. Che le strappate gagliardissime de Navicelli sieno capaci di recare gravissimi danni alla sodezza delle passonate, lo comprenderà facilmente, chi considera il modo, con cui i passoni si ficcano nell'Arena, che forma il Letto, e le Sponde del Canale. Vanno essi giù a' forza di colpi di un peso piccolissimo a' proporzione de' Bastimenti sudetti, che colla gravità sua naturale cade da 8, o 10 palmi d'altezza, alla quale s'inalza a' forza da 16 Uomini. Se questi colpi son capaci di ficcare giù i passoni, le strappate de Bastimenti, massime quando legati tanto a corto, e piegati a' forza tirano in su son ben capaci di svellerli, o almeno di crollarli, slargar le buche, che nell'andare in giù hanno formato, indebolire le commissure, e i chiodi delle Catene, e delle guide, e rendere tutta la machina incapace a resistere ad un urto più straordinario di una, o più escrescenze maggiori del solito.

*Crocette messe per rimediarvi, Necessità di collocarne delle più forti, più spesse, e più lontane dalle passonate. Descrizione di esse passonate, sulle quali ora le Crocette scaricano la loro forza: Una delle Crocette svelta, ma incastrata nella guida della passonata, che ne rimane scomposta.*

10. A questo male si è procurato più volte di ovviare, e dietro alle passonate si sono piantate certe, che chiamano Crocette, o piccole forche, formate di due Legni in piedi ficcati in terra, ed uno in cima trasversale, che si connette, e ordinando, che le Barche si leghino a' queste. Queste in primo luogo le vorrei più forti, e più profondamente conficcate, e più frequenti di quello siano presentemente, o lo sieno state per l'addietro. La loro debolezza è uno de' pretesti de' Marinari per non fidarvisi, e di fatto quel Navicello, che pericolò, come ho detto sotto gli occhi miei, una ne svelse, a cui aveva raccomandata una gomena. In secondo luogo le vorrei alquanto discoste dalla fila de' passoni di Terra. Le passonate son formate di due file de' passoni, una verso l'interno del Canale, l'altra dalla parte di Terra, rimanendo ciascuna fila collegata in cima con legni orizzontali, che si chiamano guide, e l'una fila con l'altra con altri legni pure orizzontali, che si chiamano catene. Ora presentemente le crocette stanno conficcate immediatamente dietro alle guide delle file di Terra, sicche lo sforzo de' Bastimenti fatto lateralmente contro le crocette medesime, si scarica addosso alle sudette guide, che spingono verso il Canale tutta la fila di terra, e per mezzo delle Catene quella del Canale istesso. Difatto quella Crocetta, che io vidi svelta dal Navicello pericolante incastrata dentro la sudetta guida scaricò addosso alla medesima tutta la forza, e avendo ceduto essa ancora si stentò assai ad assicurare il medesimo Navicello a forza di varie ancore gettate in terra, e di molti passoni conficcati profondamente in qualche distanza, a quali si raccomandarono varie gomene.

*Necessità d'incaricare i Soldati della Torre, che impediscano il legare le gomene alle passonate anche a forza di qualche esecuzione.*

11. Vi vuole in oltre un ordine a Soldati d'invigilare su questo punto; e di tagliare ancora, se bisogna, le gomene in caso di controvenzione. Imperoché se essendovi allora i Signori Architetti Camerali, ed io col P. Maire coll'autorità pubblica si stentò assai à far distaccare dalle passonate le gomene; Cosa non accaderà quando non vi sia giù alcuno, che abbia commissione d'impedire un tale disordine; e modo da fare, se bisogna, qualche esecuzione?

*Danno cagionato dalle acque, o piovane, o uscite fora per l'escrescenza, che entrando nel Canale investono le passonate alle spalle: Segni di simili Torrentelli ne' siti de maggiori patimenti. Torrente venuto rasente la spiaggia per l'Isola, che ha investita, e rotta la passonata di Levante. Passonate in più siti piegate in dentro.*

12. In secondo luogo in più siti sono stati cagionati de gravi danni alle passonate dall'acqua, che è venuta ad investirle alle spalle. Quest'acqua anche fuori dell'escrescenze è quella, che doppo le piogge scola sulle Campagne, e dall'Isola, e doppo l'escrescenze è quella che essendo uscita dal letto, o dentro il Canale, o fuora vi rientra. Hò osservato al primo mio arrivo la giù, che nella maggior parte de siti, ne' quali avevano patito allora le passonate, si vedevano manifesti indizj di solchi di Torrentelli, che avevano investite le medesime passonate per di dietro. Una simile cosa poi più, che in alcun'altro luogo l'ho osservato verso il fine delle passonate basse dalla parte dell'Isola in un sito, in cui le medesime erano sfasciate, e in cui al partire lasciai un nuovo esito apertosi dall'acqua lateralmente colla corrosione di tutta la continua spiaggia, e col rimanere la punta di Levante in Isola. Veniva dalla parte dell'Isola stessa lungo la spiaggia del mare un grosso, come Torrente, che dopo le continue dirotte piogge menava una gran piena, e parte investiva ancora il rimanente della passonata alle spalle, parte per la breccia aperta entrava dentro al Canale. Un indizio di questo istesso può essere la passonata in molti luoghi piegata in dentro verso il Canale.

*Modo, con cui dette acque venute alle spalle fanno gli effetti; rovine di muri, e case solite seguire nel fine delle Inondazioni, quando l'acqua si ritira.*

13. La cosa è la più naturale del Mondo. L'acqua, che viene alle spalle inumidisce il terreno di dietro, e si insinua dietro i passoni, colando giù per la riempitura tra le due file de medesimi, e scompone, e indebolisce la riempitura medesima, e cercandosi l'esito al fondo fà delle piccole aperture, per le quali entrando in oltre l'acqua del Canale amendue insieme vi fanno de vortici, scavano il fondo, e indeboliscono la presa de passoni, e l'acqua istessa de Canali insinuandosi dietro alle passonate di terra unita coll'altra, che cade di cima, sforsa le medesime, e le spinge in dentro, e le scompone, e dissesta. Il nemico alle spalle ancorche debole è sempre degno di riguardo e questo nell'atto, che l'acqua torna nell'alveo non è sì debole, ne così poca impressione fà nella cima delle passonate. In tutte le Inondazioni suole accadere, che i muri di recinto, e le case più deboli rimangono atterrate dall'acqua nell'atto, che l'inondazione cala, e l'acqua istessa si ritira nell'Alveo.



*Rimedio consistente in un arginetto, o Fosso dietro alle passonate, che porti dette acque adirittura al Mare.*

14. Questo male hà un facile rimedio a cagione della poca tratta delle passonate medesime. Dovrebbe à mio giudizio in una sufficiente distanza da esse farsi dall'una, e dall'altra parte una forma, o fossa, che conducesse immediatamente al Mare questi scoli. Bastarebbe anche senza fossa alcuna fare dietro alle passonate un Arginetto di terra alquanto più alto di quello, che soglia alzarsi l'acqua nelle medesime escrescenze. In tal caso quella, che esce à inondare i piani vicini, e quella che dalle piogge si raccoglie scorrerà lungo detti Argini verso il Mare. Quel torrentello in modo particolare, che vien dall'Isola, e lungo la spiaggia scorre per un tratto considerabile sempre in piccola distanza dal Mare, par, che si debba in ogni conto, e si possa con somma facilità deviare subito verso il mare.

*Terza Cagione: escavazione del fondo, che hà lasciati pendenti i passoni indi, o abbassata giù o sbragata in fuori la passonata. Escavazione provata col confronto del fondo presente, e dell'antico.*

15. In terzo luogo credo, che il male sia in molti siti accaduto per una escavazione del fondo vicino alle passonate maggiore del solito. Questa in qualche luogo ha lasciati affatto pendenti i passoni, essendosi poi o abbassata tutta la passonata, come si vede anche ora tralle passonate alte, o sbragata in fuori, come ho osservato in più luoghi. Questa escavazione di Fondo in varj luoghi è un fatto incontrastabile. Massimamente si vede verso lo sbocco tralle passonate alte, dove alcuni anni addietro appena vi erano palmi 25, o 30 di fondo, ed ora si son trovati anche nella seconda mia visita lontana per più settimane dalle grandi escrescenze di 40, 42, 44.

*Le passonate regolate al fondo antico, dovevano col fondo maggiore rimanere o nulla, o poco assai conficcate sotto il fondo, e però esposte ad essere scomposte dalle altre cagioni esposte sopra.*

16. Essendo state le passonate antiche regolate al fondo antico, e ficcate per alcuni palmi sotto quel fondo, che vi era allora: sprofondatosi questo per 10, e 15 palmi di più, è evidente, che dovevano restare i passoni o niente, o tanto poco conficcati, che coll'urto continuato dovevano facilmente rimanere svelti, e scomporre peggio il Fondo istesso. Indebolita poi giù nel fondo la passonata è cosa troppo manifesta, che tanto le strappate de Bastimenti legativi, quanto l'acqua ricaduta per di dietro, e l'acqua del Canale colla sua Corrente, e la giù alle punte avanzate i colpi delle onde, dovevano scuoterla, scompagnarla, e rovesciarla.

*Varie Cagioni di questo Scavo. La prima un Bastimento affondato tra le passonate, che restringendo il sito ha obligato l'acqua a scavare il fondo per poter passare, e ribbuttando lateralmente l'acqua, ha fatte urtare di fronte le passonate. Scavo fatto una volta, benche dopo riempito colle deposizioni, si rifà facilmente.*

17. Di questo Scavo molte pure son le Cagioni, che si sono unite insieme, alcune particolari, alcune generali, e di più permanente conseguenza. Tra le particolari una è, che potrebbe essere stata la principale cagione de danni gravissimi

seguiti fra le passonate alte giù verso il Mare, deve essere stata la disgrazia seguita alcuni anni sono di un Bastimento, che si affondò vicino al principio delle medesime e vi rimase per lungo tempo. Mi assicurano molti Testimonj, che questo Bastimento si affondò vicinissimo a quel sito, in cui da ambe le parti delle passonate si fece la prima breccia in queste ultime inondazioni, e il Fiume si aprì l'esito lateralmente, lasciando le punte in Isola. Il Bastimento andato a fondo in quel sito per altro stretto ristringse anche assai più il corso dell'acqua, obligandola ad una maggiore velocità, con cui si dovette fare uno scavo, il quale desse al passaggio delle acque quel sito, che l'ostacolo del Bastimento toglieva loro. Inoltre l'acqua urtando nel Bastimento istesso dalla sua forma medesima era costretta ad andare lateralmente investendo con impeto quasi di fronte le passonate, e facendole crollare, e indebolendole. Andando via in pezzi a poco a poco il Bastimento si saranno fatte ivi delle nuove deposizioni dal Fiume; Ma il fondo non essendo più vergine, e duro nelle escrescenze maggiori di quest' Anno deve essere stata subito con molta facilità portata via quella deposizione, e rifattosi lo stesso Fondo.

*Escavazione fatta in più luoghi per esservi penetrata l'acqua per le aperture fatte benche piccole, facendovi dentro de vortici. Effetti osservati in questo genere, principalmente nel sito, in cui la punta di Ponente prima rimase in Isola, indi fù portata via tutta.*

18. In più altri luoghi l'escavazione si è fatta in un altro modo. Apertasi un poco la passonata per una delle ragioni addotte di sopra, o per qualche passone di più cattiva qualità, o per essersi già in gran parte vuotata la riempitura, l'acqua hà cominciato à penetrarvi, e trovandosi rinchiusa da una parte, e dall'altra risospinta per di dietro, ha cominciato à far de vortici dentro, e con questi ha scavato il fondo, e sbragate le passonate. Questo è accaduto in molti luoghi sotto gli occhi miei, ma in modo particolare l'hò osservato per più giorni in quella breccia, che il Fiume si era al primo mio arrivo aperta verso la punta di Ponente. Entrava fra le due file de passoni un fiume intero, avendo dirizzato verso quel mezzo il corso suo più rapido; ne portò via la riempitura, indi racchiusa dentro una grande quantità di acqua, e incalzata da quella, che le veniva alle spalle, cominciò à fare de vortici, si scavò il fondo a segno che rimasti pendenti da amendue le bande i primi passoni si dilatarono in fondo. Smosso così il principio, e seguitando à smuoversi il resto, tutta quella punta, che per varj giorni resse immobile all'urto continuato dell'onde, e alla spinta violentissima dell'acqua, che l'urtava di petto per di dentro si svelse, ed andò via. Sarebbe accaduto lo stesso al principio delle passonate alte da quella parte, che ora si veggono sbragate, e scomposte, ma pur vi restano; se non si fossero assicurati colle funi i passoni, e rifatta in quei giorni la riempitura, che impedì somigliante giuoco, e il nuovo danno altrimenti inevitabile.

*Altra Cagione delle escavazioni: quantità di acqua corsa nel Canale proveniente in primo luogo dalla combinazione di 5 escrescenze così quasi contigue, e una sì grande e un'altra sì ostinata, combinazione forsi senza esempio.*

19. La più generale cagione delle escavazioni maggiori in questa congiuntura, che in tutte le antecedenti degli anni scorsi è stata una maggiore quantità di acqua corsa pel Canale, e corsavi in conseguenza con maggiore rapidità. Questa maggiore quantità di acqua è provenuta in primo luogo dalle escrescenze medesime del Fiume più alte del solito, più numerose, più lunghe. Cinque di esse vene sono state quest'anno, nelle quali la giù è sempre uscita l'acqua dall'alveo, e una di queste anche sù in Roma maggiore di quante altre sieno mai state a memoria de viventi, e un'altra assai grande, e la più lunga di quante alcuno se ne ricordi.

*Quantità d'acqua entrata nel Canale dopo di essere uscita per li Campi, e aver riggi-rato attorno al Porto di Trajano. Quantità di essa veduta ricadere nel Canale. Quantità veduta entrare ne' Campi per una rotta sotto Ponte Galera. Scarico di tanta acqua per più vie in mare, ma in gran parte nel Canale di Fiumicino.*

20. Un'altra cagione della maggiore quantità di acqua introdottasi dentro al Canale è stato il rigiro per attorno al Porto di Trajano di una grandissima quantità di essa, uscita dal letto un pezzo più su di Capo de Rami. Il giorno de 9 Febraro, in cui dopo la prima lunga escrescenza tornai a Roma, e il Fiume era già rientrato nel suo letto, era veramente un'orrore il vedere dalle macchie del continente per più di mezzo miglio prima di arrivare a Porto entrare dentro al Canale una tale quantità di acqua, che formava una continuata caduta somigliante a quella del labro di mezzo della Fontana di Trevi, ma più grossa, e piena. È facile à comprendere quanta per questa via ne sia potuta entrar dentro. Andando innanzi prima di giungere à Ponte Galera si trovò una grande apertura, che il Fiume si era fatta sulla ripa sinistra, per cui un torrente precipitoso, e ben largo, e alto andava tuttavia inondando que' miseri Campi, che rassomigliavano un vasto mare. Mi fu detto, che i giorni precedenti si era veduta ivi correre l'acqua per lungo tratto in una grandissima quantità con un impeto incredibile. Di questa, e di tutta l'altra traboccata fuori dell'Alveo per tutto il tratto da Ponte Galera in giù, e dilatata per Campo Salino, e per le altre Tenute intorno, parte ne era andata verso lo Stagno di Maccarese, parte ne era sboccata in mare per varie foci apertesi tra Maccarese, e Fiumicino, ma una grandissima parte n'era venuta a ricadere nel Canale di Fiumicino medesimo.

*Difficoltà, che ha l'acqua di sboccare in Mare per la Fiumara grande interrta, probabilmente cagione di maggiore quantità di acqua entrata nel Canale.*

21. Queste due Cagioni sono assai certe, vene sono tre altre, che possono esserlo, e se sussistono i fatti avanzatimi da più di uno nell'informarmi delle cose, lo devono essere state. La prima di esse è l'interrimento sempre maggiore della bocca della Fiumara grande abbandonata da tanto tempo. Questa una volta navigabile, appena al presente può sostenere una piccola Barchetta. Quindi le deposizioni di un'acqua sì torbida devono sempre più andare rialzando il fondo, e impedendo lo sbocco in mare all'acqua, che in questa guisa tenuta in collo si deve alzare sempre più fino à Capo de' Rami, e ivi scaricare una maggiore copia di acqua dentro il Canale di Fiumicino.

*Forsi anche cagione di detta quantità di acqua un arginatura delle sponde, che si suppone fatta sotto Ponte Galera da qualche anno.*

22. La seconda è un'arginatura fatta da non molti anni sotto Ponte Galera alle ripe per impedire le inondazioni nelle medie escrescenze. Mi si suppone, che ivi le ripe alcuni anni addietro erano al par de' Campi, de quali ora sono più elevate. L'acqua delle piene si distendeva più presto, ed in maggiore copia andando verso Campo Salino, rimanendone minore quantità all'imboccatura del Canale à Capo de' Rami. Essa andava a scaricarsi, o nello Stagno di Maccarese, ò in Mare, dove ora avendo rotto più in giù, è venuta a rimboccare nel Canale.

*Cagione della stessa quantità di acqua forsi anche il filone del Fiume, che si può essere accostato all'imboccatura del Canale. Quanto facilmente ciò possa essere accaduto. Cagioni e congetture di un tale accostamento. Prima Cagione l'interrimento della Fiumara grande.*

23. La Terza è una svoltata, che il filone del Fiume ha fatta poco più su di Capo de' Rami accostandosi all'imboccatura del Canale medesimo. Si sa quanto continuamente si vada cambiando la direzione del filone, cioè di quel sito, in cui la corrente è più rapida, e in cui sogliono andar nuotando i galleggianti, massime in quei Fiumi, che, come questo, hanno le ripe facili ad essere corrose, formandosi con queste corrosioni delle cavità, che rivoltano il corso alle acque. Quindi è una cosa assai facile ad essere accaduta, che il Filone si sia così accostato à quella imboccatura. Che poi ciò veramente sia accaduto, me lo fanno credere due Cagioni, e due congetture del fatto. Una cagione può essere lo stesso interrimento della bocca della Fiumara grande, la quale essendo un ritegno alle acque per iscaricarsi in Mare, costringe il corso delle medesime ad accostarsi più verso l'apertura, che si trova di fianco nella derivazione del Canale, come hò accennato di sopra.

*Pruova della difficoltà, che ha l'acqua di scaricarsi per la Fiumara grande, ricavata da due rami apertisi da essa per l'Isola, andando l'acqua di essa al mare in quei giorni per due nuove foci, cosa ivi a memoria di uomini non più veduta.*

24. Di questa difficoltà straordinaria, che hanno le acque per iscaricarsi all'imboccatura della Fiumara grande, ne è una pruova indubitata ciò, che è accaduto in questa congiuntura, in cui la Fiumara medesima si è aperta due altre bocche per mezzo di due altri rami a traverso all'Isola. Il P. Maire andato un de' primi giorni, ch'eravamo la giù, e che il Fiume aveva già dato fuori per la spiaggia con animo di arrivare alla bocca della Fiumara grande, a farvi una osservazione per ricavare la pianta dell'Isola, si trovò arrestato da uno di questi nuovi rami, e tornatovi il giorno seguente ne trovò un'altro nato di fresco, che gl'impedì anche il giungere all'istesso sito del giorno innanzi. Cosa simile affermavano gl'uomini di Campagna ivi stati da molti anni, che non si era veduta in alcuna delle Inondazioni degl'anni addietro.

*Altra cagione dell'accostamento del filone alla bocca del Canale, alcuni lavori fatti 20 anni addietro sulla ripa opposta alquanto più sù per rispingere il corso dell'acque.*

25. Inoltre possono avere cagionata una mutazione di direzione del filone alcuni lavori fatti alcuni anni addietro nella ripa opposta alquanto più sù, anzi devono averla cagionata. La ripa, in cui stà l'imboccatura del Canale, un pezzo più sù verso Roma hà un seno, che buttava prima la direzione del filone verso la ripa opposta, e la rodeva gagliardamente con danno delle Tenute contigue. Sono stato assicurato, che 15, o 20 anni addietro sono stati fatti in dette ripe alcuni pennelli per ributtarne via l'acqua, e impedire le corrosioni medesime. Questi benché mi si affermi non sieno assai grandi, pure hanno fatto il loro effetto, et hanno garantite da ulteriori corrosioni quelle ripe. Ora i medesimi devono à poco à poco avere alzato il fondo vicino alle ripe istesse, e sprofondato più l'alveo verso la ripa, in cui stà il Canale; e come questi lavori sono in un sito alquanto superiore all'imboccatura del Canale, in mezzo fra essa, e quel seno superiore; deve l'acqua essersi andata riflettendo appunto verso la bocca suddetta del Canale, ed il filone accostatosi ad essa.

*Indizio di un tale accostamento: galleggianti entrati dentro il Canale per quanto si afferma non veduti pel passato, o non veduti in tanta copia.*

26. Ma se vi sono le cagioni di un tale accostamento, ve ne sono ancora le congetture. Nella lunga escrescenza, che mi tenne sequestrato la giù, si videro andare pel Canale molte cose legiere portate giù dal Fiume, e tra queste de' ciocchi, e pezzi di legno ancora non così piccoli. Ora si sa, che ne Fiumi i galleggianti vanno per ordinario nel filone; quindi essendone entrati in que' giorni molti continuamente, questo è segno, che il filone era vicinissimo alle passonate di Capo de' Rami, entrandone dentro una parte. Dimandando à Gente del Paese, e Marinari mi fù detto, che in altre escrescenze nonne avevano veduti passare, o almeno in copia assai minore. Se la cosa veramente stesse così, sarebbe ciò un segno evidente di un tale accostamento; ma spesso succede, che la gente dimenticatasi del passato esaggera il presente.

*Altro indizio: fondo cresciuto all'imboccatura di Capo de Rami da qualche anno per quanto alcuni affermano; mettendolo per altro altri in dubbio. Dovrebbe in ogni conto scandagliarsi ivi spesso il fondo, e serbarsene memoria, come pure dovrebbero esservi istromenti per misurare la velocità dell'acqua, e calcolarne così la quantità.*

27. Un altro indizio è quello, che da altri interrogatine, mi è stato affermato, cioè che à Capo de' Rami tra la passonata, e la ripa destra, in cui è scavato il Canale, il fondo da 5, o 6 anni in qua si trova più grande di prima, e nel resto della Fiumara grande più piccolo. Se il fatto stà così è cosa evidente, che da qualche anno, in qua è cresciuto il Corpo di acqua, che entra nel Canale, e che il filone accostatosi sia quello, che ve l'abbia introdotta. Ma come da qualche altro mi è stato rivocato indubio questo fatto, affermandosi non vi essere le misure antiche di tali fondi, et asserirsi la cosa senza fondamento, così non vi è la certezza, che vi sarebbe. Veramente mi dispiace oltremodo, che non vi siano memorie su questo punto. Dovrebbe in ogni conto andarsi di tanto in tanto scandagliando il fondo in molti siti, ma in modo particolare à Capo de Rami per avere la sezione dell'acqua, che

entra, e dovrebbero esservi istromenti da osservarne le velocità per calcolare la quantità dell'acqua, cose, che non sono presentemente in uso. Così si confrontarebbe lo stato da un tempo all'altro, e con più fondamento si penserebbe agli opportuni rimedj.

*Cagione di maggiore quantità di acqua entrata nel Canale supposta vera da alcuni, cioè un'allungamento, e inalzamento della passonata à Capo de Rami verso la punta provata convincentemente falsa, rimanendo detta punta nello stato antico. Unico lavoro fatto 10 anni addietro a piè di detta passonata per cuoprire la punta dell'Isola corrosa evidentemente, non nocivo in conto alcuno, ne cagione di maggiore ingresso di acqua.*

28. Le sudette cagioni, e congetture provano una maggiore quantità di acqua entrata nel Canale da qualche anno in qua nell'istessa imboccatura di Capo de Rami. Quando la prima volta mi portai la giù mi fu supposto per un fatto indubitato, e notorio, che 6 in 7 anni addietro la passonata di Capo de Rami era stata avanzata contro la Fiumara grande per un tratto di 14 Canne, e per un tratto di 18 alzata per 4 palmi, e mezzo, lavoro, che averebbe introdotto nel Canale più del doppio di acqua di quello vi fosse prima. Ma nella seconda visita è costato ad evidenza, che l'unico lavoro fatto a Capo de Rami da molti anni addietro, di cui si faccia menzione ne Conti Camerali, ne quali pure vi deve essere ogni lavoro straordinario, è un pezzo di passonata al fondo di quella, che già vi era fatto per cuoprire la punta dell'Isola, che era corrosa da ambe le parti della Fiumara grande, e del Canale. Questa nasce sul fine delle passonate antiche verso l'istessa punta dell'Isola alla stessa altezza delle antiche, indi coll'alzarsi della ripa, che era corrosa si va a poco a poco insensibilmente alzando in modo che rimane sul fine ad ogni modo più bassa della ripa istessa. Questa à mio giudizio è evidentissimo, che non introduce punto di acqua di più nel Canale, e la punta con tutto il resto, che giace tra la Fiumara, e il Canale, e che determina una parte della Fiumara a piegare verso il Canale medesimo, rimanendo nello stato antico, non vi è ivi cagione nuova di accrescimento dell'acque, ne di alcuno de' danni seguiti dentro il Canale.

*L'accrescimento dell'acque nel Canale deve aver prodotte delle escavazioni maggiori ne' Siti più stretti, e minori ne' più larghi, e in che maniera.*

29. L'accrescimento dell'acque entrate dentro il Canale tanto pel rigiro attorno al Porto di Trajano, quanto per una maggiore Copia entratane a Capo de Rami deve necessariamente aver prodotto nel Canale prima un'inalzamento, indi una escavazione per la velocità maggiore, che l'inalzamento produce. Questa escavazione deve essere stata assai minore in quei Siti del Canale, che son più larghi, e molto maggiori giù verso lo sbocco, dove le passonate si restringono enormemente; Nei siti più larghi deve avere prodotto un altro effetto. In essi vi deve essere stata prima dell'acqua morta in maggiore copia stagnante, o quasi stagnante, o mossa con assai piccola velocità, e questa coll'accrescimento dell'acqua nuova avrà pigliato un nuovo maggiore corso; ma questo non deve avere cagionate delle corrosioni, ed escavazioni considerabili, avanzando il sito al libero passaggio dell'acqua e rimanendo la velocità ad ogni modo minore, che in tanti altri luoghi, ne quali ad

ogni modo con tutta la maggiore strettezza le ripe, e le passonate resistono. Ne siti più ristretti dovendosi accrescere assai la velocità, perché lo stesso corpo di acqua possa passare, et essendo impedita dalle passonate la corrosione laterale vi deve essere stata escavazione di fondo per aprire una luce capace dello scarico di tutta l'acqua.

*Fondi trovati al primo arrivo la giù minori ne siti stretti, maggiori ne larghi. Fondo verso lo sbocco cresciuto da 30 palmi a 43. Velocità media ivi trovata la stessa, che sù a Capo de Rami.*

30. Di fatto al primo mio arrivo la giù non si trovarono in vari siti nel mezzo del Canale fondi maggiori di palmi 14 15 16, benche in quel giorno il Fiume non fosse basso, mentre la giù fra le passonate alte, dove la larghezza era di soli 58 palmi, il fondo si trovò di palmi 43, e mi fu detto, che più innanzi nel tempo della piena precedente si era trovato fondo maggiore. In ordine a questa ivi notai, che allora il fondo fra le passonate alte era quasi precisamente maggiore à tanti doppj, a quanti la lunghezza era minore, che su à Capo de Rami poco sotto l'imboccatura. Avendo trovata la larghezza verso la punta dell'Isola à Capo de Rami di palmi 148 scandagliato il fondo in più siti, trovai il fondo medio di palmi 17, e appunto come la larghezza di palmi 148 contiene un poco più di due volte, e mezza la larghezza di palmi 58, così l'altezza di palmi 17 è contenuta un poco più di due volte, e mezzo nell'altezza di palmi 43. Rimane in questa guisa la velocità media in quei due siti la stessa. Questa deve essersi un poco accresciuta sì per la pendenza del Canale, che verso Porto forma come una Caduta sensibile sì pel fondo maggiore, che da una maggiore pressione; Ma insieme deve essere stata scemata dalla resistenza del mare allo sbocco, e le cose erano in tal maniera compensate, che la velocità media allo sbocco rimaneva la stessa, che nel sito sudetto di Capo de Rami.

*Due errori commessi nella direzione delle passonate assai anni addietro di restringerli di 75 in 80 palmi a soli 58, e di alzarle per più palmi.*

31. Questa maggior quantità d'acqua, che verso la bocca ha fatte escavazioni maggiori è stata anche ajutata da due, à mio giudizio, errori manifesti commessi gran tempo addietro, ma che sempre sono iti riuscendo più nocivi. Sono ormai più di 70 in 80 anni per quanto si può congetturare dalla quantità delle passonate aggiunte innanzi verso lo sbocco, che il Canale tra le passonate si è cominciato a restringere, e le passonate medesime si sono cominciate ad alzare per varj palmi più sù delle antiche. Si vedono tutt'ora nel sito delle passonate basse delle punte, che prima erano le ultime in mare, ed ora rimangono indietro dentro Terra, le quali danno un'apertura, e larghezza di Canale di 75, di 80 palmi, e anche maggiore, essendo questa in quei tempi stata l'intiera luce dello sbocco. Ora questa piegando in dentro la direzione delle passonate è stata ridotta a soli 58 palmi, e di più le passonate sono state alzate.

*Ragione, che forse hà indotto à oprar così per accrescere la velocità allo sbocco, ed aver fondo fuori di esso, anche senza andare innanzi colle punte riuscita vana perdendosi l'acqua poco doppo lo sbocco.*

32. Io m'immagino, che questo restringimento, e innalzamento sia nato da una cattiva teorica. Come l'Isola vada continuamente crescendo secondo quello si vedrà or' ora, devono fuori dello sbocco essersi trovati de' fondi assai bassi, e si saranno creduti i direttori di quei tempi di potere mantenere il fondo fuor del Canale coll' accrescere la velocità dell'acqua dentro di esso, quindi si è ristretto il Canale, e si sono alzate le passonate per ritenere dentro di esse anche nelle escrescenze un maggiore corpo di acqua, e in conseguenza una maggiore velocità giù al fondo. Ma il vantaggio ricavato sarà stato assai piccolo giacché la resistenza del mare deve poco dopo lo sbocco sparpagliare, e dilatare assai il Corpo dell'acqua, estinguendone la velocità, e impedendo la scavazione del fondo, onde è convenuto andare innanzi con le punte.

*Pregiudizj recati dal restringimento, e innalzamento con una maggiore escavazione di fondo, e maggiore urto del Fiume, e dell'onde del Mare con una leva maggiore in una così maggiore altezza accresciuti coll'andar del tempo dallo scemare la velocità col crescere la lunghezza del Canale senza crescere la pendenza tanto maggiore nelle passonate piegate indentro.*

33. Dall'altra parte il maggior restringimento ha cagionate maggiori escavazioni, e l'alzamento delle passonate ha fatto sì, che tanto nelle maggiori escrescenze l'acqua del Canale sollevatasi più in alto quanto continuamente i colpi del mare percuotendola abbiano urtate le passonate istesse per più lungo tratto, e più in alto lavorando in questa guisa con una forza di leva maggiore, e svellendole più facilmente. E come coll'avanzare le punte questo tratto più ristretto, e più elevato è andato ancora più slungandosi così le escavazioni dentro del Canale fra le medesime passonate, la pressione, e l'urto sono iti sempre crescendo. Si aggiunge, che coll'andar innanzi le punte non è cresciuta punto la pendenza, dovendo ivi il pelo delle acque andare in un piano sensibilmente orizzontale, mentre anche anticamente lo sbocco si spianava sulla superficie del mare, e quindi la velocità nello sbocco deve ora rimanere più impedita di quello, che fosse prima, e deve perciò esservi una luce, per cui l'acqua passi altrettanto maggiore, e però una maggiore escavazione di fondo; inoltre l'aver piegate in dentro le passonate, le ha esposte ne' siti delle piegature a un urto più violento, e immediato delle acque, le quali quando le passonate sono parallele non le urtano, ma solo lateralmente le premono.

*Si conchiude il danno di tali mutazioni ito sempre crescendo.*

34. Per tutte queste riflessioni, chi da 70 in 80 anni indietro ha mutato lo stato delle cose, restringendo, et alzando le Passonate, ha cagionato un male, che è ito sempre crescendo, e complicato adesso con tanti altri disordini, ha prodotte le rovine, che vi si vedono.

*Si passa a parlar de' Rimedj delle escavazioni.*

35. Doppo di avere così diffusamente parlato dell'escavazioni formate nel Canale, e delle tante loro cagioni, conviene ora discorrere de' rimedj, e fare in modo che non si possa prudentemente in avvenire temere una somigliante disgrazia.



*Si prescrive l'allargamento delle passonate che si faranno allo sbocco fino a quelli 80 palmi.*

36. In primo luogo giacche l'escavazione maggiore è seguita la giù tra le passonate alte, ch'erano sì ristrette, e giacche le medesime sono state parte portate via, parte sfasciate in modo, che non possono più servire, onde si devono rifar da Capo; stimo, che in tutti i conti le nuove, che si faranno, si debbano tener più larghe almeno una Canna per parte, riducendo così la larghezza verso gli 80 palmi.

*Slargamento sudetto utile, perché così si avrà fondo minore ivi, e minore velocità, che farà meno impressione nelle passonate, necessario per non piantare i passoni nuovi in un fondo già scomposto, e arato.*

37. Questo slargamento, ed è utilissimo, ed è in parte ancora onninamente necessario. L'utilità sua è manifesta. Dovendo uno istesso corpo d'acqua passare per una luce più larga, avrà bisogno di minor fondo. Quindi quando anche tutte le altre cose rimanessero nello stato presente, e venissero nuove escrescenze uguali alle presenti, e altrettanto lunghe, combinazione, che Dio sà da quanti Secoli non vi è stata; L'escavazioni del fondo sarebbero minori di quelle, che si sono aute ora, e notabilmente minori, come pure la minore velocità dell'acqua meno ristretta, farà meno impressione lateralmente nelle passonate, danneggiandole meno. E poi necessario ancora, perché non è dovere il piantare le nuove passonate in un fondo già viziato una volta, e arato, dove i passoni medesimi agitati dalle acque prima di esserne sveltì, hanno tutto scomposto, e smosso il fondo istesso. Il Fiume è vero, che farà in detti siti delle nuove deposizioni; Ma queste colle escrescenze più facilmente saranno portate via, o smosse, e senza dubbio non avranno quella fermezza, che avrebbe un fondo vergine, e non più smosso. Convieni dunque colle Nuove passonate discostarsi dal sito delle Antiche, e non potendosi ciò fare, che ò col restringere il Canale, cosa così dannosa, come si è visto, o col dilatarlo, convieni dilatarlo necessariamente piuttosto, rimanendo così provata anche la precisa necessità di una tale dilatazione.

*Lo stesso slargamento utile, anzi più tosto necessario per dare un più libero ingresso ai Bastimenti.*

38. Questa poi siccome sarà vantaggiosa pel mantenimento delle passonate, e di un giusto fondo, così sarà anche assai vantaggiosa per un più facile ingresso de Bastimenti, se pure per questo conto non deve anche dirsi necessaria. Presentemente non vi possono entrare, o uscire a due per volta, che con un urto scambievole, e l'angustia di una bocca sì ristretta rende assai pericoloso l'ingresso. Questo pericolo sarà ritolto dalla sudetta dilatazione.

*Si prescrive, che le passonate si tengano più basse a livello del Mare, per avere minor leva nell'urto, e per sprofondar più gl'istessi passoni.*

39. Oltre al dilatare le nuove passonate, stimo in ogni conto, che si debbano tener più basse, sicche di poco sormontino l'ordinario pelo del Mare, giache per le ragioni di sopra addotte, quella maggiore altezza non giova punto, e nuoce assai. Il tenerle più basse recherà un altro maggior vantaggio, mentre i medesimi pas-

soni, che s'impiegheranno, dovendo rimanere meno alti in aria, anderanno più profondamente sotto terra, e staranno conficcati più immobilmente.

*Si prescrive, che i passoni nuovi siano tra i 50, e 60 palmi anzi anche più lunghi; si portano molte ragioni di ciò, e si raccomanda la lunghezza de' passoni, come la cosa la più essenziale.*

40. Giudico inoltre, e la stimo cosa essenzialissima, che i passoni da collocarvesi debbano essere almeno tra li 50, e 60 palmi, e più lunghi saranno, meno pericolo vi sarà in appresso di una somigliante disgrazia. Sò, che una gran lunghezza de passoni accresce la spesa sì per se stessa, sì per la difficoltà di mandarli più addentro nel fondo, ma sò ancora, che spesso è pur troppo vero il proverbio antico - Chi più spende meno spende - La ragione della lunghezza ne passoni affatto necessaria si è, perché non basta, che i medesimi vadano sotto quel fondo, che sarà formato dalle nuove deposizioni del Fiume, ma è necessario, che per molti palmi vadano sotto al fondo vergine ora rimasto. Nelle nuove deposizioni non possono i passoni far gran presa. In oltre possono darsi delle circostanze di piene anche maggiori, che scavino altrettanto quanto le presenti con tutto l'allargamento, e un fondo già smosso facilmente si smuove di nuovo. Aperto il Canale nel mezzo, quel fondo benche vergine, che starà accanto à passoni, coll'urto delle acque, e de passoni medesimi colpiti dalle Onde potrà cedere; oltreche un nuovo affondamento di Barca più grossa, può rifare il giuoco, e far di nuovo rimanere in aria i passoni. Non vi è mezzo alcuno, che possa tanto assicurare le spese enormi, che si faranno ora, e andaranno facendo in appresso quanto una grande lunghezza di passoni profondamente conficcati, e questo punto non sò raccomandarlo abbastanza.

*Rimedj per l'abbondanza dell'acque. Quella, che gira per attorno al Porto di Trajano, o si deve impedire, che esca dal Tevere, e vada per li Campi, o si deve per altra via mandar al Mare.*

41. Venendo ora alla troppa abbondanza dell'acque, che hanno scavato il Fondo, in primo luogo, quella, che per attorno al Porto di Trajano entra nel Canale, quando il Tevere dà fuori si deve, à mio giudizio, impedire in ogni conto. Questo impedimento si può mettere in due maniere. La prima impedendo, che le acque escano dall'alveo da quella parte, e inondino le Campagne; la seconda obligandole in caso, che escano a scaricarsi in mare per fuor del Canale medesimo.

*Argini nelle ripe, che impedirebbero le inondazioni di tanti Campi. Stato compassionevole di essi: Vantaggio, che si ricaverebbe difendendoli dalle Inondazioni.*

42. L'impedire, che le acque escano da quella parte, si può fare coll'arginare quelle ripe inalzando gli argini sopra il pelo delle massime escrescenze. Questo è un rimedio, che non solo in riguardo alle passonate di Fiumicino dovrebbe praticarsi in ogni conto, ma inoltre per liberare tante Campagne, che peraltro sarebbero così fertili, ed ora inondate ad ogni modo, e ingombrate gran tempo dalle acque, e quasi sempre dalle arene, che le acque torbidissime del Tevere vi depongono, rimangono, ò affatto inutili, o capaci solamente di dare un per lo più cattivo pascolo agli armenti. Era una compassione non solo nel tornare di giù la prima

volta, ma nell'andarvi la seconda, e ritornare, il vedere una estensione di tante miglia divenuta un vasto mare, ò più tosto una palude fecciosa. L'abbandonare alla discrezione del puro caso, e al furore delle escrescenze, e alluvioni frequentissime in quei siti, un paese sì vasto, sì bello, e comodo può parere una barbarie, quando parte la Camera da se, parte i Padroni di tante Tenute forzati, se bisogna dalla Camera istessa potrebbero recarvi riparo, à mio credere, molto, e molto meno dispendioso di quel che possa sperarsi di utile dal coltivare dette Campagne.

*Necessità di questo ripiego per impedire la corruzione dell'aria.*

43. Dall'altra parte non solo l'utilità, ma inoltre la necessità di un tal rimedio si scorge ancora dalla infelice costituzione dell'aria, cagionata dalla corruttela di tante acque, che vi rimangono, ò infracidare senza debiti scoli, dopo di essere uscite dal Tevere.

*Riparo a tanto male: un argine sulle ripe fortificato anche con piantate di alberi. Fosso, o Canale da Ponte Galera verso il mare con fossi trasversali per le Campagne per dare ad esse lo scolo. In detto Canale potrebbe farsi andare anche il Fiumiciatolo Galera. Vantaggi di un tal Canale.*

44. La maniera di riparare à tanti danni sarebbe à mio giudizio una buona arginatura, che venisse da Ponte Galera in giù la quale non potrebbe riuscire molto difficile attesa la qualità del contiguo terreno, e potrebbe l'arginatura medesima tenersi più forte, e garantirsi anche le ripe ora quasi del tutto abbandonate dalle corrosioni con delle piantate di alberi, che rassodassero il terreno. Dall'altra parte si potrebbe aprire una gran forma, o fosso, che andasse dirittamente verso Maccarese, o adirittura al Mare tra Maccarese, e Fiumicino, dando alle acque di quei piani raccolte dalle piogge lo scolo dentro il Canale medesimo, e facendovi à un bisogno anche andare continuamente l'acqua del Fiumiciatolo Galera, liberando così la ripa del Tevere dallo sbocco di qualunque ò Fiume, o Fosso, per cui nelle escrescenze rigurgiti l'acqua indietro addosso à Campi. Ché se mai fattasi qualche rotta nell'argine, rimanesse allagata qualche parte della Campagna contigua, quando questa fosse bene intersecata da fossi trasversali, e arginati, la medesima acqua coll'ajuto dello stesso Canale potrebbe subito ricevere i suoi scoli.

*Potrebbe introdursi anche l'acqua del Tevere nelle escrescenze con una Caditora, o col tenere la soglia dell'incile sempre aperta, e superiore di poco al pelo basso di Estate.*

45. Potrebbe, quando ciò si giudicasse necessario, farsi anche nella sponda istessa del Tevere verso Ponte Galera una chiusa, o caditora, per cui nelle grandi escrescenze, o anche nelle mezzane si derivasse dentro a un tale Canale una buona partita di acque del Tevere istesso, che servisse per pulire da una parte il medesimo Canale, dall'altra per isgravare il Fiume istesso della troppa acqua, derivandone dentro tanta, quanta in somiglianti circostanze si soleva diffondere per le Campagne, e nel tempo dell'acque basse tenendola chiusa, o senza caditora si potrebbe tener la soglia dell'incile più alta del pelo dell'acque basse, che in tal caso appena cominciato ad alzarsi il Fiume, da se medesimo comincierebbe a versarvi dentro

tant'acqua, quanta si volesse, potendosi regolare come uno vuole la larghezza della bocca.

*Così si rimediarebbe alla quantità di acqua introdotta nel Canale di Fiumicino dagli Argini fatti fin'ora, e molto più da' quei, che qui si prescrivono. Spese di tali Lavori compensate dal frutto de Campi: Vantaggio dell'Aria.*

46. In questa guisa si verrebbe anche a rimediare al male, che il Canale di Fiumicino ha ricevuto dagli Argini fatti sotto Ponte Galera, che vi hanno spinta in giù maggiore quantità di Acqua, e a quel dipiù, che pel medesimo verso potrebbero cagionare le nuove Arginature. Io credo, che scandagliate bene le cose il fruttato de' terreni stabilmente liberati dalle inondazioni non solo cuoprirebbe, ma di gran lunga superarebbe le spese di tali operazioni, e del loro mantenimento, ma di questo si potrebbe far fare a Periti uno scandaglio almeno alto alto: Il Vantaggio poi relevantissimo dell'aria, che incomparabilmente migliorarebbe, sarebbe tutto di più, et è peraltro così importante.

*Necessità, e vantaggio di simili Lavori, che asciughino i tanti ristagni dell'Isola, che corrotti corrompono l'aria, e occupano tanto terreno.*

47. A questo proposito poi sarebbe pure cosa utilissima, e necessaria pensare al modo istesso di dare scolo alle tante acque stagnanti nell'Isola, la quale in ogni escrescenza, e senza escrescenze colle piogge sene empie in varj siti, che rimangono inutili per li pascoli, e dannosissimi per la corruzione, che rende pestilenziale, e impraticabile quell'Aria al primo riscaldarsi della stagione. Come l'Isola si è formata a poco a poco a caso colla robba portata giù dal Tevere, e ributtata dal mare indietro, così in molti luoghi è rimasto disugualissimo il terreno, e vi sono delle Cavità così basse, che l'acqua sempre vi stagna. Attraversando di buoni fossi tutta l'Isola, e colla terra scavata dal sito di essi, e con altra riportata da siti più alti, che vene sono, empindo le cavità una volta per sempre si asciugherebbero quel terreno, e fruttarebbe alla Camera assai più di quello, che frutti presentemente, e dall'altra parte l'aria migliorerebbe, anzi giù verso il mare si renderebbe positivamente buona dove ora è impraticabile. Umpoco di Argini all'intorno garantirebbero il Paese dagli effetti delle escrescenze, che anche coll'ajuto del sudetto Canale sarebbero minori, e in caso di qualche rotta, i fossi sudeti servirebbero per gli scoli.

*Almeno se non s'impedisce alle acque il diffondersi per le Campagne, si dovrebbe impedire il loro ritorno nel Canale con un Argine da Porto fino a Fiumicino, e un Fosso accanto, che le scarichi in Mare.*

48. Quando non si giudichi di fare opere di questa machina, e d'impedire alle acque il diffondersi per le Campagne, almeno si dovrebbe impedire il loro ritorno nel Canale per attorno al Porto di Trajano, per dove, come si è detto, in questa congiuntura ne sono entrate tante. Dove sotto Porto comincia ad abbassarsi il Terreno potrebbe farsi un fosso poco lontano dalle ripe, e colla terra scavatane alzare le ripe istesse in maniera, che l'acqua suddetta insieme con quella, che per sorte uscisse nelle escrescenze dal Canale, benché detti argini ne impedirebbero l'u-

scita, per un tale fosso si scaricasse in mare da se. Così questa Cagione, e quella degl'argini avrebbe il suo rimedio.

*Maniera da sminuire l'acqua à Capo de Rami. Lavori, che si potrebbero fare nella Fiumara grande per rendere più libero lo sbocco, e forse si renderebbe di nuovo navigabile la Fiumara grande.*

49. Si può sminuire anche l'acqua, che entra nel Canale à Capo de' Rami in più maniere. Qualche servitù, che si facesse alla Fiumara grande, ripulendole di tanto in tanto l'Alveo, che così abbandonato finirà di andare in malora, e forse anche di rovinare il Canale, giovarebbe assai, e ristretto di nuovo dopo l'escavazione l'Alveo istesso, si potrebbe mantenere in esso coll'acque sue medesime il fondo verso l'imboccatura, dove il più libero sbocco delle acque anche nelle escrescenze, che in un maggiore fondo corrono più veloci, tirarebbe à se la troppa acqua, che entra presentemente nel canale. In questo modo si renderebbe forse anche di nuovo navigabile la Fiumara grande, come lo è stata per de' Secoli.

*Pennello, o altro simile lavoro da farsi poco più sù della Dogana à Capo de Rami per ribbuttare via il filone, facile à farsi, e facile à disfarsi, se bisogna.*

50. Poco più su de' Capo de Rami sulla ripa destra, in cui accanto alla Dogana si dirama il Canale, potrebbe farsi qualche pennello, che ribbuttasse la corrente, e facesse ripiegare un poco il filone verso la Fiumara grande, facendo in questa guisa entrare nel Canale meno acqua. Questo rimedio è a mio giudizio da preferirsi a molti altri, si perché si fa con poca spesa, si perché se mai in altro tempo si scuoprissi una scarsezza d'acqua nel Canale si può facilmente levare, o sminuire.

*Mutazioni, che si potrebbero fare nella passonata a Capo de Rami; ma non si stima à proposito ne lo scortarla, né l'abbassarla, e perché. I danni delle passonate appena cominciati, convien subito risarcirli, altrimenti crescono troppo. Esempio di ciò, in quello, che è accaduto là giù questa volta.*

51. Un altro rimedio vi sarebbe per iscemare l'acqua nel Canale, e sarebbe il fare qualche alterazione alla passonata a Capo de' Rami. Come questa in altri tempi è stata fatta per dare copia maggiore d'acqua al Canale, quando esso ne aveva bisogno, così potendo tornare simili circostanze, non giudicherei à proposito in conto alcuno lo scortarla, o levarla, non potendosi rifare senza una spesa considerabile. Sarebbe più approposito l'abbassarla, giacche presentemente è alta da 4 palmi, e mezzo sopra le acque basse di Estate. Hò sempre inclinato à questo ripiego fino a questi ultimi giorni, ne quali una considerazione proposta là giù, mi ha fatto giudicare cosa più opportuna il ricorrere ad altri rimedj. La considerazione è questa. La suddetta passonata è vero, che nel tempo delle acque basse di Estate rimane tanto superiore alle acque istesse, ma rimane ad ogni modo molto inferiore al pelo delle escrescenze maggiori, e per quasi tutto l'Inverno appena spunta dalle acque un pochino. Ora se in essa siegue colle escrescenze qualche danno, non potrebbe ne scuoprirsi, ne rimediarsi per lungo tempo, e dall'altra parte questi lavori sono tali, che dietro à primi danni se non si rimedia con sollecitudine, se ne fanno prestissimo de molto maggiori. Di fatto in questa congiuntura le prime

escrescenze di questo anno avevano cagionati danni assai piccoli rispetto a quelli, che hanno cagionato l'escrescenze seguenti, che trovate le passonate indebolite, trovati varj siti aperti, per li quali l'acqua si è insinuata, hanno accresciuti i danni medesimi fino à questi eccessi.

*Per avere acqua nell'Estate, e non averne troppa nelle escrescenze si propone un portone nelle passonate di Capo de Rami, che si aprisse nel secondo caso, e tenesse chiuso nel primo.*

52. Giacche poi in alcuni tempi, come d'Estate si scarseggia piuttosto d'acqua e in altri, come nelle crescenze, ven'è troppa, si potrebbe anche con gran vantaggio nel mezzo della passonata à Capo de Rami fare come un gran portone, il quale nel tempo delle grandi escrescenze si lasciasse libero all'acqua, che l'aprirebbe, e per esso ne anderebbe via una parte considerabile, e nel tempo dell'acque basse si richiuderebbe di nuovo. Questa machina non potrebbe non recare un vantaggio assai considerabile.

*Si risponde ad una difficoltà presa dal pericolo di avere poca acqua, o poco veloce nello sbocco. Piccolo vantaggio di una maggiore quantità, e velocità di essa ivi per avere fondo fuori del Canale. Dentro il Canale non manca il fondo.*

53. In ordine però à questo punto della scarsezza dell'acqua in alcuni tempi conviene avvertire una cosa, che scioglierà nel tempo istesso una difficoltà, che potrebbe nascere contro le cose dette di sopra. Qui si slargano, e si abbassano le passonate verso l'imboccatura, e si cerca di sminuire l'acqua, e pure vi sono stati sempre lamenti, che l'acqua è poca nell'Estate, e in faccia alla bocca si formano in mare de banchi di arena, che devono essere dissipati dalle acque del Canale, le quali se perdono la loro forza, e si sminuiscono di corpo, non potranno più dissiparle. A questa difficoltà si risponde in primo luogo, che con questi lavori prescritti si rimettono le cose in quello stato, in cui erano qualche tempo addietro, quando la navigazione era libera, e pure non seguivano questi danni. Indi convien fare la seguente riflessione. L'acqua non si è mai trovata scarsa dentro il Canale, ma fuori di esso. Fuori del Canale l'acqua per troppo piccolo tratto può mantenersi il fondo per quanto grande sia la velocità, con cui entra in mare, rimanendo dalla resistenza di esso presto ridotto al niente il suo movimento, e divisone, e sparpagliato tutto il corpo. Quindi poco vantaggio si può ricavare da un poco più, ò meno d'acqua, ò un poco più, o un poco meno di velocità della medesima.

*Unico rimedio per avere fondo fuori del Canale l'avanzare le punte in Mare. Necessità di un tale avanzamento pel continuo crescere della Spiaggia, e ritirarsi del mare. Cagione di ciò l'acqua torbida del Tevere, resa tale dalla coltivazione de terreni, da quali raccoglie l'acqua. Cresce più à tempi nostri, che à tempi antichi: si pruova, e se ne da la ragione.*

54. L'unico rimedio per avere del fondo fuor del Canale è l'avanzare le passonate andando innanzi con le punte un pezzetto più in là della spiaggia, dove già da se medesimo il mare hà alquanto più di fondo. Così aggiunto quel poco di più, formerà l'impeto già concepito dell'acqua del Canale, si avrà fondo sufficiente

per la navigazione. L'avanzare sempre più le punte è una cosa, che è evidentissimamente necessaria. Cresce sempre l'isola ritirandosi il mare. Questo è un fatto evidentissimo. Il Porto di Trajano ora così lontano dal Mare, come si è detto, il Forte di S. Michele, la Torre vecchia, la Torre nuova tutte lontane gradatamente dal mare ci mostrano questo continuo crescere della spiaggia. Anzi in questi due ultimi Secoli si è ritirato il mare per più di un miglio, come lo mostra il Forte di S. Michele, cioè per altrettanto, quanto in molti secoli precedenti. La cagione di tale ritirata è manifesta. Le due bocche del Tevere sempre torbidissimo scaricano in mare quantità di materia, che il mare istesso ributta alle spiagge. Basta considerare la generale coltivazione di tutte le colline, e di tutti i piani, che scaricano le loro acque nel Tevere per comprendere, che deve il medesimo portar seco quantità grande di terra, e arene. Basta vedere quanta deposizione lasci l'acqua sua nelle Cantine, ove entra nelle inondazioni, benché l'acqua, che vi entra, sia quella di cima, che solo porta seco il grassume, e la materia più leggiera per argomentare quello, che porta in fondo. E come le coltivazioni à tempi nostri sono molto maggiori, e molto più da per tutto si smuove il terreno, così anche le deposizioni del Tevere verso le spiagge devono ora essere assai maggiori, e il crescere delle spiagge medesime più veloce.

*Si conchiude le necessità di avanzare continuamente le punte.*

55. Ora supposto questo continuo avanzarsi della Terra, è affatto necessario l'andare continuamente innanzi colle punte, e l'andarvi tanto, che le medesime si trovino in un sito, in cui già da se il Mare ha qualche fondo.

*Difficoltà, che indi, e altronde si ricava contro un Muolo da piantarsi in faccia allo sbocco, proposto da M. Marechal.*

56. Questo avanzare di punte sì necessario, rende, a mio credere, impraticabile qui il progetto di M. Marechal, che forse in altro sito potrebbe essere vantaggioso. Propone egli un piccolo muolo in faccia alla bocca del Canale in qualche distanza, sperando, che le acque del Mare col reciprocarsi del medesimo à cagione de venti, e del flusso, urtandosi, e agitandosi, mantengano un maggiore fondo. Io veramente in questo sito temerei molto, che anzi vi si radunasse dell'arena intorno, e si formasse un'Isoletta, massimamente, che non abbiamo qui quasi nulla di sensibile flusso, e riflusso, e inoltre collocando detto lavoro appunto ivi, dove le Barche devono venire in faccia alla bocca per pigliare la direzione del Canale, e avere fondo sufficiente s'incomoderebbe di molto la navigazione; ma quando tutto ciò non sussista dovendosi andare sempre innanzi colle punte presto si arriverebbe al sudetto molo, riuscendo questo così dannosissimo. O esso chiuderebbe appunto la bocca del Canale prolungato, ò converrebbe svellerlo, e portarlo sempre innanzi, cosa, che appena è praticabile, e con una troppo grande spesa.

*Le punte doversi tirare innanzi in dirittura, mantenendo sempre la presente direzione del Canale perpendicolare alla spiaggia, e mantenendo la stessa larghezza. Si prova questa seconda parte.*

57. Dovendosi prolungare le punte si è dubitato da alcuni, con che direzione si debba andare innanzi, volendo qualchuno, che si pieghino verso Levante, altri verso Ponente. Io per me credo, che debbano tirarsi innanzi colla direzione, che hanno presentemente perpendicolare alla spiaggia sempre diritte, e con uguale larghezza, cioè parallele fra loro. La larghezza uguale è necessaria sì per levare l'urto, che l'acque eserciterebbero contro le passonate se fossero piegate in dentro, mentre in un Canale parallelo non si esercita, che la semplice pressione, sì perché dovendosi tirare innanzi sempre le punte, se una volta si cominciano à piegare in dentro, o conviene, che si uniscano, o che si tornino à slargare di nuovo, o che si rimettano al parallelismo in una minor larghezza, mentre possono ora mantenersi in una larghezza sufficiente, e doverosa.

*Si pruova, che il Canale non v'è piegato per non dare maggior urto alle passonate, e non scemare la velocità all'acqua, e perché tanto il piegare verso Levante, quanto verso Ponente è nocivo.*

58. Che non si debbano piegare verso alcuna parte è pure appoggiato su molte sode ragioni. Nel piegare la direzione delle passonate si viene ad esporle à un maggiore urto delle acque come si è accennato di sopra, e si piega con esse la direzione del Corso delle acque togliendo alle medesime una parte di quella velocità, che pure è necessaria per mantenere escavato il fondo fuor del Canale, la quale quantunque non agisca per lungo tratto, pure agisce, e respinge le arene, che le Tempeste ammassano in faccia alla bocca. Inoltre se il Canale si piega verso Levante, si hà l'inconveniente, che l'esito dell'acqua sia più impedito dalli Scirocchi, e Lebecchi, verso li quali così si volterebbe lo sbocco. Se si piega verso Ponente si viene a dare all'acqua una direzione meno contraria alle arene, che vengono a turare la bocca della parte appunto dell'Isola, le quali meno efficacemente saranno rimosse dalla corrente dell'acqua del Canale, se questa meno direttamente si oppone ad esse. Quindi trovandosi in amendue le svoltate degli inconvenienti anche per questo Capo è meglio andar dritto.

*La piegatura difficolterebbe anche l'ingresso de bastimenti venuti dalla parte opposta.*

59. Vi è per altro un'altra ragione per non piegare da niuna parte, ed è la difficoltà dell'ingresso in un Canale non perpendicolare alla spiaggia. Imperocché i Bastimenti, che arrivano alla bocca piegata dalla parte opposta à quella, verso cui si fa la piegatura per arrivare in faccia alla bocca, conviene, che scorrano sotto Vento, indi voltino il corso indietro in gran parte contro quel vento medesimo, con cui sono venuti, cosa per lo più impraticabile, e sempre difficile.

*La medesima esclusa dal dovere andar sempre innanzi colle punte. La medesima contraria anche al Sentimento di M. Marechal.*

60. Vi è inoltre la necessità dell'andare sempre innanzi colle punte, che parimente esclude la piegatura, che coll'andare troppo innanzi crescerebbe troppo. Vi è finalmente anche il sentimento di M. Marechal, che vuole il canale nella presente direzione, e communemente ne canali si raccomanda quanto più è possibile il parallelismo, e dirittura del Canale.



*La punta di Ponente doversi tenere più lunga per dare un appoggio alle Barche, che vengono da Levante con venti cattivi.*

61. Nel rifare le punte credo sia bene, che la punta di Ponente si tiri più innanzi dell'altra di Levante, come lo era prima di queste rovine. Servirà questo per dare un'appoggio alle Barche, che vengono da Levante, le quali sogliono venire coi venti più pericolosi dello Scirocco, e Lebeccio, acciò non siano trasportate alla spiaggia di Ponente, dove ordinariamente si perdono quelle, che alle volte fanno ivi naufragio.

*Vantaggio, che ne risulta di voltarsi alquanto verso Levante la corrente fuor dello sbocco contro le arene, che di là vengono.*

62. Si avrà con ciò anche un vantaggio, che il corso dell'acqua uscita dalla bocca, si volgerà un poco verso Levante, dalla qual parte rimarrà libero prima, che dall'opposta, e però si opporrà alquanto più alle arene, che vengono da quella parte.

*Importanza di badare alle riempiture, che non lascino il giuoco alle acque. Si propone ad esaminare se sarebbe meglio empire almeno in parte di muro, e si pruova il si.*

63. Nel rifare poi le passonate stimo assai essenziale un'altro avvertimento lasciato anche da M. Marechal, di badare, che le riempiture si facciano più a dovere, che sia possibile, e con sassi anche più grossi. Meno vano vi sarà dentro, e più peso avrà la riempitura, e meno potrà l'acqua agirarvi dentro, e meno impressione farà contro la medesima riempitura. Propongo, che si rifletta, se abbia da essere più vantaggioso l'empire almeno in parte le passonate di muro. Se si riflette alla spesa, che vi vuole per riempire continuamente di nuovo il vano, che sempre si va facendo, e a quella, che vi vorrebbe per fare un muro dentro, mi dice qualche Persona pratica, che piuttosto questo costerebbe meno. Dall'altra parte un muro impedirebbe assolutamente il giuoco dell'acqua fra i passoni, e i passoni impedirebbero, che l'acqua entrasse sotto il muro a scavarvi il fondo, e dargli occasione di cadere. Su a Porto camina l'acqua del canale fra due muri antichi, che da tanti Secoli stanno fermi. Giù tra le passonate, che si vedon ve n'è qualche partita, che hà per riempitura un muro, e mi vien detto, che non hà patito punto in luogo alcuno.

*Si passa à parlare delle inondazioni. Le Inondazioni accresciute dalla difficoltà dello sbocco, ma non principalmente cagionate.*

64. Queste sono le riflessioni, che appartengono à danni, e risarcimenti spettanti le passonate, e la navigazione del Canale. Ora passerò à un punto nullamente importante, anzi che assai più interessa il Pubblico, ed è la frequenza delle Inondazioni. Io non dubito punto, che la difficoltà dello sbocco delle acque in mare non dia una occasione alle inondazioni, e non le accresca anche verso Roma, come nel tempo istesso sono persuasissimo, che la principale loro cagione provenga altronde, e che per quanto lo sbocco fosse libero, tanto vene sarebbero delle inondazioni, benche la libertà dello sbocco le scemarebbe.

*La difficoltà dello sbocco accresce le inondazioni, collo scemare la velocità all'acqua, e obbligarla ad alzarsi per ricuperarla. Che ove la pendenza è piccola, l'effetto del rigurgito si stende assai.*

65. Che la difficoltà dello sbocco faccia qualche cosa, è evidente. L'acqua trovando difficoltà ad uscire perde la sua velocità. Se restasse anche per puochissimo tempo con quella velocità minore, somministrando la sorgente più acqua di quella, che si scarichi in mare, prestissimo si allagherebbe ogni cosa. Ma intanto l'acqua si alza, e coll'alzarsi, premendo più l'altra, che le stà sotto, la rende più veloce; onde torna a scaricarsene tanta, quanta ne viene. Ma in questo alzarsi quella vicino allo sbocco, serve di un nuovo ostacolo anche a quella, che viene appresso, la quale pure conviene, che presto s'alzi anche più, e così di mano in mano distendendosi così l'effetto del rigurgito a una grande distanza dello sbocco, quando la pendenza sia piccola, come nel Tevere è piccolissima da Roma fino al Mare.

*Questo effetto deve essere maggiore se vi sia vento gagliardo contrario. Effetti della violenza del vento sulle acque de' Tevere veduti là giù.*

66. Questo effetto deve essere anche maggiore quando oltre al semplice ostacolo, che il Mare fa all'ingresso col suo peso si aggiunge la forza del vento, che spinge il mare a terra, e spinge all'insù contro la corrente le acque stesse del Fiume nella sua superficie, ritardando le vicine alla superficie medesima. Questa violenza alcune volte è sensibilissima, massimamente nelli Scirocchi, e Lebecchi, che increspano à onde grosse tutta la superficie dell'acqua del Tevere. Il giorno, che Noi tornammo la prima volta era così veemente la violenza del vento, che un Battello spedito in giù da Ponte Galera con de legni per aggiustare un Ponte, arrivato al Tevere, benche avesse ad andare in giù, e si aiutassero gli Uomini a remare a quattro remi, pure sotto gli occhi miei era rispinto indietro, ne vi poté andare.

*Le Inondazioni maggiori colle Sciroccate, e Lebbecciate minori co' venti da terra. Effetto di questa sorte veduto là giù in questa congiuntura. Inondazione de primi di Febrajo forsi minore in Roma per essersi il Fiume aperte tante strade di più per iscaricar le sue acque.*

67. Quindi si vede, che colle lebbecciate, e sciroccate gagliarde le inondazioni alzano più, e nel tempo, che io stetti là giù assediato dalle acque, si vedeva manifestamente crescere, e scemare l'inondazione col voltare il vento verso le parti Australi, e alzarsi le onde, o all'opposto soffiare da terra, e spianare il mare, anzi per congettura della distesa di questo effetto si può notare, che l'Inondazione del principio di Febbraro, alla quale io mi trovai giù, alzò in Roma meno, quantunque le piogge fossero dirottissime, e più copiose le nevi, che si disfecero, che à primi di Dicembre, e giù per le Campagne entrò per altro una prodigiosa quantità di acqua, anche in una tale congiuntura. L'essersi allora il Fiume aperto più libero l'esito per tante bocche, come per quelle due della Fiumara grande nell'Isola, per quelle tra Maccarese, e Fiumicino, e in Fiumicino medesimo coll'avere rovesciati i ritegni, fa giudicare, che ciò sia stato di giovamento, e abbia scemata in Roma l'inondazione.

*Costituzione antica de due rami del Tevere più favorevole allo sbocco, mentre allora la Fiumara grande entrava in mare prima di torcere, quasi con direzione perpendicolare à quella del Canale, e a diverso vento. Forsi per questo fù da principio fatto il Canale che sembra fatto dall'arte, e non dalla natura.*

68. Potrebbe quindi accadere, che la presente costituzione de' due rami del Tevere sia molto più dannosa per questo conto di quello, che lo fosse anticamente. Quando l'Isola era ancora piccola, la Fiumara grande non faceva quel gomito, che fa ora, e si andava a scaricare tra l'Ostro, e Sirocco, mentre ora si scarica quasi coll'istessa direzione del Canale; sicche allora i venti, che difficoltavano lo sbocco della Fiumara, lo lasciavano più libero al Canale, e viceversa, e forse a questo fine fu da principio derivato questo Canale, che rimanendo così divergente dalla direzione del Fiume non sembra naturale, ma fatto ad arte.

*Cagione principale delle inondazioni le piogge dirotte sul terreno inzuppato con un scioglimento di nevi fatto in poco tempo.*

69. Per altro le inondazioni à mio credere principalmente provengono dalla troppa quantità di acqua, che arriva al letto del Tevere tutta in un tempo. Queste quasi sempre, si vede, che accadono nella combinazione di queste tre circostanze, che le montagne siano cariche di nevi, e una sciroccata calda le squagli, che nel tempo medesimo vi siano delle piogge universali per quei siti, da quali il Fiume raccoglie le acque, e che sia piovuto assai precedentemente, in modo che la terra inzuppata non succhi più. Allora tutta quasi l'acqua, che piove, tutta la neve sciolta arriva in un tempo, e però non capendo nel suo letto sbocca fuori, ed inonda le Campagne.

*Anche nel principio delle escrescenze il fiume corre in Roma veloce; e se l'inondazione venisse principalmente dall'acqua tenuta in collo piuttosto caminerebbe più adagio.*

70. Che l'abbondanza delle acque di sopra entrate nell'Alveo del Tevere sia una principalissima cagione delle inondazioni, e più assai che l'impedimento allo sbocco lo prova a mio credere assai efficacemente il vedersi nel tempo di tali alluvioni correre in Roma il Fiume con una velocità assai maggiore del solito non solo sul fine, ma anche sul principio, quando comincia a crescere, e da fuori. Se il crescere provenisse principalmente dalla difficoltà dello sbocco, piuttosto dovrebbe ritardarsi il corso dell'acqua almeno sul principio, onde la grande celerità mostra il contrario.

*Il Tevere allaga le Campagne anche in siti assai lontani, dopo i quali vi sono grandi pendenze, dove non arriva il rigurgito.*

71. La stessa cosa si vede dallo sboccare, che fa il Tevere, e allagare le Campagne anche ne siti assai lontani dal Mare, e tra quali e il Mare istesso vi è una gran pendenza, la quale certamente toglie gli effetti meno sensibili del rigurgito. Così nell'Inondazione de' primi di Dicembre, hò inteso per cosa certa, che sotto Perugia quei piani erano divenuti un vasto Mare.

*Le inondazioni ne pure vengono dalle chiane, che menano poca acqua, poca ne raccolgono da piccol sito, e non possono influire ne Fiumi minori, o Torrenti in una grande altezza come nel Teverone sopra la Cascata di Tivoli, dove pure il Fiume da fuori, o si gonfia assai più del solito.*

72. Credono alcuni, che questa abbondanza d'acque venga dai lavori fatti alle chiane. Io non vi sono mai stato, ma hò intesa da gente pratica, che da quel sito nelle massime piene vien verso il Tevere assai minore quantità d'acqua di quella, che

gli porta una mano di Torrenti, e Fiumicciaroli inferiori, e la quale rispetto a tutto il Tevere è un niente. Per verità guardando su le carte il sito, da cui entra nelle Chiane l'acqua piovana, è questo così piccolo rispetto a tutto il sito, da cui le sue acque riceve il Tevere, che certamente non ha adesso alcun rapporto sensibile. Ma un argomento assai più efficace abbiamo, che ci assicura la vera sorgente di tante acque essere la combinazione delle piogge generali congiunte con un celere scioglimento delle nevi. Questo è il vedere, che nel medesimo tempo danno fuori de Torrenti, e Fiumi minori, anche in siti assai più alti di quello, che possa ad essi giungere l'effetto di qualunque rigurgito del Tevere; Così per esempio spessissimo in tali congiunture ha dato fuori, o si è gonfiato molto, e molto più del solito a Tivoli il Teverone un pezzo più su della cascata, dove certamente non può giungere con alcun suo effetto, ne il difficile sbocco in mare, ne una copia esorbitante di acque, che si supponga scaricata dalle piane.

*Una maggiore facilità di sbocco se non impedirà le inondazioni in Roma, le scemerà, e il provarlo sarà un secondar la Natura.*

73. Supposta questa origine delle Inondazioni, non possono le medesime impedirsi totalmente per quanto si faciliti l'esito delle acque in Mare. Ad ogni modo il facilitare lo sbocco di esse, gioverà a sminuirle anche in Roma, e potrà toglierne molte almeno ne' siti più vicini al Mare, dove una tale difficoltà di sbocco ne fa venire sovente alcune che non si stendono più lontano, e il procurare questa maggiore facilità dello sbocco, sarà un secondare la Natura, che in queste ultime occasioni ha da se medesima aperte tante strade alle acque, come si è veduto di sopra.

*Le cose prescritte di sopra per lo sbocco, giovano anche qui: Si potrebbe la bocca di quel canale partito da Ponte Galera voltare verso Ponente.*

74. Quindi anche a questo effetto gioverebbe assai tutto quello, che si è prescritto di sopra per dare esito più facile alle acque tanto di lavori da farsi nella Fiumara grande, quanto di quel Canale, che da Ponte Galera andasse verso Maccarese, o verso le spiagge. E in ordine a questo Canale potrebbe il medesimo regolarsi in modo che la sua bocca fosse rivolta verso Ponente, onde anche nelle più orride lebbecciate, e sciroccate si avesse un'esito libero per mezzo di esso.

*Benche gravi Autori disapprovino in alcune circostanze simili Canali, pure vi è modo da scanzare tutti l'inconvenienti.*

75. So, che gravi Autori disapprovano generalmente i Canali, che da' Fiumi derivino parte delle loro acque, per timore, che ò divisa così la forza delle acque istesse, non s'interrissero amendue, o che il nuovo Canale non tiri à se tutta l'acqua come è seguito in più di un sito. Ma sò anche, che quando si adopriano le debite cautele, si può rimediare a ogni disordine, e averne tutto il vantaggio, e son persuaso, che nel nostro caso si tirerebbe del vantaggio assai.

*Ne siti superiori per impedire le inondazioni, converrebbe far argini, che verso Roma sono impraticabili, e inutili o scavare il fondo, cosa dispendiosa assai, e pericolosa, potendosi presto colle deposizioni ridurre allo stato suo naturale di prima. Ad ogni modo in questo caso gioverebbe uno sbocco più libero per mantenere un poco più il fondo.*

76. Nelle parti superiori non si può ovviare alla troppo abbondanza delle acque improvvise in altro modo, che cogli argini, i quali perciò massimamente nel sito di Roma istessa non sono praticabili per cagione delle tante fabbriche sul Fiume istesso, e riuscirebbero inutili per le tante chiaviche, per le quali l'acqua nelle escrescenze si insinuerebbe per ogni parte; o collo scavare il fondo del Fiume sprofondandolo considerabilmente sotto al fondo presente, cosa difficilissima à praticare, e di enorme spesa. Si aggiunge, che sarebbe difficilissimo il mantenere contro le naturali disposizioni de' siti un tale fondo, che di nuovo presto s'interrirebbe all'altezza ordinaria permanente, e che sembra connaturale à questo fiume; Se non che gioverebbe assai per conservarlo, l'aver appunto uno sbocco delle acque in Mare più libero, e quel canale proposto; mentre l'acqua trovando minore difficoltà nello sbocco correrebbe in giù più rapida, e più facilmente terrebbe ripulito l'alveo, che una volta fosse scavato più, e nelle escrescenze maggiori sollevandosi l'acqua dentro le Ripe, empirebbe prima di dar fuori il vano lasciato in cima.

*Disordini, che sieguono a Fiumicino, e vanno rimediati.*

77. Dopo di avere così parlato anche di quello, che appartiene alle Inondazioni, mi resta solo in ultimo di suggerire alcuni disordini, che spesso là giù sieguono, e de quali si è rinfrescata ora la memoria, ed io ne sono stato spettatore, e per buona sorte ho potuto cooperare a darvi per questa volta pronto riparo, ma vene vorrebbe uno stabile, ed efficace.

*Necessità di un Forno, e di una Osteria. Miserie di quella Gente, e de Passaggeri in questa occasione per una tale mancanza.*

78. Fiumicino è lontano assai più di un miglio da Porto, e nel tempo delle inondazioni i Particolari non vi possono andare ne à piedi, ne à cavallo, e colle Barchette per fuor del canale vi si v' à grande stento, e non senza pericolo: e pure Fiumicino è senza Forno, e senza Osteria per tanta povera gente, che st' là giù per li lavori, per tanti poveri Pescatori, Marinari, e Viandanti, che spesso vi rimangono sequestrati per lungo tempo con pericolo di rimanere privi affatto de viveri, e con incomodo gravissimo per li Passaggeri di stare tanto tempo nelle Barche, e sovente in piccole Felluchette senza comodo alcuno per dormire meno disagiatamente, privi d'ogni altro Alloggio. Le miserie di tanta povera Gente nel tempo del mio sequestro, le voci compassionevoli di que', che dalle Barche, e dalle Capanne cinti dalle acque senza potersi muovere, gridavano Pane, Pane, ci moriamo di fame, lo squallore di varj poveri Passaggeri ammalatisi per li disagi nelle Felluche, e à stento ricoverati nel Casino della Camera, cavavano le lagrime dagl'occhi, e i meno morigerati facevano inorridire colle imprecazioni, e bestemmie, che vomitavano per mancanza di conveniente provvedimento.

*Un'altra Torre necessaria per li Soldati più vicina al Mare. In quella, che vi è ora può farsi l'Osteria, e accanto il Forno.*

79. Converrebbe per tanta povera Gente stabilire in Fiumicino medesimo un Forno, che almeno assicurasse il pane, e fabricarvi una Osteria, che potesse à Passaggeri

dare opportuno ricovero. Questa anche si affittarebbe bene col Forno istesso, e garantirebbero coll'affitto, anzi forse sormonterebbero la spesa. Appunto da tanto tempo sospirano anche poveri Soldati una nuova Torre situata in luogo di aria meno cattiva sul mare istesso, dove anche sarebbe atta a difendere la spiaggia, giacche ora ogni anno se ne ammalano tanti la State, varj ne muojono, e non sono in istato di difendere la spiaggia, ne pure col cannone. Quando si fabbrichi una Torre nuova secondo l'idea, che già da gran tempo è in idea, nel sito della presente Torre si potrebbe fare l'Osteria risarcendola un poco, e accanto ad essa un Forno, che gioverebbe anche a purgare l'aria alquanto col fuoco.

*Conchiuisione di tutto il discorso.*

80. Queste sono le riflessioni, che in esecuzione degl'ordini ricevuti, presento. Intanto qui in breve all'ultimo ricapitolero solamente i più necessarj rimedj detti sopra sparsamente, cominciando da più essenziali, e che non devono tralasciarsi.

*Epilogo de rimedj sparsamente proposti.*

81. Nel fare le nuove passonate al Mare slargarsi almeno una canna per parte, e tener le medesime più basse, cioè poco superiori al pelo del Mare.
82. Mettere ivi passoni della lunghezza almeno tra 50, e 60 palmi, e più lunghi, che saranno, meglio sarà.
83. Andar colle punte ben innanzi, e tenere quella di Ponente sensibilmente più lunga.
84. Badare alle riempiture, e se si giudicherà farne parte almeno col muro.
85. Fare dietro alle passonate degli arginetti con de fossi poco lontani, che impediscano l'urto delle acque alle spalle.
86. Piantare in maggior numero, e più sodamente, e in più distanza dalle passonate, delle Crocette, e pigliare opportuno provvedimento, perché le gomine delle Barche si attacchino à queste, e non alle passonate.
87. Far qualche Arginetto tra Porto, e Fiumicino, che impedisca l'ingresso nel Canale alle acque uscite fuori nelle inondazioni, e che girano dietro al Porto di Trajano.
88. Far qualche lavoro, come qualche pennello sulla ripa dalla parte della Dogana più su della imboccatura di Capo de Rami per far discostare il filone dal Canale.
89. Se si giudicherà approposito fare un portone nella passonata a Capo de Rami, che aperto nelle grandi escrescenze lasci passar più acqua verso la Fiumara, e chiuso nel tempo delle acque basse, ne mandi maggiore copia nel Canale.
90. Se si vorrà liberare il Campo Salino, e i Campi vicini dalle Inondazioni con un argine da Ponte Galera in giù, e dare scolo alle acque di dette Campagne con un nuovo Canale, in cui entrino molti Fossi trasversali, ed entri anche il Fiumiciattolo Galera.
91. Se si giudicherà opportuno introdurre in detto Canale dell'acqua del Tevere nelle grandi escrescenze, o anche nelle medie, facendovi entrare l'acqua stessa sopra una soglia tenuta all'altezza del pelo basso d'Estate, e se si giudica voltare lo sbocco di detto Canale verso Ponente.
92. Visitare la Fiumara grande, e ripulirne l'alveo, rendendogli l'antico fondo col mantenere il lavoro, ò far che l'acqua più ristretta lo mantenga.

93. Arginar l'Isola, e asciugarla con de fossi, e col riempire i vani per acquistar paese, e migliorar l'aria.

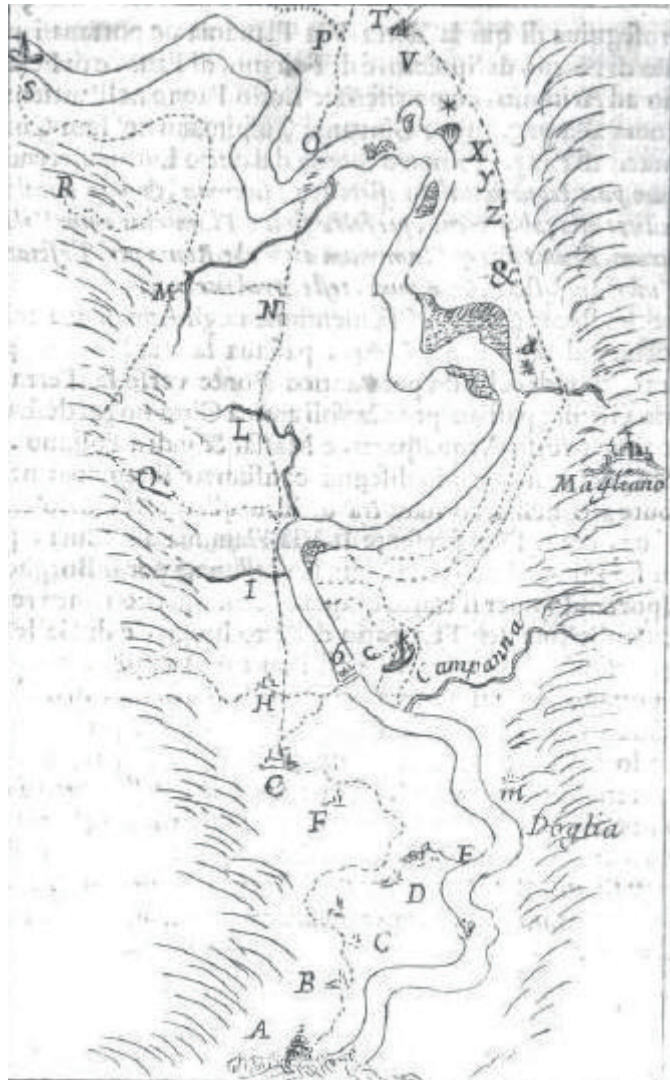
*Osservazioni da farsi in appresso.*

94. Finalmente vorrei, che spesso si riconoscesse lo stato delle cose, e massimamente il Fondo nell'imboccatura del Canale, e giù verso lo sbocco per regolare la quantità dell'acqua, e accrescerla se bisogna, col rimuovere il pennello accennato di sopra, o scemarla coll'accrescerlo, o con altri opportuni rimedj.



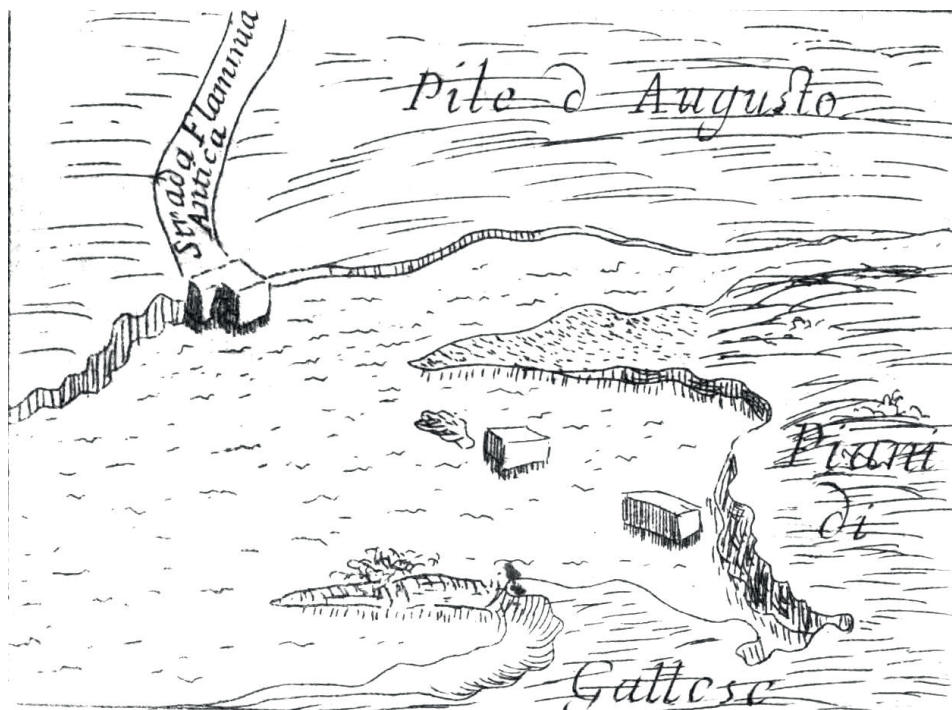


4  
Il Tevere a Ponte Felice  
(1752)



*La campagna romana nei pressi di Magliano*<sup>27</sup>

<sup>27</sup> MARTINELLI [1682], p. 4.



*Le pile di Augusto*<sup>28</sup>

Proseguendo il viaggio nei territori dello Stato della Chiesa, nella seconda metà di marzo 1752 Boscovich fu inviato per conto della Sacra Congregazione delle Acque, rappresentata dal Prefetto, il cardinale Alessandro Albani (1692-1779), e dal Segretario, Monsignor Antonio Rota, ad esaminare lo stato del Tevere nel territorio compreso tra Ponte Felice e il Fosso di Rustica.

Ponte Felice prese il nome da Sisto V, al secolo Felice Peretti, pontefice che ne volle la costruzione. Il ponte sul Tevere, che si trova a 64 km da Roma presso la via Flaminia sotto Magliano Sabina, era stato progettato dall'architetto Domenico Fontana (1543-1607). Da Roma fino all'alto Lazio non esistevano ponti sul Tevere, dopo che era crollato quello romano nei pressi di Orte al tempo di Paolo IV, del quale rimanevano solo le basi dei cinque piloni. Fontana, anziché riedificare il ponte di Orte usando i piloni preesistenti, preferì costruirne uno ex novo più a valle, al di sotto della città di Otricoli, poco distante da Magliano. Sarebbe stato più vantaggioso ricostruire il ponte crollato, non solo per motivi economici, ma anche in termini di stabilità dal momento che la corrente del fiume nei dintorni di Orte era più debole rispetto alla zona di Otricoli. Ciò nonostante, nel 1589 Sisto V approvò il progetto di costruzione del ponte

<sup>28</sup> MARTINELLI [1682], p. 92.

prospettatagli da Fontana. L'idea dell'architetto era quella di costruire prima il ponte sull'asciutto, poi il nuovo letto per costringere il Tevere a passarci sotto e infine ostruire il vecchio alveo. Nel lavoro Fontana fu affiancato da Carlo Maderno. Alla morte di Sisto V (1590) erano stati costruiti tre piloni e parte del ponte, fino all'inizio degli archi; nel 1592 Clemente VIII volle proseguire l'opera, revocando l'incarico a Fontana e affidandolo a Bartolomeo Sala da Bibiena. I lavori furono completati nel 1603. Oltre che per realizzare il ponte, ingenti furono le spese per le arginature poiché il Tevere, già dal primo inverno successivo alla costruzione del ponte, anziché seguire il nuovo corso voluto da Fontana, cercava di rientrare nel proprio letto naturale. Per tentare di mandare il fiume nel letto artificiale furono costruiti nuovi argini, palizzate e fosse. Le prime opere di arginatura furono eseguite dagli architetti di Urbano VIII; a ricordo di tanti lavori e dell'ingente spesa sostenuta il pontefice fece porre un imponente cippo marmoreo, noto come la "Memoria di Urbano", sul quale veniva narrato come Urbano VIII, ricondotto sulla destra con un nuovo scavo, con argini e palizzate di legno il Tevere che, allagata la Flaminia, se ne tornava nel letto antico, seppa costringere il medesimo fiume verso il ponte sotto il quale non voleva passare<sup>29</sup>.

Nella seconda metà del Seicento, durante il pontificato di Innocenzo XI, Agostino Martinelli, architetto del Tevere fu incaricato dei lavori di risarcimento delle ripe nella zona di Borghetto e Ponte Felice. In questa occasione diede alle stampe la *Descrizione di diversi ponti esistenti sopra li fiumi Nera e Tevere con un discorso particolare della Navigazione da Perugia a Roma* (Roma 1676). Un capitolo dell'opera era dedicato alle riparazioni da lui eseguite nel tratto di Ponte Felice, argomento che fu oggetto di un altro volume, *Stato del Ponte Felice rappresentato alli Eminentissimi e Reverendissimi Signori Cardinali della S. C. delle acque* (Roma 1682)<sup>30</sup>.

All'epoca dei sopralluoghi di Boscovich la zona nei pressi di Ponte Felice si presentava ancora in condizioni critiche. Durante la visita, compiuta insieme all'ingegnere Pietro Hostini<sup>31</sup> e al perito Giuseppe Giraldi<sup>32</sup>, furono constatati i danni causati dalla corrosione delle sponde e dal pericolo di isolamento del ponte. Seguendo il corso del

<sup>29</sup> LUGARESÌ [2011], p. 224.

<sup>30</sup> SEGARRA [2004], pp. 158-159.

<sup>31</sup> Pietro Hostini (Savoia, circa 1691 - Roma, 1756) apprese in Savoia la teoria e la pratica sul moto delle acque e qui, tra 1720 e 1721, fu ingegnere di fiumi e torrenti. Giunto a Roma, dal 1725 fu architetto del Tevere, eseguendo ricognizioni a Roma e dintorni, tra questi i lavori a Ponte Felice.

<sup>32</sup> Giuseppe Giraldi, originario di Magliano Sabina, dal 1736 al 1757 diresse i lavori di sistemazione del Tevere presso Ponte Felice e Rio Fratta, eseguendo relazioni, disegni e scandagli. Fu autore di una pianta e di una relazione relativa al corso del Tevere in prossimità di Ponte Felice: *Relazione, e descrizione delli lavori di passonate fatte a Pontefelice nel fiume Tevere, dalla parte superiore di detto ponte, dal mese d'Agosto dell'anno 1737, a tutto li 6 Dicembre del corrente anno 1738, nella ripa sinistra verso Magliano, per riparare all'ulteriore corrosione di detta ripa, e per far ritornare il corso dell'acque egualmente per tutti quattro gl'archi di detto ponte*, 11 dicembre 1738.

fiume, nel suo esame Boscovich distinse due tratti, il primo sopra le pile di Augusto<sup>33</sup> e il secondo sopra Ponte Felice.

Nel primo tratto il Tevere, incontrando ostacoli lungo il suo cammino, tendeva a corrodere le ripe e a cercare percorsi alternativi, spesso tortuosi, per poter scorrere. Il corso d'acqua dilatato si diramava in più canali. Lungo questo tratto il terreno era formato dalle deposizioni del fiume e si presentava più sodo dalla parte destra sopra il fosso di Rustica, "fortissimo" verso la parte sinistra, dal fosso delle Rocchette fino al monte dell'Oliva. Al di sotto del suddetto monte i terreni tornavano ad essere smossi.

Il male individuato da Boscovich in questi siti era derivato dalla rotta fatta dal fiume durante la piena. Essendo mutata la direzione delle acque era opportuno che i ripari assecondassero il nuovo andamento del fiume. Due erano i pericoli riscontrati da Boscovich: il primo, minore e meno imminente, che il fiume, scavando sempre più sotto il fosso di Rustica, tornasse a scorrere nell'antico letto inferiore, il secondo, molto prossimo, che il fiume portasse via tutto il terreno e si buttasse per l'aperta campagna. Per evitare continue e ingenti spese la Congregazione delle Acque avrebbe dovuto mantenere il fiume obbligato dal fosso di Rustica ad andare verso il fosso delle Rocchette, facendogli costeggiare le ripe forti fino al Monte dell'Oliva. A questo scopo sarebbe stato necessario fortificare gli argini per impedire ulteriori corrosioni e rimuovere gli ostacoli nel fiume. Come rimedio durevole e poco dispendioso Boscovich consigliò di scavare un canale fino al fosso delle Rocchette nella direzione della corrente. Per trattenere le corrosioni e la fuga del fiume sarebbe stato opportuno ricoprire le ripe con piante, come propose Giraldi; questo intervento avrebbe dato un doppio beneficio: maggior stabilità del letto del fiume e minori spese per la Congregazione. Inoltre sarebbe stato opportuno garantire una costante vigilanza sopra gli ostacoli in modo da farli rimuovere non appena si fossero presentati.

Anche nel secondo tratto alcuni impedimenti costringevano l'acqua a dirigersi contro la ripa destra, corrodendola, e dunque andavano rimossi. Dalle corrosioni nascevano due pericoli: il primo, meno imminente, era che continuando ad incurvarsi il letto del fiume, si corrodessa la punta e si scoprisse l'intestatura del ponte verso Borghetto, il secondo era che col tempo l'insenatura si allargasse e il Tevere vi si dirigesse, rischiando di danneggiare la ripa sinistra e, sfasciando le passonate, di scavare da quella parte e tormentare l'intestatura del ponte verso Magliano. Per rimediare alle corrosioni di tale ripa ed indirizzare il corso del fiume in linea retta erano state costruite due passonate, dirette verso l'intestatura destra del ponte. Quella superiore aveva difeso il ponte del Rio Fratta, quella inferiore aveva protetto la ripa destra da una pericolosa corrosione. Boscovich approvò questa soluzione, giovevole alla stabilità del ponte.

Nel 1758 la Congregazione delle Acque prevede un'iniziativa globale di sistemazione dell'intero corso del Tevere allo scopo di garantirne la navigazione, diventata sempre più difficoltosa. In questo progetto rientrava anche la zona di Ponte Felice: nonostante gli interventi fatti in precedenza, la situazione non era migliorata. Nel 1765 Leonardo

---

<sup>33</sup> Le pile di Augusto designano le rovine di un antico ponte romano nei pressi di Otricoli (TR).

Ximenes, al quale era stata richiesta una perizia sulla questione, riteneva che se non si fosse intervenuti, “il fiume si sarebbe aperto un nuovo alveo lasciando il ponte in secco”. Alcuni documenti del 1770 mostravano il pessimo stato delle sponde sopra Ponte Felice e le condizioni di pericolo imminente sia del Ponte Felice che di quello di Riofratta, dovute alle correnti che rendevano “intransitabili gli archi del Ponte Felice”, ribadendo il pericolo incombente di isolamento del ponte stesso<sup>34</sup>. Fino alla fine del XVIII secolo si succedettero continui interventi, ma il processo di deterioramento continuò, tanto che già all’inizio dell’Ottocento non si poteva più navigare oltre Ponte Felice. (mgl)

*De danni del Tevere sopra Ponte Felice e sotto il Ponte di Rustica*<sup>35</sup>

Per ordine di S. E. il Sig.r Card. Alessandro Albani Prefetto, e dell’Ill.mo, e R.mo Monsignor Rota Segretario della Congregazione delle Acque, sono stato a riconoscere il Tevere sotto il fosso di Rustica, e sopra ponte Felice, insieme con il Sig.r Pietro Ostini Ingegnere di essa Sagra Cong. e col Sig.r Giraldi Autore della Pianta, e Relazione presentata a Sua Em.za, e de’ lavori fatti sopra Ponte Felice; a 19 del corrente Marzo 1752 noi riconobbimo tutto il tratto da Ponte Felice fino a sopra il Ponte di Rio Fratta, e a’ 20 tutto l’altro tratto dalle Pile di Augusto fino al Monte dell’Oliva.

In primo luogo noi ritrovammo la sudd.a Pianta molto esatta, e conforme a’ siti naturali, toltone alcune differenze cagionate intanto dal Tevere, delle quali parlerò in appresso nel decorso della presente Relazione, che si rimette alla pianta medesima.

Cominciando a parlare secondo l’andamento del Fiume stesso, noi trovammo sopra le Pile di Augusto un Navicello affondato fin dal principio della Quaresima, che rimane in gran parte sollevato sopra l’Acqua. Questo à cagionata una corrosione dalla parte della Ripa sinistra ad esso più vicina, facendo fare un seno in essa, e dirigendo il Fiume in modo, che col tempo potrebbe danneggiare molto più le Ripe inferiori, e converrebbe in tutti i conti farlo ritogliere, secondo gl’ordini, che ve ne sono.

Venendo in giù si vede poco sotto il Fosso della Rustica una gagliarda corrosione della Ripa destra al sito della Pianta segnata al n.1, e la punta ancora inferiore, dove il letto presente coll’antico fa angolo, è parimente corrosa, benché alquanto meno, e la medesima pel seno fatto più sù, comincia ad essere abbandonata dalla corrente, e meno corrosa di prima.

Ivi il filone buttandosi alla parte opposta verso la Ripa sinistra la corrode continuamente avendone portata via buona parte col fare un seno maggiore al sito segnato col n.2 dall’Alveo abbandonato fino al ramo del Fiume segnato col num. 3.

Detto ramo in conseguenza n’è rimasto quasi chiuso entrandovi lateralmente pochissima acqua.

<sup>34</sup> SCAVIZZI [1991], pp. 116-117.

<sup>35</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 41, cc. 19.

Più sotto il Fiume dilatato si dirama in più canali, formando varie Isolette, come mostra la Pianta; ma il ramo principale porta le acque dalla Ripa sinistra alla destra urtando quasi di petto la medesima Ripa destra al sito segnato col num. 4. Detta Ripa ivi è stato molto corrosa, come pure la punta inferiore, e si v'è sempre più corrodendo.

Il Terreno in tutto questo tratto non è vergine in alcun luogo, ma formato dalle deposizioni del Fiume, che quasi tutto quel sito à passeggiato altre volte, come si riconosce da più vestigj. Solo dalla parte destra vi è del più sodo sopra il Fosso di Rustica, dove dalla parte di dietro vi è l'appoggio delle Colline, e in faccia verso la parte sinistra dal Fosso della Rocchetta fino al monte dell'Oliva il sito è fortissimo, i ripali della parte superiore abbandonati per un tratto considerabile, come si vede nella Pianta anno anche del sasso, e sono sostenuti dalle colline, che si alzano verso i Monti! Ma sotto il Monte dell'Oliva si torna a' terreni smossi, e i ripali posti abbandonati ~~per un tratto considerabile~~ da gran tempo, si diriggon lungo le Colline verso man manca, andando sotto Magliano per di dietro della Memoria d'Urbano, e molto lontani dal Ponte Felice.

Prima di passare alle cose osservate sopra Ponte Felice parlerò del male, e pericolo, che vi è in questi siti, e de' rimedj da applicarvi.

Il male certamente è provenuto dalla rotta che à fatta il Fiume nell'escrecenza, accorciandosi il letto per la maggiore pendenza coll'evitare il lungo giro, che ivi faceva. Mutata una volta la direzione dell'acque per necessità conviene, che le corrosioni si facciano per un pezzo giù, finché il fiume stesso si assetti in una nuova positura meno contraria alla nuova tendenza dell'acque, e i ripari conviene, che secondino la sua indole, e la natura del nuovo andamento.

Due gravissimi pericoli io vi riconosco secondo lo stato presente. Il Primo, che il Fiume scavando sempre più verso il sito del num. 1 sotto il fosso di Rustica attraverso il campo per via d'intersecazione, lasciando la punta inferiore ~~verso mano dritta~~ in Isola, o portando via ancor essa vada a buttarsi nel letto antico inferiore verso mano dritta, o anco a ricadere più al basso per que' siti per li quali altre volte è andato. Il secondo, che scavando sempre più nel sito del num. 1, indi nel sito del num. 2 internandosi più in dentro, porti via tutto il terreno del num. 4, e la punta contigua, e abbandonato il forte del Monte dell'Oliva si butti o per l'aperta campagna, o lungo i forti ripali dalla man manca di tutta la Valle, de' quali ò parlato di sopra. Il primo de' due pericoli lo stimo minore, e meno imminente, il secondo lo stimo tanto prossimo, che, come si vede nella Pianta, il sito rimanente sotto il num. 4 essendo piccolissimo, in poco tempo potrebbe finir di guadagnare detta punta.

In qualunque de' due modi venisse il Fiume a uscir fuori dal Monte dell'Oliva son sicuro che si stenterebbe infinitamente a ritenerlo per quella campagna, e immense, e perenni sarebbero le spese, che la Sagra Cong. sarebbe obbligata di fare per menare il Fiume sotto Ponte Felice. Dove all'opposto se si mantiene nelle ripe forti sopra il Monte dell'Oliva, io son sicuro, che molto facilmente si manterrà al di sotto l'alveo in modo da andare sotto detto Ponte. Quindi giudico, che debba pigliarsi per massima fondamentale della Sagra Congr. di mantenere il fiume obbligato dal fosso di Rustica

ad andare verso il fosso delle Rocchette, facendolo costeggiare le ripe forti fino al Monte dell'Oliva.

A tale effetto stimo necessario in primo luogo il fortificare il sito della ripa ora più corrosa sotto il fosso della Rustica, e la punta inferiore in modo, che il fiume non possa farvi scavo ulteriore. Per far fare minor urto in dette ripe converrà in tutti i conti levar via quel Navicello affondato, ed impedire così l'ulteriore scavazione del fiume nella ripa sinistra, quale, se la rimozione del navicello non bastasse, impedirei anche con qualche lavoro sulla ripa sinistra, che essendo il male sul principio, è facile, e ogni poca cosa, che ributti le acque di là verso la parte destra, basterà.

Ciò sminuirà le corrosioni della ripa destra inferiore sul num. 1 ma non le ritoglierà. Ivi conviene intestare più in alto qualche difesa vicino al fosso di Rustica sul più forte, e venir giù con que' ripari, che si stimeranno più eseguibili sul sito, e meno dispendiosi, ma badando bene di ovviare, che i medesimi non restino presi per di dietro, e però avanzandoli subito da quella parte ove per di dietro cominciasse la corrosione. Credo però, che fortificate le parti più alte, e data al filone una direzione parallela alle ripe ora corrose, o anche un poco rientrante in dentro, il di sotto resterebbe o sicuro da qualche parte, o facilmente difendibile.

Quindi da verso il num. 2 fino il fosso delle Rocchette farei un canale a seconda del ripale vecchio, di cui ivi si vedono le vestigie, cominciando detto canale con quella medesima direzione, con cui presentemente viene il filone a percuotere quella ripa al num. 2. Son sicuro, che se il fiume ivi presentemente trovasse detto canale, vi andrebbe da se come per farsi strada v'andando corrodendo la ripa. Ma se intanto fa un seno maggiore, e rivolge il suo corso più inclinato verso la ripa destra, superata qualche punta inferiore, uscirà fuori del Monte dell'Oliva, e si ripiglierà con stento.

Detto canale non dovrebbe riuscire tanto dispendioso, e difficile, atteso che vi è stato un'altra volta il fiume, ed è tutto terreno depositato. La tratta non è molto lunga, come si vede nella pianta. Una parte del lavoro si può far fare al fiume stesso introducendolo in un canale più stretto, e meno fondo, e facendo, che da se l'acqua porti via il fondo, e le ripe smosse ad arte a poco a poco. Qualunque spesa vi si faccia la stimo non solo utile ma necessaria, se si vogliono evitare spese molto più esorbitanti inevitabili, e dopo poco tempo sicuramente inevitabili, e fatto detto canale, spero il rimedio molto durevole.

Quando si tardasse a far il canale, si dovrebbe subito cercare di fortificare la ripa al num. 4 e la punta inferiore, per trattenere alquanto le corrosioni, e la fuga del fiume. Ma come ivi esso fiume urta di petto, e il terreno è tutto smosso, e la tratta piccola per di dietro, stimo, che niun'opera ivi fatta sia durevole, ma solo possa servire per trattenere un poco, e dar tempo, ma questo ancora poco.

Sotto il monte dell'Oliva approvo la piantata di Salci e Vetriche proposta dal Giraldi per fortificare la Ripa sotto detto Monte per ogni caso, che dopo lunga serie di anni il fiume per qualche accidente abbandonata la direzione del canal nuovo vi andasse a battere: e stimo sempre buona una tale piantata per fortificare quella ripa in ogni caso, ma questo è un soccorso, che a' presenti mali non può giovare, essendovi il pericolo, che il fiume vi giunga troppo presto, se non si diverte più sù, e quando venga giù lungo

i ripali forti dal fosso di Rustica al Monte dell'Oliva, sarà utile la maggior forza della ripa, ma non sarà necessaria.

Questo sì, che generalmente parlando per impedire le corrosioni laterali di ripe sì deboli, in tutti questi tratti io per me desidererei simili piantate, e se si potesse a poco a poco vestire in questa guisa tutta l'una e l'altra ripa, rimarrebbe molto più stabile il letto, e la Congregazione molto più esente da tante spese. Le ripe così deboli restano ora corrose, ed alterate da ogni minimo accidente. Un tronco d'Albero fissato in un luogo può subito far le veci di un pennello, ributtar la corrente contro una ripa, far corrosioni tali, che per lungo tratto il letto se ne risenta, né so mai abbastanza inculcare, che si faccia invigilare sopra gl'ostacoli, che così si presentano all'acque, e farli subito rimuovere, come pure, che si procuri di fortificare colle piantate le ripe il più, che sia possibile.

Una piantata parimente sarebbe utilissima ne' siti dell'Alveo vecchio sotto la punta contigua alla ripa destra del num. 1 per fortificare detto Sito. Una sola avvertenza mi riman qui, ed è, che fatto il canale, se il Fosso delle Rocchette verrà a buttarsi dentro le sue acque a perpendicolo, si dovrà deviare un poco la sua imboccatura, e inclinarla secondo la corrente del fiume verso i ripali forti.

Venendo ora alle cose, che spettano il sito sopra Ponte Felice, noi abbiamo trovato in primo luogo in ottimo stato le sue passonate, che sono capaci di resistere a qualunque urto, o tormento delle acque. La superiore di esse, che è sopra il Ponte di Riofratta è evidentissimo, che à prodotto un ottimo effetto cuoprendo detto Ponte, e il fiume vi à deposto dietro. Sotto il medesimo Ponte in vicinanza della ripa destra vi è un masso di pietra distante da 7 canne da essa ripa destra, e poco più giù un gran ciocco. Questi, e massime quel masso, costringendo l'acqua ad andare contro detta ripa, vi fanno della corrosione, e vanno levati in tutti i conti. Il Ciocco verrà facilmente cogli'argani, e il masso colle mine si potrà ritogliere facilmente massime al tempo dell'acque magre.

Siegue più giù la passonata più lunga. Questa à difesa la ripa destra, che le rimane dietro da una gagliarda corrosione, e benché urtata con tutto l'impeto dal filone, che le passa accanto, e l'investe, pure stà soda.

Lasciati poco discosti da essa alcuni galleggianti ci anno mostrato, che il filone fuori di essa si slarga verso la ripa diritta andando a battere detta ripa verso il sito indicato col num. 6. Indi detti galleggianti sono iti a passare tutti sotto il secondo de' quattro archi del ponte, cominciando dalla parte di Borghetto, e andando verso Magliano. Pure sù li due speroni di quà e di là da detto arco abbiamo trovata quantità di rami d'Alberi, e altra roba deposta dalla piena, essendo l'altro sperone del terzo arco tutto pulito, donde abbiamo ricavato, che il grosso de galleggianti anche nelle piene è passato sotto detto Arco, se pure la corrente troppo rapida verso il fine del terzo arco non avesse anche nettato lo sperone.

Esaminando la ripa destra abbiamo veduto, che dietro alla suddetta passonata inferiore vi è stata per l'addietro una gran corrosione, e la medesima vi à fatto un gran seno, ma presentemente la corrosione si fa dal sito segnato col num. 6 fino alla punta



segnata col num. 7, e in mezzo in un sito dove di sotto scaturisce uno scolo di acqua sotterranea, vi è anche un piccolo senetto, o corrosione in dentro.

Scandagliando il fondo in più siti, noi abbiamo trovato, che subito sotto la passonata suddetta vi è sott'acqua un ridosso, che divide nel fondo la corrente in due, restando più fondo il canale della man dritta. Siegue detto dosso un pezzo in giù inclinandosi però sempre maggiormente il fondo verso la ripa destra, e rimanendo in tale inclinazione non interrotta alquanto sotto il n. 6. Sotto il Ponte poi si è trovato fondo maggiore sotto il primo Arco, assai minore sotto il secondo, sotto cui sono passati i galleggianti, maggiore assai sotto il terzo, e massime sotto il secondo suo pilone, e all'opposto di nuovo minore sotto il quarto Arco, e ivi minore sotto il pilone secondo, o intestatura, che sotto il primo.

Supposte queste notizie tutto il male consiste nelle corrosioni, che si fanno sulla ripa destra, e da queste ne nascono due pericoli. Il primo, che seguitando ivi a incurvarsi il letto, sempre più venga a corrodarsi, anche la punta segnata al num. 7, e a scuoprirsi l'intestatura del Ponte verso Borghetto, lasciandosi il ponte in Isola, ma questo non è a mio giudizio un male imminente. Il secondo, che nel seno stesso troppo cresciuto si rivolga il fiume col tempo a ferire troppo di petto la ripa sinistra, e tormentarla, e sfasciando la passonate, che vi sono, scavar di nuovo come à fatto pochi anni addietro da quella parte, e tormentare l'altra intestatura del ponte medesimo, che guarda Magliano.

Per ovviare a queste corrosioni della ripa destra, si sono costruite le due passonate. Si sono esse dirette ambedue verso l'intestatura destra del Ponte coll'idea di addirizzare il corso del fiume in linea retta sotto il Ponte medesimo.

L'idea di questo addirizzamento è ottima, e non vi è cosa, che riuscire possa più giovevole alla stabilità del Ponte, e delle sue intestature, che il fare, che le acque vengano a dirittura degl'Archi suoi. Ma io non ò speranza, che ciò possa eseguirsi collo slungare la passonata, se pure non si slungasse più che al doppio della presente sua lunghezza. La ragione, che mi spinge a creder così si è, che la corrente del fiume né può dirigersi nella direzione medesima della passonata, né direttasi così ivi può mantenere una direzione rettilinea da se per tanto tratto.

La cagione per cui non può dirigersi lungo la passonata si è, che essendosi dovuto costruire detta passonata in un angolo molto grande colla direzione della ripa inferiore, e corso antico del filone, acciò risguardi il ponte, e non potendo l'acqua svoltare in angolo, ma incurvando sempre il suo corso, à dovuto depositare nel cantone della svoltatura medesima, e anderà sempre più ivi depositando, quando la passonata si slunghi più.

La cagione, per cui ~~non può dirigersi lungo la passonata~~ si è non può mantenersi la direzione ivi presa, si è, che trovando l'acqua subito libero il corso dalla parte della mano diritta, e + impedito dalla mano manca, e trovando il fondo inclinato verso la ripa destra, deve subito fuori della passonata piegare verso quella parte, e in cambio di andar diritto sotto gl'archi, andar più tosto diritto verso la punta segnata col num. 7, e verso l'intestatura destra del ponte. Ma come la direzione non si sarà presa lungo la passonata, così il filone ricaderà sempre molto più sù. E quando si slunghi la passonata suddetta, e si rimuova anco a mano la punta, che ora vi rimane sulla ripa

sinistra; tanto sono persuasissimo, che la ripa destra sarebbe battuta un pezzo più sù della punta segnata num. 7, quando lo slungamento della passonata non fosse troppo immensamente avanzato.

Non è per questo, che le due passonate fatte fin ora sieno state di danno; anzi che non sieno state molto giovevoli. Senza la prima superiore infallibilmente si sarebbe perduto il Ponte di Rio-fratta, che dalla medesima è stato difeso. La seconda inferiore à garantita la ripa destra, che era gagliardamente investita dal fiume. Col diffenderla à fatto in modo, che la corrosione, la quale si faceva più in alto, ed era grandissima, si fà ora assai più basso verso il num. 6 ed è molto minore.

Questo aver levata la corrosione della ripa destra dall'alto, à fatto un'ottimo effetto. Imperroche prima svoltava il filone in quell'altezza, ed indi andava a battere nella ripa sinistra più sù del ponte, dove alcuni anni addietro vi era uno scavo grandissimo, a cui si è appena riparato colla passonata fattavi, ed essa passonata non averebbe retto all'urto continuato delle piene. Ora il filone si dirige sotto il ponte medesimo, e nelle acque meno alte, come ora, certamente si dirige sotto il secondo arco, dove sono passati i nostri galleggianti, e nelle piene maggiori, o si dirige sotto di esso, o sotto il terzo, come indicano i rami fermati sù i due speroni del secondo, e il gran fondo sotto il terzo.

Né nuoce il vedere, che sotto il secondo vi è meno fondo. Come per tanti anni il filone si è diretto verso la passonata opposta, e sotto l'arco quarto, così già da gran tempo sotto l'arco quarto vi sarà stato fatto un gran fondo, e grande pure sotto il terzo, e in tanto gran breccia si è formata sotto il secondo, e arena sotto il primo. Ora che questa passonata buttando l'urto del filone più verso il ponte l'ha diretto sotto il secondo arco, o sotto esso, e sotto il terzo insieme, si è cominciato ad alzare il fondo della ripa sinistra, e sotto l'arco quarto, si è rimossa l'arena sotto il primo, e si v'ha più stentatamente smovendo la breccia sotto il secondo, ed io non dubito, che fra qualche tempo durando le cose nello stato presente si accrescerà il fondo sotto detto arco.

Supposte tutte queste cose il mio sentimento si è, che si fortifichi con qualche riparo, che si stimerà più proprio, e di minore spesa la ripa destra sotto il sito segnato col num. 6 e la punta segnata col num. 7. Ma detti ripari vorrei, che in tutti i conti non avessero punto del ributtante; ma solo del difensivo, e in niuna maniera gettassero il filone sulla ripa sinistra.

Stimo, che ottima cosa sarebbe il mandare le acque in dirittura sotto il Ponte: ma stimo che ciò almen per ora non possa ottenersi senza spesa troppo grave. Dall'altra parte, quando vi vada per quella linea curva, per cui ora vi v'ha; e il filone non si ributti con opere avanzate in questi siti, ma si mantenga nella presente curvatura delle ripe, stimo, che sarà sicura la ripa sinistra, e l'imbocco verso il mezzo del Ponte.

Che se intanto il fiume da se andasse corrodendo la ripa sinistra sotto la seconda passonata e quel canale, che si è cominciato a formare sotto la stessa passonata di là dal ridosso suddetto si seguitasse a sprofondare, onde si desse speranza di poter diriggere il fiume a dirittura degl'Archi; si potranno allora andare avanzando i ripari della ripa destra; anzi si potrebbero di tanto in tanto far anche de riparetti corti perpendicolari ad essa, perché depositando il fiume negl'Angoli, si venga detta ripa avanzando, e il fiume

raddirizandosi. Ma questi converrebbe disporli in modo, che l'acqua dovesse scorrere in linea curva, che andasse a terminare verso il mezzo in faccia alla punta segnata al num. 7. Ma queste cose le regolerà meglio la continuata osservazione.

Noto solamente per fine, che al fine della passonata grande più bassa si potrebbe tirare un riparetto più leggero verso la ripa, acciò il Fiume nelle piene maggiori vi depositi e si alzi il Terreno.

Questo è quanto ò potuto rilevare in questa visita, e mi suggerisce il mio dettame sulla presente materia, e umiliando il mio giudizio a chi mi à ordinato di darlo, lo sottometto a quello de' più periti.

Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù



5  
 Sul porto di Magnavacca  
 (1752)



Le Valli di Comacchio nel 1752<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Storia di Comacchio [1995], p. 251.



*Il porto di Magnavacca nel XVIII secolo<sup>37</sup>*

Completato il sopralluogo presso Ponte Felice, Boscovich si ricongiunse a padre Maire e i due ripresero il loro viaggio, che li portò a visitare prima la città di Rimini, dove furono ospiti della famiglia Garampi<sup>38</sup>, poi le Romagne (Cesena, Cervia, Ravenna), il ferrarese e il bolognese per completare la cartografia dello Stato Pontificio. A Ferrara Boscovich e Maire incontrarono il gesuita Ippolito Sivieri, famoso idraulico, autore di una memoria sul porto di Fano<sup>39</sup>, col quale eseguirono alcune osservazioni.

<sup>37</sup> STERPOS [1974].

<sup>38</sup> Si trattava del conte Francesco Garampi (Rimini, 1714 - ivi, 1794) e del fratello minore, monsignor Giuseppe Garampi (Rimini, 1725 - Roma, 1792), dal 1751 prefetto dell'Archivio Vaticano, diventato cardinale nel 1785. Francesco Garampi tra il 1730 ed il 1735 era stato allievo a Bologna di Eustachio Manfredi, dal quale aveva appreso alcune nozioni di idraulica, che avrebbe successivamente applicato a Rimini per risanare il porto. Nel 1736 lasciò Bologna per Roma e iniziò a dedicarsi agli studi astronomici, entrando in contatto con Boscovich, di cui divenne amico. Rientrato a Rimini (1739), fondò presso la propria abitazione un osservatorio astronomico che sarebbe stato utilizzato come base operativa anche da Boscovich nel corso del viaggio nei territori dello Stato Pontificio per la misura del grado di meridiano (1752). SERPIERI [2004], pp. 97-101.

<sup>39</sup> Ippolito Sivieri, *Sentimento per ristabilire, e ridurre la Caduta, o Liscia del porto di Fano, e così pure per un reale provvedimento, e miglioramento certa del medesimo del m. r. p. Ippolito Sivieri e del Signor Giovanni Jacomelli* (Fano 1746, Fanelli).

Sivieri aveva raccolto numerose annotazioni geografiche e aveva disegnato una mappa dei territori ferrarese, bolognese e romagnolo, di cui si avvalsero i due studiosi. A Bologna furono “attornati da numerosi scienziati”: incontrarono Francesco Zanotti, segretario del locale Istituto delle Scienze, l’astronomo Eustachio Zanotti<sup>40</sup>, col quale eseguirono alcune osservazioni astronomiche, Vincenzo Riccati e Gabriele Manfredi<sup>41</sup>, che accompagnarono Boscovich e Maire a vedere i lavori al cavo Benedettino ed il ramo destro del vecchio Po nel quale esso affluisce<sup>42</sup>.

Dal 3 al 5 giugno 1752 Boscovich e Maire sostarono a Comacchio, in questa occasione Boscovich effettuò un sopralluogo al porto di Magnavacca, su richiesta della Camera Apostolica.

Dopo la devoluzione di Ferrara allo stato Pontificio (1598), i porti estensi in prossimità del delta del Po (Goro, Abbate, Volano, Magnavacca, Primaro) occuparono un ruolo secondario negli interessi del nuovo stato. Benché utili per il commercio di sale, cereali, pesce, non erano attrezzati per la sosta delle navi, ma rappresentavano luoghi di attracco per imbarcazioni dal fondo piatto, idonee alla penetrazione fluviale valliva e alla navigazione costiera.

Al ridimensionamento del sistema portuale pontificio dell’alto Adriatico contribuirono l’interrimento progressivo, favorito dai disboscamenti sull’Appennino e l’inadeguatezza delle risorse finanziarie. Le torri costiere e le fortificazioni si rivelarono inadeguate contro le minacce dei turchi. Le nuove carte dello stato pontificio misero in luce tutte le difficoltà di questi scali posti in prossimità del delta padano. Essi erano caratterizzati da bocche di transito costituite secondo il modello della doppia palizzata a sostegno delle

<sup>40</sup> Francesco Maria Zanotti (Bologna, 1692 - ivi, 1777), avvicinosi alla matematica grazie all’incontro con Vittorio Francesco Stancari, proseguì gli studi in questa direzione insieme ad Eustachio Manfredi, Geminiano Rondelli e soprattutto Gabriele Manfredi, che gli fece conoscere il nuovo calcolo leibniziano. Nel 1721 divenne bibliotecario dell’Istituto delle Scienze di Bologna, nel 1723 ne divenne segretario e dal 1766 presidente.

Eustachio Zanotti (Bologna, 1709 - ivi, 1782), nipote di Francesco, fu professore di astronomia nell’Istituto delle Scienze di Bologna e dal 1739 direttore della specola bolognese. Nel 1760 fu trasferito nella cattedra di idrometria e nel 1778 sostituì lo zio alla presidenza dell’Istituto delle Scienze.

<sup>41</sup> Vincenzo Riccati (Castelfranco Veneto, 1707 - Treviso, 1775), entrato nella Compagnia di Gesù nel 1726, studiò a Piacenza, Padova, Parma e Roma, dove ebbe come compagno di studi Boscovich. Dal 1739 fu inviato per conto dell’ordine a Bologna ad insegnare matematica presso i collegi cittadini. La sua opera più famosa, le *Institutiones analyticae* (Bologna 1765-67), costituì il più ampio trattato stampato in Italia nel XVIII secolo che trattasse i metodi analitici.

Gabriele Manfredi (Bologna, 1681 - ivi, 1761) iniziò da autodidatta lo studio del calcolo leibniziano, giungendo a pubblicare il *De constructione aequationum differentialium primi gradus* (Bologna 1707), primo trattato sulle equazioni differenziali. Dal 1715 si interessò di questioni relative alla regolazione delle acque, occupandosi in particolare della regolazione del fiume Reno, che scorreva nella pianura tra Ferrara e Bologna. Per Manfredi un primo riferimento è LUIGI PEPE, *Gabriele Manfredi*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, ad vocem, vol. 68 (2007). Sull’opera matematica si veda GIUNTINI [2009].

<sup>42</sup> FRANCHINI [2011].

rive; avevano i moli paralleli formati da palafitte verticali rinforzate da sassi e fascine. Li separava una distanza più o meno simile e li individuava una serie di torri costiere adattate alle continue variazioni della linea di costa. Il nuovo assetto del Polesine veneto, successivo al taglio di Porto Viro (1599-1604) aveva prodotto l'insorgere di ostacoli naturali nei territori pontifici: il rapido progredire del litorale e la regressione del mare, l'insabbiamento, le inondazioni, le rotte, le divagazioni dei rami deltizi ostacolarono la bonifica promossa da Alfonso II d'Este e la regolarità del commercio, sia fluviale che terrestre. Mancando un piano di assetto idraulico generale, i lavori contro gli interrimenti e gli insabbiamenti, attuati solitamente da tecnici camerati inviati da Roma, finanziati dal governo centrale attraverso la Sacra Congregazione delle Acque, non furono mai sistematici ma disorganici e saltuari e per questo costosi e di efficacia limitata nel tempo<sup>43</sup>.

Negli anni venti e trenta del Seicento il ravennate Luca Danese (1598-1672) si interessò del problema dell'interrimento del porto di Magnavacca, restaurato nel 1616 da Ettore Smeraldi. Nel 1627 furono allungate le palificate, cinque anni dopo fu realizzato il canale Pallotta per risanare le valli e rilanciare il commercio. Il nuovo canale, così chiamato in onore del cardinale legato Giovan Battista Pallotta, accelerava i tempi di collegamento tra l'imbocco di Magnavacca e l'arcipelago di Comacchio ed assicurava alle lagune un ricambio delle acque, che avrebbe favorito la pescosità. Intorno al 1655 lo scalo di Magnavacca si trovava "in stato di necessaria riparazione, anzi rinnovazione": le palificate erano corrose, vuote di sassi e fascine.

Nella seconda metà del secolo gli interventi si ridussero, ma continuò la riflessione sull'agibilità dei porti. I problemi dell'interrimento e delle inondazioni furono affrontati in modo propositivo, in particolare da Cornelius Meyer, che per conto di Innocenzo XI (1676-1689) dovette studiare gli aspetti tecnici e funzionali degli sbocchi dei porti, sia del versante tirrenico sia di quello adriatico.

Tra il 1739 ed il 1741 fu ripalificata l'imboccatura del porto di Magnavacca, a quel tempo perito della Reverenda Camera Apostolica era Luigi Vanvitelli<sup>44</sup>.

Quando nel 1752 Boscovich esaminò lo stato del canale, poté constatare che esso era delimitato da due lunghe palizzate, ciascuna delle quali era composta da due file di passoni, a quel tempo molto danneggiate a causa delle bisce che le avevano ridotte in pessimo stato.

La passonata di sinistra, dalla parte di terra, era fortificata da terreno coperto da graminia, anche se la riempitura si stava abbassando e in alcune parti risultava addirittura mancante. Boscovich rilevò un totale "scompaginamento": metà dei pali erano corrosi e si erano assottigliati al punto da essere pressoché inutilizzabili, mentre i restanti mancavano completamente.

In una situazione analoga si trovava la passonata di destra: della fila interna restavano pochi pali scompaginati, nella fila esterna in alcuni tratti mancavano completamente sia i pali che la riempitura.

<sup>43</sup> PIGOZZI [1995], pp. 281-288.

<sup>44</sup> PIGOZZI [1995], p. 313.



Boscovich effettuò numerosi scandagli in vari punti del canale, misurandone il fondo. Prese tutte le misurazioni, confrontò lo stato dell'epoca con quello trovato due anni prima, a novembre del 1750, dall'architetto Nicola Michetti: rispetto al passato si era ridotta la distanza della spiaggia dalla punta vecchia, il livello dell'acqua e le riempiture si erano abbassate. Come ricordato da Boscovich, il porto di Magnavacca era situato tra due bocche del Po, quella di Primaro e quella di Volano, motivo per cui al progressivo accrescimento della spiaggia, dovuto alle continue deposizioni di materie portate dal fiume, corrispondeva un graduale ritiro delle acque del mare.

Le spese proposte in passato per risarcire i danni non avevano garantito la conservazione delle palizzate. Si temeva che col passare del tempo, corrosi i pali delle file interne, la riempitura di sassi sarebbe caduta nel canale; di conseguenza anche i pali delle file esterne si sarebbero danneggiati e, diventati inutilizzabili, sarebbe stato necessario rifarli, contribuendo all'aumento delle spese. Boscovich riteneva inutile l'operazione di rifacimento, dal momento che sarebbe stato difficile piantare i nuovi pali, dove rimanevano gli avanzi dei vecchi. Essendo questi corrosi sia in superficie che sotto, non sarebbe stato possibile né ripararli, né toglierli. Se se ne fossero messi di nuovi all'interno, si sarebbe ristretto il canale, inoltre sarebbe stato difficile collegarli con i vecchi per mezzo di guide.

Le condizioni del territorio rendevano inutile il lavoro: qualunque tipo di legname sarebbe stato esposto alla corrosione delle bisce. Per Boscovich l'unico modo per preservare il porto, fondamentale risorsa economica per le valli di Comacchio, era quello di ricorrere ad un materiale non soggetto a simili corrosioni, ossia in muratura, così come era stato fatto da altre comunità poste sull'Adriatico, Senigallia, Pesaro, Rimini, Cesenatico, città da lui visitate poco tempo prima durante il viaggio nei territori dello Stato Pontificio.

Boscovich sottolineò la necessità di rimuovere tutta la riempitura, potenzialmente pericolosa, perché sarebbe potuta ricadere nel canale, e di utilizzarla, in parte per costruire due "arginetti", da porre dietro alle passonate per impedire che i venti trasportassero arena nel canale, e in parte per il nuovo muro. Il poco fondo, da un lato richiedeva una minore spesa per la costruzione dei muri, ma dall'altro comportava la necessità, di tanto in tanto, di prolungarli. Boscovich non concordò col parere di Michetti, che sosteneva la necessità di "uguagliar le due punte". Egli suggerì piuttosto di accorciare la punta sinistra in cambio di allungare la destra. Già scandagliando il fondo, Boscovich si era accorto della formazione di un banco di fronte alla bocca del canale: avanzando la spiaggia, era inevitabile avanzare il canale, e quindi proseguire i lavori fino ad un punto in cui il mare avesse sufficiente profondità. Dunque la spesa per prolungare i moli era necessaria, in caso contrario, col passare del tempo, sarebbe stato necessario scavare il canale interrito o abbandonare il porto.

Per avere un'idea indicativa della grossezza dei muri, della qualità del cemento e della spesa necessaria, Boscovich consigliò di prendere esempio dalle comunità della costa Adriatica che già avevano intrapreso tale opera per preservare i propri porti.

Al termine del viaggio nello Stato Pontificio, a novembre del 1752 Boscovich rientrò a Roma e riprese la propria attività di docente al Collegio Romano, ma gli impegni didattici avrebbero presto lasciato spazio a nuovi incarichi e commissioni di natura tecnica. (*mgl*)

*Relazione della visita fatta al Porto di Magnavacca dal P. Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù e suo sentimento sui danni, e rimedi*<sup>45</sup>

1. Prima a dì 3 indi a 5 giugno 1752 mi portai a riconoscere lo stato del porto di Magnavacca principalmente, e delle sue passonate, ridotte dalle biscie in pessimo stato. Feci prendere nella seconda visita varie misure per confrontare lo stato presente con quello della visita fatta a 31 novembre del 1750 dal Sig. Cav. Michetti, ed altri.
2. Vi sono di quà, e di là dal canale due lunghe partite di palizzate, parte delle quali è espressa nella piantina qui annessa<sup>46</sup> da A fino a D; e da M fino a K, rimanendovene dell'altre indietro. Ciascuna di esse è composta di due file di passoni, o pali alti, che formano la cassa, essendo ogni fila connessa generalmente con una guida, e verso le punte dalla parte interna con due ordini di guide, e l'una fila coll'altra, o una linea di guida coll'altra con delle catene poste a ogni tanto, e con de' terraficoli, in mezzo tra le file. Vi è inoltre un rinforzo, o banca formata di fuori del canale con una fila di pali più bassi connessi fra se e colla cassa più alta per via di guide, e catene, essendo la stessa cassa tra le due file di pali alti, larga nel suo vano piedi 8, e la banca 5, riempite amendue con fascine, e sassi.
3. Dalla parte sinistra vicino al sito segnato colla lettera A vi è la lanterna, e accanto ad essa un arginetto, da cui fino alla punta vecchia segnata colla lettera O, ho trovate pertiche 134. Da detta punta fino al fine in D 20 pertiche. L'acqua era sufficientemente bassa, stando i pali della cassa verso la punta alti sopr'acqua 3 piedi, e dalla punta C fino alla spiaggia scoperta B vi erano pertiche 12, e per 7 pertiche indietro da B fino a G vi era segno, che le acque alte di questa stagione vi arrivassero. Dall'altra parte l'estremità K era avanzata per 7 pertiche oltre alla punta C rimanendone da K fino ad I, dove allora arrivava la spiaggia,  $15 \cdot \frac{1}{2}$ , dalla spiaggia fino al sito dove pareva, che allora arrivassero le acque più alte, in FH vi erano pertiche 11, e di là fino alla spiaggia, o dosso alto, altre 6 in HE.
4. Amendue le passonate si sono trovate assai difettose. Da A fino ad N per 61 pertiche la passonata sinistra dalla parte di terra era già fortificata dal terreno medesimo, che è coperto di gramigna, nata in qualche sito tra le file medesime della cassa, ma in tutto questo tratto la riempitura si era abbassata per 2 piedi e  $\frac{1}{2}$  raguagliatamente. Fino al sito segnato colla lettera O, da 21 pertiche sotto la punta antica C, la banca rimaneva sotto l'arena e la riempitura da 4 canne dietro

<sup>45</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 46, cc. 4.

<sup>46</sup> La tavola non è allegata.

ad N fino ad O mancava per almeno 3 piedi raguagliati. Di lì però fino alla punta C la fila della banca era quasi affatto rovinata. Appena in questo tratto di pertiche 21 vi comparivano 20 pali, che ritenessero sul pelo dell'acqua la metà della loro grossezza. Il resto o mancava affatto, o corroso totalmente, e in aria era tenuto da' chiodi delle guide, o ridotto a una sottigliezza di due, o tre dita, e queste corrose dalle bisce. Dalla punta vecchia C verso D, dove vi fù pochi anni addietro un risarcimento, vi erano in quelle 20 pertiche appena 30 pali, che ritenevano la metà della grossezza, essendo tutti gli altri perduti, staccati, o sottilissimi, e neppur uno sano. La riempitura era calata tutt' a fior d'acqua ed anche sotto.

5. Le file dalla cassa alta verso l'estremità D erano rovinate affatto e la punta non vi era più. Per più di 3 pertiche vi erano solamente alcuni pali della fila di fuori scompaginati affatto, mancando tutti quelli della fila di dentro, tutte le catene, terraficoli, riempitura. Venendo in giù fino in faccia alla punta K della parte destra, seguitava un totale scompaginamento essendovi appena in piedi 20 pali, e questi tutti assai corrosi. Di lì fino al sito B nella fila interiore mancavano affatto da 60 pali, e gli altri erano sommamente corrosi. Di quelli dell'esteriore ne mancavano pochi, o niuno, ed essendovi la riempitura de' sassi un poco più alta, che a fior d'acqua, non si vedeva tanto la corrosione; ma scoprendovene alcuno tra li sassi, si vedeva assai corrosivo. La riempitura in questo sito mancava per almeno 5 piedi raguagliati, e più sù verso la punta vecchia anche per 6. I pali della fila interiore più addietro erano pure corrosi generalmente per almeno la metà della loro grossezza, e moltissimi per assai più, e vene mancavano alcuni, ma non molti.
6. Passando alla parte destra la punta in K mancava, e vi rimanevano solo alcuni pali scompaginati della fila interiore, mancando per una pertica e mezzo tutti affatto quelli dell'esteriore, e però tutte le guide, catene, riempitura. Per altre 10 canne la fila esteriore era molto dissestata mancandovi una quantità di pali, ed essendo gli altri quasi affatto corrosi. La riempitura verso L era tutta giù a fior d'acqua, o anche sotto: di là fino alla spiaggia A mancava per piedi  $4 \cdot \frac{1}{2}$  raguagliati, indi fino alla spiaggia alta E per  $3 \cdot \frac{1}{2}$  raguagliati. Nella banca in qualche luogo mancavano fino a 20 pali in fila, e verso l'estremità mancava tutta. La fila di dentro della cassa alta aveva pochi pali mancanti, e delle catene tra la spiaggia alta, e bassa in EI ne mancavano sole 17, ma i pali di amendue le file erano sommamente corrosi, e la corrosione si stendeva generalmente anche indietro.
7. Credo di poter assicurare, che almeno cominciando da un pezzo più su delle spiagge, di tutti i pali delle file interiori, e delle banche, non vene erano 20 in ogni centinaio, che poco sotto il pelo dell'acqua, o sul pelo medesimo ritenessero apparentemente sana la metà della loro grossezza, e degli altri assai più della metà erano o già staccati, e pendenti solo da' chiodi delle guide, o prossimi a distaccarsi per la corrosione delle bisce.
8. Presi ancora alcuni scandagli, e uscito fuor del canale per 35 pertiche in dirittura, del mezzo di esso canale fino alla punta D e venendo verso il canale a distanze a un dipresso uguali, trovai i seguenti fondi: piedi 3 on: 6, 3.3, 3, 3.6, 4, 4.8, 4.10,

- 4.8, 2.10, 2.6, 3, 2.2, 2.8, 2.6, 2.6, 2.8, 2, 2.10, 2.6. Seguitando dentro il canale da in faccia a D fino in faccia a K trovai 3, 2.6, 2.10, 2.10, 2.8, 2.6, 2.6, 2.6, 3, indi fino in faccia ad E trovai 3, 3, 2.10, 3.2, 3.2, 3, 3.2, 3.4, 3.4.
9. Venendo ora al confronto dello stato presente con quello della visita del Sig. Cav. Michetti, trovo, che allora l'acqua era soli 4 piedi sotto le palizzate alte, ed ora tra 5, e 6, e trovo allora segnato il lido del mare in A verso la lanterna, e uno scanno alto fino a una distanza di 25 pertiche dalla punta C, dalla quale ora la spiaggia era distante sole 12 pertiche. Credo, che detto scanno alto fosse fuor d'acqua anche allora, e da varj passi delle perizie ricavo, che il mare non arrivava alla lanterna dove nella loro pianta è segnato il lido; ma ad ogni modo ricavo, che la spiaggia ora è avanzata, ed essendosi accostata essa spiaggia fino a B alla distanza della punta vecchia C per sole 12 pertiche, non credo, che cio sia provenuto solo dalla maggior bassezza dell'acqua, ma anche dall'accrescimento della spiaggia medesima, come pure la gramigna nata da A fino ad N mostra un maggior ritiro del mare, e ho argomento simile della ritirata del mare nella parte destra. Di fatti si vede dal sito delle torri ora tanto distanti dal mare, e da altri riscontri, che qui sempre il mare si ritira; ne può far' a meno, essendo questo sito fra le due bocche del Pò, e però esposto a tutte le alluvioni della materia deposta dalle loro torbide.
  10. Dalla punta vecchia C fino alla estremità D ho trovate io pertiche 24, quante ven'erano allora, onde poco ivi può esser perito affatto, e la sola punta è mancata, con de' pali della fila interiore; così pure raccolgo, che per pochissimo tratto di più è mancata affatto la punta destra; ad ogni modo per attestazione di chi allora si trovò presente, ogni cosa era in meno cattivo stato, e meno scompagnata.
  11. Mi viene pure attestato, che le riempiture si sono abbassate per varj piedi più, che non erano.
  12. Dallo scandaglio delle spese, che allora, e in vigor delle visite posteriori furono stimate necessarie per risarcire i danni, vedo, che anche le corrosioni erano allora sensibilmente minori. Di tutte le partite, che si stimò allora di dover risarcire, son sicuro che ne nella fila interiore, ne nella banca non vi è pur un palo, che vada conservato, e credo di certo, che fra meno di 4, o 5 anni resteranno tutti sospesi in aria, e pendenti solo da' chiodi delle guide; anzi temo assai, che per tutto il rimanente tratto del canale in sù, finiti di corrodere i pali delle file interiori, che guardano il canale, la riempitura de' sassi, che vi è, cadendo nel canale medesimo, non rechi un gran pregiudizio al fondo di esso. Delle file poi esteriori son persuaso, che dove la passonata entra in mare, i pali sepolti ora fra li sassi si troveranno corrosi tanto, che non potranno servire, onde il risarcire sarebbe sul fatto un rifar da capo, e gli scandagli delle spese ora anderebbero molto più avanti.
  13. Ma in ordine al risarcire con nuovi pali io stimo, che è cosa al presente appena eseguibile, e quando si eseguisca, stimo, che sia un gettare in mare i quattrini affatto inutilmente.
  14. La difficoltà dell'esecuzione consiste nel ficcare i nuovi pali, dove vi sono gli avvanzi de' vecchi. Essendo questi tutti corrosi a fior d'acqua, e sotto, non si possono

riavere, e svellere, onde non si possono sostituir altri in luogo loro, e ficcandone altri più in dentro si stringe il canale, e si rende difficile, e moralmente impossibile il ben collegarli per via di guide, con quegli antichi, che pur si volessero ritenere. Ne si ponno ficcare più in fuori, essendovi una grandissima quantità di sassi gettati per fare una scarpa alle passonate dalla parte di dietro, fra li quali non si ponno battere i pali.

15. L'inutilità del lavoro nasce dalla condizione di questi siti, ne' quali ogni sorta di legname adoprato fin'ora è soggetto alle corrosioni delle bisce. Onde qualunque spesa ora in ciò si faccia, si renderà sicuramente inutile fra pochi mesi, come la gran spesa di 2 mila scudi fatta pochi anni addietro si è resa già inutile.
16. Quindi se la Rev. Camera vuole mantenere questo porto troppo necessario pel commercio di queste valli, a mio giudizio è cosa indispensabile, che si appigli al partito, che anno preso quasi tutte le Communità, che anno porti in queste spiagge, facendo i lavori di materia non soggetta a simili corrosioni, cioè di muro. Così si è assicurato il porto di Sinigaglia, di Pesaro, di Rimini, del Cesenatico.
17. In tal caso, non sarebbe punto necessario il cominciar detto muro molto addentro nel canale, giacché dove ora le presenti passonate sono sepolte già nell'arena, e molto più dove già il terreno è assodato dalla gramigna, non vi occorre altro, massimamente, che qui non vi è la violenza di un fiume, che corroda le sponde, ma un movimento di acque assai più lento nato dal flusso, e riflusso del mare. In detti siti però stimo necessario quello, che anche i Periti dell'ultima visita prescrissero, che si levi via tutta la presente riempitura, la quale potrà dare i materiali tanto per li due arginetti da essi proposti, da collocarsi dietro le passonate per impedire il trasporto dell'arena nel canale fatto da' venti, i quali arginetti approvo, quanto anche in parte pel nuovo muro o muolo. La necessità di una tale rimozione della riempitura la dimostra il pericolo, che fra breve non ricada tutta nel canale, come ho mostrato al num: 12.
18. Detto muro, o muolo riuscirà meno dispendioso a cagione del poco fondo; ma questo medesimo poco fondo necessita a tirar ora i lavori più innanzi, e ad ogni tanto andarli poi sempre più avanzando. Quindi non posso in conto alcuno approvare il consiglio del Sig. Cav. Michetti, che dovendosi per la pesca uguagliar le due punte, prescrive, che piuttosto si scorti la parte sinistra, in cambio di allungar la destra. Già si è cominciato a formare un banco in faccia alla bocca del canale, come si vede anche nella serie degli scandagli de' fondi, che ho messi qui sù. Avvanzandosi la spiaggia, è inevitabile l'avanzare il canale, e i lavori fino a quel segno in cui il mare ha fondo sufficiente. Tutte le altre spese senza di questa, resteranno inutili affatto, e solo si accrescerà col tempo la necessità di fare l'escavazione del canale interrito, o di abbandonare il porto.
19. La grossezza de' muoli, la qualità del cemento, lo scandaglio della spesa necessaria, si potranno facilmente ricavare, dall'esempio delle suddette comunità, che anno in tale guisa assicurati i loro porti.

Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù



6  
I congressi di Ripafratta  
(1756)



*La pianura lucchese nel XVIII secolo<sup>47</sup>*

<sup>47</sup> XIMENES [1782].



*Il lago di Bientina nel XVIII secolo<sup>48</sup>*

Su richiesta della Repubblica di Lucca, alla fine di marzo del 1756, Boscovich fu inviato nella città toscana dal pontefice Benedetto XIV. La comunità lucchese era impegnata in un acceso dibattito con il Granducato di Toscana, che si stava protraendo ormai da un paio di secoli, in merito alla bonifica del bacino del lago di Bientina e dei “paduli” ad esso circostanti.

Il lago di Bientina, che costituiva una profonda depressione tra il corso del Serchio a nord e quello dell’Arno a sud, ancora nel XVIII secolo rappresentava una delle aree umide interne più estese della Toscana. Esso era soggetto in parte alla giurisdizione del Granducato di Toscana e in parte a quella della Repubblica di Lucca. Il confine andava dalla località Tiglio sulla riva occidentale del lago in linea retta alla Fossa Naveraccia nel territorio di alto Pasco: il territorio superiore apparteneva alla Repubblica, mentre quello inferiore insieme all’isola del lago era di proprietà del Granducato.

Il territorio della Repubblica di Lucca, per lo più montuoso, comprendeva tre zone pianeggianti: a sinistra del Serchio, tra il Serchio e i Monti di Chiesa e la pianura di Viareggio. La prima si estendeva dall’argine sinistro del Serchio fino alle rive del lago

<sup>48</sup> XIMENES [1782].



di Bientina e le sue acque scolavano attraverso i canali Rogio ed Ozzeri rispettivamente nel lago e nel Serchio. I due canali comunicavano mediante il cosiddetto “pernio delle acque”. La seconda pianura scolava in Serchio mediante il canale di Castiglioncello e quello della Contesora, mentre le acque della pianura di Viareggio trovavano sbocco nel mar Tirreno attraverso il lago di Massaciuccoli e alcune fosse che si riunivano in un solo tronco a partire dalla cateratta della Burlamacca.

Il fiume Serchio rappresentava un regolatore per le acque delle due pianure ad esso adiacenti, mentre le acque del lago soggette alla giurisdizione toscana avevano anche un secondo regolatore, rappresentato dal fiume Arno. Al crescere dell'alveo e delle piene dell'Arno e del Serchio le pianure adiacenti ai due fiumi tendevano ad impaludarsi<sup>49</sup>.

All'inizio del XVI secolo due erano i canali di scolo del lago di Bientina nell'Arno: il Cilecchio e la vecchia Serezza, ma alcuni ostacoli allo scolo dalla parte di Bientina e di Vico Pisano rallentavano il deflusso delle acque che, di conseguenza, andavano a spandersi sulla pianura lucchese. Nel 1549 Cosimo I fece costruire il cosiddetto “Argine Grosso” sul lato meridionale del lago, dalle colline di Bientina fino a quelle di Buti, per prosciugare le terre tra l'argine e l'Arno e garantire una portata costante per alimentare i mulini del bientinese. Tale intervento rallentò il deflusso delle acque e causò inondazioni nel territorio lucchese. Nella seconda metà del XVI secolo il fiorentino Lorenzo Albizi avanzò un progetto di bonifica, *Ragionamento sopra il bonificare il Paese di Pisa fra Messer Giovanni Caccini, Maestro Davitte Fortini, e Lorenzo Albizi*, nel quale proponeva di togliere l'Arno da Pisa, voltandolo verso Pontedera e poi verso le paludi di Livorno in modo da colmarle. Il Serchio sarebbe stato condotto nel lago di Bientina, dove avrebbe imboccato l'alveo abbandonato dall'Arno dirigendosi verso Pisa. I due fiumi si sarebbero ricongiunti a S. Piero a Grado per poi sfociare in mare. Il progetto di Albizi, nella sua grandiosità, era irrealizzabile con le tecniche idrauliche del tempo<sup>50</sup>.

Nel 1560 il Granducato di Toscana e la Repubblica di Lucca firmarono una convenzione con cui si stabilì lo scavo di un nuovo canale per dare scolo alle acque del lago di Bientina. La Nuova Serezza, più diretta, più larga e profonda dell'antica, fu aperta nell'agosto del 1562: il livello del lago si abbassò e in pochi anni molti terreni vennero liberati dalle acque. Tra il 1559 ed il 1560 furono pianificati alcuni interventi sul corso dell'Arno: durante la prima fase di lavori (1561-64) fu tolta l'ansa nel tratto tra Montecchio e Bientina e il fiume fu incanalato a sinistra di Calcinaia, in direzione di Vicopisano. Col secondo intervento (1579) fu eliminata l'ansa di Vicopisano e l'Arno fu diretto verso S. Giovanni della Vena. Fu necessario prolungare la Serezza, da Vicopisano fino all'Arno in località Riparotti. Nella Nuova Serezza confluirono la vecchia Serezza, che raccoglieva gli scoli provenienti dalla parte dei monti di Buti, e lo scolo di Prato Grande, che raccoglieva quelli dalla parte dei prati di Bientina. Fu inoltre progettato un sistema di cateratte alla confluenza di ogni scolo o canale, le più

<sup>49</sup> Per una cronologia degli interventi idraulici nel bacino di Bientina si veda BONGI [1872].

<sup>50</sup> La memoria di Albizi fu inserita in *Raccolta d'autori* [1723], t. I, pp. 23-34; *Raccolta d'autori* [1765-1774], t. IV, pp. 1-14; *Raccolta d'autori* [1821-26], t. IV, pp. 448-460.

importanti erano quelle a Riparotti, allo sbocco in Arno della Nuova Serezza, realizzate nel 1583 a spese della Repubblica di Lucca<sup>51</sup>.

Lo scavo della Nuova Serezza non produsse solo benefici: l'operazione infatti fece insorgere aspre controversie tra il Granducato e la Repubblica. In particolare la comunità di Bientina lamentò un danno economico dopo l'apertura della Serezza: il sistema di scolo del lago veniva visto come un esclusivo vantaggio dei Lucchesi perché scolava in Arno tutte le acque che dai monti, dalle colline e dalle pianure intorno a Lucca si riversavano nel lago mediante il Serchio. Le controversie, accentuatesi alla fine degli anni ottanta del XVI secolo, riguardarono i lavori di mantenimento e gestione della Serezza, l'alzamento degli argini meridionali, la chiusura delle cateratte e gli impedimenti allo scolo delle acque.

Dopo una piena particolarmente violenta del Serchio (1° novembre 1623) il matematico Benedetto Castelli<sup>52</sup> fu inviato a rilevare l'altezza della piena nei pressi di Lucca: il Serchio si era riversato nel lago attraverso l'Ozzeri e il Rogio e successivamente aveva inondato la pianura. Ad aprile del 1624 furono istituite due commissioni, una fiorentina ed una lucchese, per dirimere la controversia tra i due stati.

Nel 1639 Castelli fu nuovamente interpellato dal Granducato di Toscana per fornire il proprio parere in merito alla situazione del lago: egli rilevò che la Serezza necessitava di un approfondimento e le cateratte di Riparotto di ampliamento<sup>53</sup>.

Si tornò a discutere del problema dello scolo del lago a seguito di una piena disastrosa, che nell'inverno del 1651 allagò la pianura bientinese e le proprietà medicee provocando immensi danni. Dopo la visita, promossa dal cardinale Leopoldo dei Medici a marzo del 1652, fu proposto lo scavo di un nuovo canale, detto Nuovo Secondo Serezza, più largo e profondo, che avrebbe sostituito la Serezza cinquecentesca che rimaneva come canale collettore di diversi scoli campestri. Questa nuova Serezza, dovendo servire per lo scolo del lago, non doveva avere impedimenti al suo corso nel tratto dal lago fino a Riparotti<sup>54</sup>.

Il nuovo emissario però non risolse il problema dell'eccesso di acque poiché nel 1696 una piena del Serchio si riversò nel lago, devastando la pianura lucchese. Dopo tale inondazione, nel 1702 la Repubblica eseguì una nuova arginatura del Serchio. Nel frattempo, tra la fine del XVII e l'inizio del XVIII secolo, il Cardinale dei Medici riaprì le cataratte di Calcinaia sulla sponda dell'Arno per ricevere le torbe nei suoi

---

<sup>51</sup> ZAGLI [2001], p. 44.

<sup>52</sup> Benedetto Castelli (Brescia, 1577 - Roma, 1643) fu allievo di Galileo a Padova e suo collaboratore, curando la stampa dell'opera galileiana sui galleggianti. Nel 1613 ottenne la cattedra di matematica all'università di Pisa. Nel 1623 fu incaricato dal pontefice Urbano VIII di cercare una soluzione al problema della regolazione delle acque nella pianura tra Bologna e Ferrara, potendo così riprendere gli studi di idraulica, raccolti e successivamente pubblicati nell'opera *Della misura delle acque correnti* (Roma 1628).

<sup>53</sup> Le memorie di Castelli furono inserite nelle *Raccolte di autori che trattano del moto delle acque: Scrittura inedita sopra il lago di Bientina, Frammento intorno alle cateratte di Riparotto*, in Firenze [1768], vol. IV, pp. 174-188; Parma [1766], vol. IV, pp. 11-28; Bologna [1822], vol. III, pp. 254-267.

<sup>54</sup> ZAGLI [2001], pp. 62-64.

possedimenti bientinesi. Attraverso questa via le acque del fiume si riversarono nel lago, sommergendo, durante la piena del 1706, il territorio lucchese.

Nel 1710 Geminiano Rondelli<sup>55</sup>, dopo aver visitato la Serezza, propose di dare scolo al lago attraverso il Rogio e l'Ozzeri, facendolo passare sotto il Serchio mediante una botte e poi di prolungarlo a destra del fiume per introdurlo nel medesimo al di sotto della Steccaia di Ripafratta, ma il suo parere non fu ascoltato. Tra il 1712 ed il 1740 si valutò la possibilità di aprire la Serezza del 1560 per consentire un maggiore scolo alle acque del lago. Si riconsiderò il progetto della botte sotto l'Arno, approvata nel 1740 dal matematico Tommaso Perelli<sup>56</sup> per lo scolo parziale delle acque dei paduli di Bientina e dei luoghi vicini. Il progetto prevedeva di far passare sotto l'Arno attraverso un canale sotterraneo le acque della pianura di Buti, Vico e Bientina e poi di condurle in mare attraverso la Fossa Chiara e il Calambrone<sup>57</sup>.

Alcuni ingegneri consultati dalla Repubblica di Lucca, tra cui Eustachio Manfredi nel 1730, Bernardino Zendrini nel 1735, avevano proposto, per impedire il rigurgito delle acque del lago di Sesto attraverso l'Ozzeri, di dotare quest'ultimo di cataratte al suo sbocco nel Serchio<sup>58</sup>. La proposta fu approvata e nel 1746 iniziarono i lavori di costruzione, ma tale fu l'opposizione dei Pisani all'opera per il timore di danni alla propria pianura, che la Repubblica abbandonò l'impresa.

Dal 1738 il Granducato di Toscana fu assegnato a Francesco Stefano di Lorena<sup>59</sup>, ma al tempo della visita di Boscovich il governo effettivo del Granducato, in assenza

<sup>55</sup> Originario di Roncoscaglia sull'Appennino modenese, dove era nato nel 1652, Geminiano Rondelli si trasferì a Bologna laureandosi in filosofia nel 1687. Nell'ateneo bolognese occupò nell'ordine le cattedre di filosofia, astronomia, matematica e infine idrometria, che tenne fino al 1730. Si segnalò come perito d'acque per la Repubblica di Lucca. Rondelli morì a Bologna nel 1739.

<sup>56</sup> Tommaso Perelli (Arezzo, 1704 - ivi, 1783), formatosi nella scuola matematico-idrostatica di Guido Grandi e dei fratelli Eustachio e Gabriele Manfredi, fu spesso interpellato in merito a questioni di idraulica. Una delle consulenze più prestigiose fu quella ricevuta dallo Stato pontificio per la regolazione delle acque tra le province di Bologna e Ferrara.

<sup>57</sup> Tale operazione fu discussa più volte, in particolare nel 1770, quando il magistrato dell'Ufficio dei Fossi di Pisa incaricò Ximenes del suo esame. L'operazione fu da lui giudicata "quanto grande, tanto pericolosa".

<sup>58</sup> Eustachio Manfredi (Bologna, 1674 - ivi, 1739) fu il fondatore dell'Accademia degli Inquieti che sarebbe diventata l'Accademia delle Scienze di Bologna. Fu professore di astronomia e nel 1705 ottenne l'incarico di soprintendente delle acque del Bolognese, impegnandosi nella ricerca di una soluzione al problema della regolazione del Reno.

Bernardino Zendrini (Valle di Savio, 1679 - Venezia, 1747), formatosi a Padova sotto la guida di Domenico Guglielmini, era subentrato al suo maestro come consulente in materia d'acque per la Serenissima (1710). Fu autore di uno dei più importanti trattati sul moto delle acque pubblicati in Italia nel XVIII secolo: *Leggi e fenomeni, regolazioni ed usi delle acque correnti* (Venezia 1741, presso Giambattista Pasquali).

<sup>59</sup> Al termine della guerra di successione polacca, combattutasi tra 1733 e 1735, ma conclusasi ufficialmente nel 1738 con il Trattato di Vienna, Francesco Stefano (Nancy, 1708 - Innsbruck, 1765), duca di Lorena dal 1728 al 1737 e marito dell'imperatrice Maria Teresa d'Austria, rinunciò al titolo cedendo la Lorena alla Francia e ottenendo in cambio il Granducato di Toscana.

dell'imperatore che risiedeva a Vienna, fu affidato ad un Consiglio di Reggenza presieduto dal Conte di Richcourt. Egli nel 1755, in polemica con la comunità lucchese, occupò le cataratte di Riparotti e le fece chiudere insieme alla Serezza mediante la costruzione di un argine di terra, detto "tura", in prossimità dell'Argine Grosso. Essendo stati rialzati gli argini meridionali del lago, esso cominciò a trattenere troppa acqua e a dilatarsi e nel novembre del 1755 causò un'inondazione nella pianura lucchese. Furono inviati ambasciatori a Vienna e, in seguito alle lamentele della Repubblica, l'Imperatore ordinò il ripristino dello scolo per le acque e dunque la rimozione della tura, operazione avvenuta il 23 marzo 1756. Per cercare di risolvere la controversia tra i due stati furono istituite due commissioni, una per il Granducato di Toscana composta dal senatore Vincenzo Antinori, dal luogotenente Ippolito Scaramucci e dal matematico Leonardo Ximenes e una per la Repubblica lucchese costituita dai signori Andrea Sbarra e Bartolomeo Cenami, dal segretario Nicolao Brancoli e dal matematico Boscovich<sup>60</sup>.

Quando Boscovich giunse a Lucca, si informò della situazione del territorio, dell'oggetto della controversia e delle opere idrauliche già esistenti, in particolare del canale Serezza che collegava la zona paludosa del lago all'Arno. A metà giugno fu costretto a rientrare a Roma per risolvere una controversia insorta tra la repubblica di Ragusa, sua città natale, e l'Inghilterra. I Congressi, che si sarebbero dovuti svolgere durante l'estate, furono sospesi fino al suo ritorno a Lucca alla fine di agosto. Fu scelta come sede la località di Ripafratta, situata in territorio granducale tra Pisa e Lucca. Ai Congressi, che ebbero inizio il 9 settembre e si conclusero il 31 ottobre 1756, presero parte i matematici delle due delegazioni: Boscovich per la Repubblica di Lucca e Leonardo Ximenes per il Granducato. Furono previsti diversi accessi per individuare le cause dei danni e i possibili rimedi, inoltre furono pianificate alcune livellazioni, necessarie per delineare le piante dei luoghi presi in esame<sup>61</sup>.

<sup>60</sup> Sulla questione delle acque lucchesi, una delle più importanti nell'attività di Boscovich come consulente idraulico, esistono due importanti fondi, uno custodito presso la Bancroft Library dell'università della California a Berkeley e uno presso l'Archivio di Stato di Lucca. Per una loro descrizione si rinvia alle note 61 e 62.

<sup>61</sup> All'Archivio di Stato di Lucca sono presenti 33 manoscritti boscovichiani conservati nei fondi intitolati *Offizio sopra i paduli di Sesto* (nn. 51, 52), *Deputazione per il miglioramento degli scoli e nuovo Ozzeri. Studi del Ximenes e di altri ingegneri* (n. 157) e *Deputazione per il miglioramento degli scoli e nuovo Ozzeri. Sentimento degli interessati sul progetto del nuovo Ozzeri e risposte del Ximenes. Originali* (n. 5).

La parte più consistente, 28 documenti, di cui 18 autografi, comprende una serie di memorie stilate da Boscovich nel corso dei Congressi di Ripafratta svoltisi a Lucca tra settembre ed ottobre del 1756. Seguono poi due documenti non autografi e non datati, ma risalenti probabilmente allo stesso periodo e riguardanti una memoria breve sulla strada del monte di Gragno e un parere fornito da Boscovich in merito alla costruzione di una strada tra Bolognana e Galliciano, tutte località della provincia di Lucca. Vi sono infine tre memorie di Boscovich relative agli anni 1781-1783:

– *Riflessioni del Sig. Abate Boscovich inviate in Gennaio del 1781 sopra la Relazione del Sig. Abate Ximenes de' 25 Settembre 1778 relativa al progetto del nuovo Ozzeri*, cc. 150. Si tratta di 70 articoli e costituiscono un'ulteriore versione della memoria pubblicata a stampa nel *Piano di operazioni idrauliche* (Lucca 1782).

Interrogato sulle cause dei presunti danni subiti dal Granducato di Toscana, Boscovich ne discusse innanzitutto la qualità e la natura. Essi consistevano in terreni un tempo coltivabili e ora resi improduttivi a causa delle piene: secondo i Toscani il lago di Bientina era stato spinto verso il proprio territorio dai lavori della Repubblica e le acque della Serezza si erano alzate a tal punto da impedire gli scoli granducali e da fare rotte frequenti. Boscovich, sentite le relazioni dei periti e visitati i siti adiacenti al lago e alla Serezza, non riscontrò nessuno di questi danni. Ricordò che i Congressi di Ripafratta erano stati convocati a seguito della costruzione della tura, voluta dal Granducato senza che vi fosse alcun imminente pericolo o bisogno di pronto rimedio, e che essa, appena edificata, aveva immediatamente impedito tutto lo scolo del lago.

Nel primo articolo Boscovich individuò tre siti: le adiacenze del lago fino all'Argine Grosso, dove era sbarrata la Serezza, la piccola pianura di Buti e Vico a destra della Serezza e l'ampio Bientinese sulla sinistra. In tutti questi luoghi i terreni non avevano perso, ma al contrario avevano guadagnato molto grazie alle bonificazioni e alle colmate prodotte dai depositi delle piene. Gli eventuali danni provenivano dall'incuria e dai pochi mezzi a disposizione. In nessuno degli accessi fatti da Boscovich furono trovati indizi di coltivazione abbandonata a causa di un peggioramento della condizione del terreno. Dunque i presunti danni o non c'erano o erano semplici mali che non avevano alcun collegamento con il sistema di bonifica previsto.

Nell'articolo II Boscovich prese in esame le cause dei danni, avanzate dalla delegazione toscana, ma da lui non condivise. Erano stati individuati quattro motivi principali, il rialzamento del letto del Serchio, l'alterazione e mobilità del perno, l'aumento degli scoli messi nel lago e le colmate fatte dai torrenti nel Lucchese, a cui se ne aggiungevano nove secondari: un piccolo aumento del letto dell'Arno, la strettezza delle cateratte di Riparotto, le buche lasciate nel terreno dopo aver prelevato la terra per gli argini, la moltitudine degli scoli della Repubblica, i monti presenti in territorio lucchese, la tortuosità della Serezza, il postume dietro alle cateratte, la lentezza dell'Ozzeri e la strettezza dei suoi ponti.

Nell'articolo III Boscovich discusse le "vere e fondate" cause dei danni: non c'erano danni al sistema generale del lago e della Serezza che andassero crescendo, ma solo dei mali "abituati e soliti" che tendevano a scomparire, rappresentati dai ristagni delle acque nei pressi del lago e provenienti in parte dalla natura dei siti, ossia dalla

---

– Lettera di Boscovich al *Gentilissimo Sig. Attilio Arnolfini*, Ponte sulla Senna 8 Aprile 1782, cc. 2, anch'essa pubblicata in appendice alla precedente memoria nel *Piano di operazioni idrauliche*.

– 1783. *Scrittura dell'Ab. Boscovich sulle difficoltà proposte da' Sig.ri Interessati contro il Progetto del nuovo Ozzeri*, cc. 24. Sono presenti due copie del documento; si tratta di una seconda versione del documento 3 del fondo Berkeley.

Tra le perizie relative ai Congressi di Ripafratta si è scelto di trascrivere la memoria intitolata *Voto sulle pretesi danni del Granducato, loro qualità, cagioni pretese, e rimedi proposti da' Sig.ri Deputati Toscani* poiché essa fornisce un'idea generale dello svolgimento delle operazioni.

scarsa pendenza, e in parte da impedimenti naturali e artificiali, dovuti rispettivamente all'Arno e all'Argine Grosso. Sia la Repubblica che il Granducato ricevevano danni dalla steccaia che aveva fatto rialzare il letto del Serchio e che, secondo Boscovich, rappresentava la vera causa "di qualche trappassamento in lago" dell'acqua del Serchio. Dunque il primo motivo del ristagno delle acque non erano gli influenti, che ve le portavano, ma gli impedimenti agli scoli, ovvero la steccaia sul Serchio, l'Argine Grosso sul lago e l'Arno. Lo scolo più impedito del lago era dovuto agli interrimenti della Serezza, accresciuti dalla presenza della tura, dal cattivo regolamento e dalla poca cura dei torrenti prima del loro ingresso nella Serezza. La trascuratezza, non solo della Serezza vecchia, ma anche del Cilecchio e degli scoli di Vico e Prato grande, benché negata dai Toscani, era stata osservata personalmente da Boscovich e dai deputati lucchesi. Il gesuita domandò più volte di poter fare delle livellazioni opportune in quei siti, ma il permesso gli fu sempre negato.

L'articolo IV era dedicato ai progetti ed alle istanze avanzate dai deputati toscani: secondo Boscovich essi andavano valutati tenendo conto innanzitutto del reciproco vantaggio di entrambi gli stati. Le proposte granducali furono nell'ordine: porre una cataratta all'imbocco della Serezza e altre in prossimità del perno; rimettere nella Serezza alcuni scoli della campagna che fino a quel momento andavano in Arno; ricondurre il perno al suo posto originario; impedire le colmate artificiali della Repubblica; rimettere il rio di S. Lunardo e di Massa Macinaia nell'antico letto; rimuovere il puntone fabbricato all'imbocco dell'Ozzeri. Delle sette proposte avanzate dai deputati toscani nessuna, secondo Boscovich, era ammissibile poiché erano tutte non solo dannose per la Repubblica, ma anche indifferenti o "positivamente" nocive per il Granducato.

Nell'articolo V Boscovich presentò i progetti che giudicava opportuni e giovevoli per entrambi gli stati. Il sistema di bonifica del lago e della Serezza, in vigore da circa cento anni, stava migliorando i terreni circostanti, motivo per cui andava mantenuto in buono stato e migliorato il più possibile. La steccaia era la principale fonte di danni per i terreni adiacenti al Serchio e qualunque suo rialzamento avrebbe contribuito ad accrescerli. La sua demolizione sarebbe stata, secondo Boscovich, di grande giovamento per tutto il sistema del lago, in alternativa si poteva pensare di dilatare il letto del Serchio affinché la scansasse e avesse libero il proprio corso. Inoltre era necessario mantenere la Serezza il più possibile pulita: per prevenire gli interrimenti provenienti dalle torbide dei paesi a destra della Serezza e della steccaia, bisognava che gli scoli vi arrivassero chiarificati facendo dei ripari sui monti e delle botti in pianura e regolando meglio le bonificazioni. Per impedire l'introduzione di torbide nella Serezza e per l'indennità dei terreni conveniva rimettere le cateratte mancanti allo sbocco del contraffosso. Per migliorare il fondo del lago si dovevano bonificare la gronda toscana, ripulire e scavare le fosse e gli scoli del Bientinese. Per avere libero lo sbocco in Arno bisognava rimuovere frequentemente i depositi di terriccio lasciati dal fiume dietro alle cateratte, regolando a dovere il filone dell'Arno eliminando con opere opportune il piaggione davanti alle cateratte.

Nel corso dei Congressi furono effettuate diverse livellazioni, in particolare presso la steccaia di Ripafratta, riportate da Boscovich in alcuni fogli di appunti<sup>62</sup>. (*mgI*)

*Voto sulle pretese danni del Granducato, loro qualità, cagioni pretese, e rimedj proposti da Sig.ri Deputati Toscani del P. Ruggiero Gius. Boscovich d. C. di Gesù*<sup>63</sup>

Dovendo dare il mio sentimento sulle cagioni, che la Deputazione Toscana ha prodotte de' supposti suoi danni nel congresso de' 17 del corrente mese colla lettura di uno scritto, di cui, avendo noi con tutta la premura chiesta la comunicazione, per poter esaminare, e considerare tutta la massa di tante cose in esso contenute, ed essendoci stata risolutamente negata ho io presa quanto ho potuto, tutta la serie, notando di mano in mano ciò, che si andava leggendo, e sulli rimedj, che la medesima ha progettati in uno

<sup>62</sup> *Livellazioni fatte da Ripafratta fino al Lago Serchio, e Ozzeri e Rogio con varie altre misure prese a Ripafratta, e su per li ponti dell'Ozzeri e Rogio da' 23 settembre 1756 a' 29 dello stesso mese.* University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 64-66, Item 56, cc. 16. Il documento, probabilmente incompleto, riporta le misurazioni ricavate da Boscovich durante le livellazioni compiute tra il 23 ed il 29 settembre del 1756 presso la steccaia di Ripafratta.

Il fondo boscovichiano conservato a Berkeley relativo alle acque lucchesi è costituito da 5 manoscritti:

1. *Relazione all'Illustrissimo Ufficio della Foce di Viareggio*, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 37, cc. 16.
2. *Sul progetto del Canal di Lucca in Gennaio 1781. Riflessioni dell'abate Boscovich sulla Relazione del Sig. Abate Ximenes appartenenti al progetto di un nuovo Ozzeri Lucchese*, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 43, cc. 28.
3. *Scrittura fatta a Ripoli sul nuovo Ozzeri di Lucca. Scrittura dell'ab. Boscovich sulle difficoltà proposte da' Sig. Interessati contro il progetto del nuovo Ozzeri*, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 44, cc. 22.
4. *Sentimento sulle Cataratte in bocca di Ozzeri al Serchio*, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 45, cc. 8.
5. *Livellazioni fatte da Ripafratta fino al Lago per Serchio e Ozzeri e Rogio con varie altre misure prese a Ripafratta e su per li ponti dell'Ozzeri e Rogio da 23 settembre 1756 a 29 dello stesso mese*, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 56, cc. 16.

In questa edizione sono stati trascritti i documenti 1, 3, 4. Il documento 1, pur essendo incompleto, risulta particolarmente interessante poiché si colloca all'interno dello studio dei porti, una delle questioni per le quali Boscovich ha fornito i contributi più significativi in materia di scienza delle acque. Boscovich doveva ritenere tale memoria particolarmente significativa, dal momento che viene presa ad esempio e si trova citata in altre sue perizie successive: sulle paludi pontine, sul porto di Rimini, sulla foce dell'Adige e nelle perizie sul lago di Bientina scritte dopo aver esaminato il *Piano* di Ximenes del 1781.

Del documento 2 esistono un'altra versione manoscritta, originale ma non sottoscritta, con l'aggiunta di una lettera autografa di Boscovich ad Attilio Arnolfini, conservata presso l'Archivio di Stato di Lucca, *Deputazione per il miglioramento degli scoli e nuovo Ozzeri. Studi di Ximenes e di altri ingegneri*, e alcune edizioni a stampa.

<sup>63</sup> A. S. di Lucca, *Offizio sopra i paduli di Sesto*, n. 51, cc. 16.

scritto comunicatoci, contenente i semplici progetti di quelle cose, che essa propone, conviene, che mi faccia più indietro, e parli prima de' medesimi loro pretesi danni, e della loro qualità, e natura; indi passi alle cagioni, e a' rimedj; metodo, che fin dal principio di questi congressi ho anche, con un lungo mio scritto comunicato in un di essi, dimostrato necessario, e ho inutilmente richiesto preventivamente alla formazione di quella Carta, che ora manifestamente si vede non essere stata ne necessaria punto, ne giovevole alle presenti ricerche.

Questi pretesi danni ci furono solo in generale indicati nel consegnarci la carta del loro paese, dicendo, che ven'erano tanto di là dall'argin grosso su quel di Vico, di Buti, e nel Bientinese, quanto di quà in tutte le valli, e vallini per la gronda del lago, e consistevano in terreni, che pretendevano prima coltivati, e ora resi incoltivabili, o di peggiore condizione dalle acque. Ora poi nello scritto suddetto sulle cagioni si specificava inoltre il modo, con cui pretendono, che detti danni sieno formati, cioè coll'essere il lago da' lavori della Repubblica spinto verso il Granducato, e coll'essere costretta l'acqua della Serezza ad alzarsi in modo da impedire i loro scoli, e far frequenti rotte, e introdurre più frequenti pericoli di rotte negli argini del Bientinese.

Di questi loro pretesi danni ci anno dati varj indizj, tra li quali i principali sono affitti di pesche iti crescendo più di un secolo addietro, segni di coltivazione già fatta, con residui di olmi, radi con viti malandate, di solchi, e porche in siti, che ora sono riddotti a prati, fosse, che si vanno cavando per coltivare il terreno.

Ora in primo luogo dopo le relazioni, che ho intese da' nostri Periti, e dopo la visita, che unitamente si è fatta co' Signori Deputati Toscani per la massima parte de' siti adiacenti al lago, e alla Serezza, io sono persuasissimo, che i danni da lor pretesi non vi sieno, o che sieno mali, che parte dipendano dalla negligenza de' soliti, ed abituali rimedj, parte dalla natura de' siti, tali, che non solo non vadano crescendo in vigore del presente sistema, ma in vigor di esso, dove con esso anno qualche relazione, vadano anzi continuamente scemando.

Prima però di entrare più particolarmente in questo dettaglio, conviene, che io metta innanzi una cosa ben'essenziale. Come questi congressi sono nati coll'occasione della Tura, che tutto in un tratto impedì tutto l'unico scolo, che ha il lago, e che per tanti trattati doveva essere sempre illeso, onde allora a' congressi medesimi furono deputate da S. M. I. tre Settimane solo, ed ora il fine del corrente mese d'Ottobre era prefisso dalle espressioni del medesimo Imperatore alla ricognizione di que' danni, che per quanto gli era supposto, mettevano i popoli in pericolo di rovine, alla ricerca delle loro cagioni, alla determinazione, e alla esecuzione de' rimedj; aggiungendo egli, che se veniva oltrepassato quel termine, non avrebbe voluto trovarsi in obbligo di mettere in esecuzione da se de' pronti rimedj; così giudicai obbligo mio di suggerire fin da principio, che in vece di andar formando una intera carta topografica in un paese, in cui già ven'erano delle sufficientissime per discorrere su questi imminenti pericoli caso, che vene fossero, e furono ne' congressi date tali risposte, da far vedere, che non si supponeva, ne vi era alcun pericolo imminente, e i Periti Toscani interrogati se vi era cosa, che richiedesse pronto riparo, anno espressamente detto di no, sulle quali asseveranze,



si è permessa una ricerca minuta di tutto il generale sistema di queste acque, e questo generale sistema riguardano le cagioni de' danni supposti esibiteci, e i danni medesimi.

Una sola espressione messa dopo in quello scritto, che ci fu letto senza essere comunicato, e riferita qui di sopra, potrebbe parere relativa a qualche imminente pericolo, che è quella, la quale riguarda le frequenti rotture, o pericoli di rotture degli argini del Bientinese. Ma questa oltreche doveva essere enunciata da principio, per portarsi subito a riconoscerla, è stata in ordine al pericolo espressamente negata da Periti loro determinatamente interrogati, se vi era alcun argine, che avesse bisogno di pronto risarcimento, ed è in tutto falsa. Gli argini del Bientinese nella Serezza non erano stati ne rotti, ne superati per lunga serie d'anni, e lo furono solamente nel 1728, quando per liti insorte sulle spese de' loro risarcimenti, erano stati per qualche tempo trascurati, e dopo fatti nel 1729 i nuovi regolamenti in questo genere, e risarciti allora gli argini istessi, da quella volta in qua pel corso di 27 anni non sono mai più stati ne sormontati, ne rotti; onde è evidente, che non vi sono state frequenti rotte, ne pericoli di rotte, i quali quando anche vi fossero mai stati, la colpa sarebbe tutta de' Toscani medesimi, essendosi allora la Repubblica per quieto vivere obbligata a pagare per  $\frac{3}{4}$  immediatamente qualunque risarcimento della massima parte di detti argini fosse giudicato necessario, e poi litigare, se si fosse stimata aggravata.

Quindi rimane evidentissimo, che quando senza alcuna partecipazione della Repubblica fu fatta la Tura suddetta, non vi era alcun imminente pericolo, alcun bisogno di pronto rimedio, che possa giustificare quella innovazione, la quale nominatamente era stata esclusa ne' trattati, e non era permessa, che nell'unico caso, in cui quantità notabile del Serchio per gli argini o rotti, o sormontati, con trascurato trappassamento fosse ita in lago in modo da fare danno considerabile agli stati del Granducato, e ciò fosse ocularmente, ed evidentemente riconosciuto da' Deputati, e Periti di amendue le parti, e la Repubblica interpellata a rialzare a un determinato segno, o risarcire gli argini non l'avesse eseguito. Della forza di tali contratti, e degli obblighi in caso di contravvenzione non tocca a me di giudicarne; ma posso ben assicurare, ciò, che come spetta, che quel caso eccettuato in detto trattato non vi fu, e secondo tutto quello, che si è udito, o letto ne' congressi, o osservato negli accessi, non si è trovata alcuna cosa, che possa avere obbligato ad una così improvvisa innovazione, e ciò non solo cosa insolita, e inescogitata benché anche questa escluda il contratto, ma neppure solita, naturale, e preveduta. Quanto poi sia stata nociva ad amendue gli stati la Tura stessa, la quale in quello scritto, che ci fu letto, con mia grave sorpresa udii asserirsi, che era stata utile, mi riserbo a parlarne più giù nel discorrere delle cagioni de' danni.

Venendo ora a' danni medesimi, e alla loro natura; in primo luogo convien distinguere tre siti. Le adiacenze del lago di qua dall'argin grosso, in cui è intestata la Serezza unico, naturale scolo di esso lago, il piccolissimo piano di Buti, e Vico alla dritta della Serezza, e l'ampio Bientinese alla sinistra.

Nel primo sito considerando il tutto, per me è cosa sicura, e innegabile, che tutta la gronda Granducale del lago in alcun luogo attualmente non perde, e in molti considerabilmente guadagna, anzi non è in istato da perdere in alcun luogo, e deve andare

guadagnando in molti. Imperocchè o è in tale situazione, che il lago, e padule arriva alle colline ripide, e ivi non perde, ne può perdere, non potendo esse colline andar sott'acqua, o è in tale situazione, che i rii vi formano de bonificamenti per via di colmate concedutici in alcuni luoghi, e in altri negatici risolutamente da' Signori Deputati Toscani, ma da noi riconosciuti coll'ultima evidenza anche in questi, ne' quali abbiamo veduti i prati imbrattati di fresca belletta, i rii ben rosseggianti, e gialli, i fossi ripieni di torbida, e cominciato a rompersi per seminare il terreno dianzi prativo, contiguo alle gerbe del padule mezze coperte, ricoperto di fresca belletta, e formato di piccola giaretta veduta in qualche zappata.

Così pure accanto all'argin grosso verso il lago o non vi sono terreni ora coltivati, che perdano, o, come avanti all'argine di Margut, si vedono essi attualmente bonificati da una torbida e per essa in migliore stato di quello, che erano prima, e di quello, che sono attualmente i loro compagni rimasti dietro allo stesso argine dalla parte di dentro.

Nel secondo sito è cosa notoria a tutti, che que' terreni non perdono, anzi acquistano molto per le bonificazioni, e colmate, che vi cagionano il rio di Buti, e di Vico, e dove ivi si era negli anni addietro veduta da' nostri, e co' suoi occhi da uno de' Deputati una sterile palude, per cui si andava in barca anche in buona stagione, ora si vedono abbondanti, e feconde sementi secondarie; e qui non posso dissimulare la falsità, che si trova nella carta esibitasi come corretta, in cui tutto questo piano si segna, e tinge per paduligno, segnandosi, e tingendo per buon terreno quello, che avanti all'Abbadia ha formato la Visona, non solo ove si semina a sagine, ma nelle escrescenze anche mediocri del lago riman sotto, ma anche ove non si semina punto.

Il terzo sito, che è il Bientinese, è separato dal commune sistema per mezzo dell'argin grosso, che lo divide dal lago, e per mezzo della Serezza, i cui argini furono destinati alla sua difesa, e per quanto spetta alla Repubblica, sono illesi, e forti. Ad ogni modo visitato ancora questo sito da noi, non abbiamo in esso riconosciuti que' tanti mali, che vi erano stati supposti, e vedremo, come si tratterà delle cagioni, che questi non anno, se vi sono, che fare col sistema commune, e provengono in gran parte dalla poca cura nell'applicarvi i communi, e usitati rimedj.

Gli indizj de' loro danni esibiti, e riferiti qui sopra, sono affatto inefficaci a provarli.

In ordine agli affitti delle pesche di più di un secolo addietro, e anteriori alle convenzioni, essi ora non fanno al caso nostro, cercandosi, se presentemente questo generale sistema sia di giovamento, o di nocimento. Ma poi non sapendosi tutte le circostanze d'allora, se si affittasse tutto, o parte, se vi sieno state cagioni particolari, che facessero variare la bontà, e quantità delle pesche, e vedendosi in anni molto vicini fra se della grande irregolarità in questi medesimi prezzi, cessa ogni forza di simili documenti.

I segni di coltivazione trasandata in alcuni siti non provano, che ciò sia accaduto per difficoltà maggiore sopravvenuta; giacche cio siegue spesso per incuria de' padroni, o impotenza di spendere, siegue per essersi sfruttato il terreno, siegue per trovarsi più utile secondo le circostanze il mettere a prato ciò, che si metteva prima a sementa, e in luoghi bonificati di fresco ne' paduli, siegue per un'avvallamento, che facciano i pollini, sulli quali si fosse prima fermato il terren buono.

Ne' nostri accessi non abbiamo trovato alcun luogo, che ci desse indizio di coltivazione abbandonata per peggioramento di condizione di terreno buono innanzi, e poi peggiorato dalle acque, e ne abbiamo trovati ben molti, e anche mostrati a' Sig. Deputati Toscani di quelli, ne' quali ciò succede per alcune delle suddette ragioni, e tanto ne' congressi, quanto negli accessi abbiamo citati a' medesimi degli esempj di alcune di esse ragioni, che si vedono altrove.

Le fosse, che si cavano per coltivare sono affatto indifferenti a provare terreno prima buono, che va peggiorando, o terreno prima cattivo, e che va migliorando. Dove si colma, quando il terreno si è rialzato fino a un certo segno, si cominciano a cavare le fosse, ributtando il terreno sù, e coltivando tra fossa, e fossa, finche le nuove deposizioni a poco, a poco rendano tutto coltivabile. Si scavano anche le fosse morte in terreni bassi, o palustri, e trasandati da un pezzo, quando si cominciano a coltivare. Quindi questo segno è equivoco.

Negli accessi abbiamo trovati in più luoghi scavi di fosse per miglioramento di terreno fatto colla colmata, e in qualche luogo sono stati riconosciuti, e confessati anche da' Deputati Toscani. Non abbiamo trovato in alcun luogo cavi di fosse, che a noi sieno comparsi del primo degli esposti due generi.

Che il Lago non si avanzi verso il Granducato si raccoglie da ciò, che si è detto di sopra; ma questo è anche un fatto sicuro, che si ricava dal vedere, che il lago non si alza più di quello sia stato solito a memoria d'uomini. Il nostro Ingegnere ottogenario, e che sempre ha avuta in cura la Serezza, non ha veduta variazione alcuna nelle vicende delle escrescenze del lago prese a decennio: l'Isola, che si vede in mezzo al lago, e che nell'estate è più ampia, nell'inverno più ristretta, si vede ora colle vicende medesime, quale si vedeva per l'addietro, e le cataratte, che mettono in Arno stanno ora chiuse, e si riaprono appunto come succedeva per l'addietro.

Si vede dunque ad evidenza, che i danni da lor pretesi o non vi sono, o sono semplici mali, che non anno connessione alcuna col proporre sistema generale, il quale vada danneggiando, e non piuttosto migliorando le adiacenze del lago, e della Serezza.

Articolo secondo delle cagioni proposte dalla Deputazione Toscana

Venendo ora alle cagioni di questi danni esposte nello scritto, che ci fu letto, e che ho nominato da principio, non convenendo noi nella esistenza, o nella qualità de' medesimi pretesi danni, si vede chiaro, che non possiamo convenire nelle cagioni de' medesimi. Benche poi io abbia in mano quanto basta a mio giudizio, e avanza per fare una compita risposta a tutto quello, che fu letto, e mi pare di averne presa tutta la traccia, (di molti passi, che nel leggere furono saltati, come si vide manifestamente, non so che dirmi), pure qui dirò solo delle cose le più essenziali, e le quali più interessano le controversie presenti, e in ordine ad esse conchiudon tutto.

Nello scritto suddetto fu data da principio una breve idea del paese, di cui si tratta, e di cui una viva imagine conviene avere avanti a' gli occhi per la più facile intelligenza delle cose seguenti. Giace Lucca in una pianura, che da Levante ha il lago di Sesto, dalle altre parti i monti. Da questi entra dalla parte di Tramontana nella pianura il fiume Serchio ben grosso per le acque, che superiormente raccoglie in parte dallo Stato di

Lucca, e in gran parte anche dal Granducato, e girando dietro alla città, che lascia a Mezzodi, va a Ponente, ove per una angusta foce diretta a Mezzodi va nel Pisano, dove tutto il suo letto è attraversato da' Toscani da un grosso muro, che dicono Pescaia, sopra il quale vi è una Steccaia di legno, che per servizio di alcuni molini, e di un fosso, ne rompe il corso. Dalla parte Meridionale vi è un canale, che dal fiume va in Lago con doppia pendenza, chiamandosi Ozzeri quello, che pende verso il fiume, e Rogio quello, che pende in lago, e il sito, in cui si dividono le due pendenze chiamandosi perno. La Campagna Lucchese non ha ne può avere altri scoli, che per l'Ozzeri in Serchio, e pel Rogio in Lago. Il Lago è terminato da un fianco dalla pianura Lucchese, dall'altro in faccia da un'argin grosso fatto da Toscani ne' secoli addietro per impedirne le naturali espansioni nelle campagne inferiori verso Arno, da gli altri due da monti, e colline, essendovi delle insenature di molte valli, e vallini, ed essendovi sulla sua gronda, che è parte Toscana, parte Lucchese de' paduli, che dove nel Toscano non vi sono rii, che colmino, arrivano alle colline medesime e monti, e all'argin grosso. Finalmente in detto argin grosso vi è un canale, detto Serezza scavato già e arginato a tutte sue spese dalla Repubblica, che porta in Arno lo scolo del lago, a mano dritta della quale Serezza rimane il piccolissimo piano di Buti, e Vico, e a mano manca l'ampia campagna del Bientinese, e Bientina.

Ora nell'ultima ricapitolazione, che fu fatta in fondo allo scritto, furono messe quattro per principali cagioni de' pretesi danni, delle quali si era parlato collo stesso ordine innanzi, e sono, il riempimento, e rialzamento del letto del Serchio, l'alterazione, e mobilità del perno, l'aumento di nuovi scoli messi in lago, e le colmate fatte sul Lucchese da' rii. Dietro a queste furono solamente accennate 9 altre, come cagioni secondarie, nelle quali dopo un semplice cenno non si insisté punto, e si disse, che si riserbava la facoltà di aggiungere, levare, mutare, come fosse giudicato più opportuno col tempo. Parlerò dunque collo stesso ordine di quelle quattro principali cagioni pretese de' danni, indi accennerò alcuna cosa di alcune delle altre nove, e poi passerò a parlare delle cagioni, che a me sembrano, e vere, e sode per intraprendere dopo l'esame de' rimedj da lor proposti, e proporre quelli, che da me vengono giudicati opportuni, e giovevoli ad amendue gli stati.

Prima però di passare innanzi conviene qui gettare uno sguardo sulla compassionevole costituzione di una Città sì cospicua, e di una così fertile campagna, che le sta intorno. Essa non ha altri scoli, che in Serchio, e in Lago, e la pendenza di questi nel principale suo canale in più di 8 miglia di tratto si è da noi trovata tanto dall'una parte, quanto dall'altra di poco più di due braccia, benche le convenga scaricare per esso anche de' rij torbidi provenienti dalle colline. Il Serchio da' Toscani per uso di alcuni pochi molini si tiene attraversato in distanza di un miglio dallo sbocco dell'Ozzeri con un alto artificiale perpetuo impedimento: il Lago si tien ristretto con un grosso argine tirato da monte a monte, in cui essendovi l'intestatura dell'unico antico scolo, che porta le acque delle sue sorgive, e de' communi influenti in Arno, fatto dalla Repubblica a tutte sue spese colla compra di una gran parte del terreno, colla costruzione, e manutenzione delle cataratte sull'Arno in fine della medesima, colla formazione de ponti,

e degli argini proficua solo al Granducato, e tutto ciò fatto a tutto suo costo, e inoltre colla manutenzione del fondo, di gran parte degli argini per  $\frac{3}{4}$  a sue spese, pure se lo vide l'anno scorso serrato anche questo all'improvviso, rialzandosi subito il lago per più di braccia  $3 \cdot \frac{1}{2}$ ; ma di queste due cose dopo una semplice occhiata data qui sul principio alla sfuggita per comprendere l'infelice costituzione della Repubblica, ne parleremo più innanzi.

Della prima per altro di queste due opere ne viene qui subito l'occasione di parlarne, nel trattare della prima delle quattro supposte cagioni, che è il rialzamento del Fiume. Di questo rialzamento si portarono in quello scritto cinque argomenti: la degradazione de' sassi, che si vedono nel suo letto, e da ponte a Moriano, ponte, che sta da 8 miglia più su della bocca d'Ozzeri, e venendo in giù scemano di grandezza, finché al sito della steccaia sono riddotti a giara minuta: un interrimento, che si suppone negli archi del detto ponte: l'essere il letto più alto delle campagne adiacenti: i rialzamenti degli argini fatti di mano in mano, e finalmente i rialzamenti della Steccaia, e de' molini, che si disse parimente essere iti facendosi di tempo in tempo. Da questo rialzamento di letto del Serchio si ricavò il rialzamento del letto dell'Ozzeri, e le regolari mutazioni della sua pendenza, pigliandosi le irregolari dalle piene di Serchio, che si fanno giungere ad 8 braccia, e da amendue le specie di mutazioni, oltre a' gravi danni, che la maggiore infelicità degli scoli, ed il rigurgito fanno alle campagne Lucchesi, si ricavò il trapassamento delle acque del Serchio in lago, che si disse innegabile, contestato sul luogo da un contadino, frequente, e considerabile per una strada così reale, come lo è tutto il letto dell'Ozzeri, e con un esempio di conto, preso parte dalla livellazione, parte da assunti, che si stimavano ragionevoli, si espose la natura de' casi, ne quali esso rigurgito deve seguire.

Ora qui in primo luogo in ordine al rialzamento seguito nel letto del Serchio esso è pur troppo vero, ma non per tutto quel tratto, che si suppone in quello scritto, ne è seguito o per colpa della Repubblica o per la naturale costituzione delle cose, ma unicamente per colpa della steccaia opera irragionevolissima, e perniciosissima ad amendue gli stati: Ma in ordine poi al suo effetto essa è ben di grave danno alle campagne adiacenti all'Ozzeri, ma ora è anche di piccolissimo danno, e certissimamente assai minore del preteso, al generale sistema del Lago, e Serezza, pel quale per altro sarebbe perniciosissimo ogni qualunque suo nuovo rialzamento, che mai si facesse.

Che il rialzamento del Serchio non si estenda, questo in quello scritto si pretendeva, è cosa evidentissima. Un qualche tratto più giù di Ponte a Moriano il filone del Serchio camina sugli scogli vivi, che attualmente corrode. Dunque in quel sito non solo non si rialza di sua natura, ma si abbassa. Quindi, quando anche sul ponte vi fosse indizio di deposizioni, e rialzamento, questo non andrebbe in giù, ne avrebbe, che far nulla collo sbocco dell'Ozzeri. Ma questo neppure vi è; perché ivi vi è bene un arco chiuso, ma ciò per altri fini fu fatto *ab immemorabili*, e chi continuamente vi invigila, che troppo preme una somigliante vigilanza alla Repubblica, assicura, che il filone ivi non si rialza.

La prova presa dalla diversa gradazione de' sassi non fa forza alcuna. I sassi si vanno consumando dall'acqua, e di mano in mano, che si sminuiscono di mole, si avanzano nel loro letto. Dove essi sono maggiori, la pendenza del letto deve essere, e si trova ne'

fiumi maggiore; ma questa, durando le medesime circostanze, ne' fiumi di lungo corso non va perciò abitualmente crescendo: si fissa in quello stato, che richiede la qualità delle materie, che riceve, ne si muta, se non si muta questa: i torrenti di corso corto, e vicini alle montagne, ricevendo una copia di sassi maggiore di quella, che si possa andar consumando nel loro corso, si vanno abitualmente rialzando. Che tale non sia la natura del Serchio in questi siti, lo vede bene, chi lo rimira per un lungo superiore tratto fino a Gallicano, ma che i rialzamenti suoi sieno più bassi di esso ponte a Moriano, rimane cosa evidente da quelli scogli, che ho detti, sulli quali attualmente camina inferiormente a detto ponte, e li corrode.

Si ricava lo stesso dalle altre due pruove addotte in quello scritto, cioè dall'essere il fiume superiore alle adiacenti campagne, e dall'essersi andati rialzando gli argini; perché queste due cose cominciano più giù di detto ponte a Moriano, e vicino ad esso non solo gli argini non si rialzano, ma non vi sono.

Si rialza dunque il letto del Serchio solo più giù, e detto rialzamento, lo prova ad evidenza il rialzamento, che si è fatto più volte alla Steccaia, come in detto scritto finalmente si confessa con tutta sincerità. Di questo la Repubblica ne aveva degli argomenti ben forti, ha reclamato molte volte, e vengo assicurato, che quando ne' tempi addietro si sono fatti de' lamenti, e delle proteste su questo, è stato risposto, che non si faceva altro, che risarcire, e rimettere nell'altezza di prima quel lavoro, ed io ho veduti alcuni di questi documenti.

Il punto essenziale sta qui, che la steccaia è la cagione di questo rialzamento, e non è un effetto. Questa è una cosa così evidente, che non ha bisogno di prova. La conosce con evidenza il P. Ximenes, e sa, che la steccaia medesima per questo mezzo è cagione di gravissimi mali, e determinatamente delle inondazioni, che sieguono e nel Granducato, e nello stato della Repubblica, benché queste non vi sieno lì su nelle adiacenze della Serezza, ma qui giù nelle vicinanze del Serchio. Egli in presenza de' Deputati Lucchesi guardando questa steccaia, e sfogandosi contro di essa, e contro le steccaie d'Arno pure pregiudiciali, disse espressamente: *Fanno queste steccaie, e poi si lamentano delle inondazioni.*

Ad ogni modo ciò si dimostra dalla natura medesima de' fiumi torbidi, nel letto de' quali, quando si mette un riparo; avanti ad esso subito si alza il terreno rimanendo a poco a poco il letto empito di sopra, e di sotto, giacche col togliersi, o rompersi la velocità, ne siegue la deposizione, e la natura tende a fare una continuazione di letto. Per la parte di sopra vale qui la stessa ragione, che fu apportata in quello scritto, per provare, che il letto d'Ozzeri si era dovuto rialzare dopo l'alzamento di quello del Serchio, e che si dovrebbe riempire, quando anche si escavasse di nuovo di più, perché in quel seno di acqua morta l'acqua ristagnando deporrebbe. Il fatto poi lo ponno immediatamente riconoscere i Sig. Deputati Toscani interrogando il presente Molinaro, il quale ha detto a me, che a tempo suo ha veduto crescere per più braccia nel sito della Steccaia il letto del fiume, e sopra, e sotto.

I rialzamenti poi non dubito punto, che sieno stati fatti più volte, e sempre con maggiore danno de' molini medesimi. Rialzando la steccaia si viene ad alzare alquanto più

l'influente, che porta l'acqua al molino. Ma essendo torbidissimo il fiume, poco dopo si rialza anche il recipiente che è il letto inferiore, e uguagliandosi la superficie nelle piene grandi, nelle quali qui la steccaia neppur si conosce; l'acqua sopra, e sotto la steccaia per qualche tratto diviene acqua morta, e le arene, e le giare si arrestano, e fermano da amendue le parti, e si formano que' piaggioni, che si vedono pure anch'ora poco sotto la steccaia al pari della sua cima. Si uguaglierebbe affatto tutto il letto, se non vi fosse quel callone di fianco, che fa rimanere umpoco di fondo innanzi, e indietro; ma come esso è piccolo rispetto al letto del fiume, fa poco effetto: alcune callicelle si erano fatte nella steccaia, le quali prima si aprivano, e davano qualche sfogo alle deposizioni, ma cresciute queste deposizioni di dietro a poco a poco, da un pezzo non si aprono più, come ho inteso dal Molinaro, e più presto succede la perdita della disuguaglianza delle altezze, riducendosi a quella poca, che può abitualmente mantenere quel piccolo laterale callone.

Riducendosi in questa guisa in uno stato assai infelice i molini, si comincia a tempestare per qualche rimedio, e si risolve una nuova furtiva alzata della steccaia medesima, la quale vada vie più rialzando il letto del fiume, il quale non potendo senza inesplicabili pregiudizi andar tanto innanzi, conviene, che i molini medesimi si riducano alla fine in uno stato infelicissimo senza riparo. In questa sorte di fiumi, chi vuole i molini in buono stato non deve mai attraversare tutto il letto del fiume nel sito medesimo de' molini, ma fare una presa d'acqua più in alto e condurla per un canale meno inclinato del letto del fiume, onde rimanga libero, e stabile il corso al fiume istesso, e l'acqua abbia sotto i molini costantemente la caduta medesima; e così appunto ha fatto la Repubblica colla presa dell'acqua, che poi vien giù pel suo fosso, e per Ozzeri torna in Serchio.

I pregiudizi poi, che sieguono e sopra, e sotto, e sono pur troppo seguiti qui, sono gravissimi. Di sopra l'alzamento del letto fa più spesso inondare le adiacenti campagne, e le Pisane adiacenti al tratto superiore del Serchio si inondano ora spessissimo, anzi questa è stata la vera principalissima cagione della grotta, che ha devastati i poderi del Miniati. La Repubblica pure ne risente danno gravissimo tra le altre, perché appunto per questo è convenuto fare degli ingrossamenti, e inalzamenti degli argini, i quali dovendo ella tener forti, e risarcire ad ogni rotta anche per li trattati della Serezza, perché l'acqua del Serchio per quella via non vada in lago, ha ricevuto anche per questo conto un danno gravissimo dalla steccaia, rimanendo così obbligata non dalla natura, ma da un'opera manufatta, e contraria alla natura a dispendj molto maggiori in un oggetto de' suoi trattati fatti con quell'istesso Granducato, che dopo di averli fatti, ito va accrescendo quest'opera medesima sempre più.

Oltre a questi danni vi sono quelli della maggiore infelicità di tutti gli scoli, e tra questi è l'Ozzeri, di cui è pur troppo vero, che è ita scemando la pendenza, ed alzandosi il fondo, della quale cosa sono testimonj anche i rialzamenti di quegli archi di ponti, che negli accessi communi si fecero misurare; ma ciò accade solo per colpa della Steccaia costruita contro la natura del fiume, e di mano in mano indebitamente rialzata sulla falsa fiducia di migliorare stabilmente i molini.

Dalla parte poi di sotto, alzandosi pur ivi il letto, crescono le inondazioni, e le difficoltà degli scoli; ma inoltre formandosi una pendenza maggiore del bisogno, e inna-

turale, sieguono delle forti corrosioni, e vi vogliono delle arginature assai più grosse. Così appunto nel Serchio da alcuni scandagli vi è argomento, che fin al mare vi sieno in 7 miglia incirca braccia 11 di caduta, caduta enorme, e innaturale per un fiume già reale privo di giara grossa, e in vicinanza al suo sbocco; onde poi appunto in faccia a Ripafratta si vede ora una atroce corrosione, che manda in malora un bellissimo piano, e poco più giù una ribattuta, che porta via un campo, ove vanno attualmente cadendo i grossi alberi sradicati dalla corrente, che toglie loro il terreno di sotto.

Ecco dunque d'onde nasce il rigurgito per Ozzeri, il quale alla Repubblica fa de' gravissimi danni nel suo circondario, da' quali essa dovrebbe rimanere indennizzata. Non è però vero, che da questo rigurgito ne sieguano come si pretendeva in quello scritto de' gravi danni al sistema generale del lago, e della Serezza, che è l'oggetto preciso della commissione presente.

Si pretende ivi, che per questo rigurgito l'acqua del Serchio spesso, e in grande quantità vada nel Lago, e che questo sia un fatto notorio: ma ciò in questi termini assolutamente da noi si nega, ed è falso. Rimango sorpreso, che per provarlo si sia portata da' Signori Toscani l'autorità di un Contadino, che ivi in presenza loro in quella stessa occasione sulla stessa materia disse una falsità da loro stessi ivi ocularmente riconosciuta. Disse, che allora appunto andava pure ivi in lago l'acqua del fiume, che perciò quel canale era torbido; eppure essi medesimi videro, giacche si era su un ponte, che ivi l'acqua andava verso fiume, non, verso il lago, ed andando più su, trovarono il perno più alto, e videro, d'onde partiva quella torbida, cioè da uno scolo laterale, che entrava in Ozzeri. Possibile, che sia venuto in mente di citare una tale testimonianza fatta in una congiuntura simigliante di una tale falsità contemporanea, e connessa, avvisata da noi a loro stessi sul luogo?

Per altro, torno a ripetere, da noi si nega questo passaggio frequente, e in quantità considerabile; ed è falso l'assunto preso nello scritto medesimo, che il Serchio si soglia alzare nelle piene 8 braccia, della falsità del quale assunto si potranno facilmente chiarire, se vogliono. Le altezze delle piene si sono ite notando da chi invigila sul fiume, e noi troviamo, che le ordinarie escrescenze si alzano sopra l'ordinario pelo, circa 3 braccia, le maggiori circa 5, le massime circa 7, che le prime per l'ordinario vengono ogni anno 3 oppure 4 volte, le seconde vengono ogni due in tre anni, le terze ogni dieci in undici.

Ciò supposto dalla stessa livellazione, e dal discorso fatto nello scritto lettoci si raccoglie, che l'acqua del Serchio abitualmente non va in lago, e che al più nelle massime piene vene vada umpoca l'un per l'altro ogni dieci anni.

La pendenza dal perno in Serchio del pelo d'acqua trovata nella livellazione è poco sotto le tre braccia, e questa livellazione è stata fatta a Serchio, e Ozzeri piuttosto basso. Qualunque di quelle piene di 3 braccia venga, onde si gonfi il Serchio, infallibilmente si deve alzare anche l'Ozzeri per la difficoltà dello scolo, e per lo più per le piogge contemporanee. Sarà dunque allora rialzato alquanto anche l'Ozzeri da per tutto, e però anche nel sito del perno. Ora perché le acque vadano in lago conviene, che il Serchio si alzi per quelle quasi tre braccia, e per tutto quel di più, che sul perno si alza l'Ozzeri; anzi



conviene che si alzi di più di così, e considerabilmente di più, se deve tornar indietro contro il corso suo proprio (giacche ora l'Ozzeri entra in esso a seconda del suo corso) e oltre all'estensione ampia per le campagne Lucchesi, passare più in là verso il lago.

Quindi è manifesto, che per ogni poco, che l'Ozzeri si alzi sul perno nel tempo delle ordinarie escrescenze di 3 braccia, il Serchio non può andare in lago: in quelle maggiori di 5 braccia, le quali accadono solo in tempi universalmente assai piovosi, essendo pur naturale, che anche l'Ozzeri si alzi più di 2 braccia sul perno, non potrà andarvi, e solo nelle massime d'ogni 10 anni, l'altezza delle 7 braccia sarà alquanto superiore alla presente pendenza, e al rialzamento d'Ozzeri, che sul perno non suole giungere a quattro braccia.

Anderà dunque al più una volta ogni dieci anni l'acqua del Serchio in lago, e in quella occasione per altro vene anderà una quantità piccolissima. Imperocche l'angustia della bocca dell'Ozzeri, il poco eccesso di altezza, la velocità in giù, che nelle grandi piene è grande, la brevissima durata di queste così enormi escrescenze permetteranno a una molto piccola quantità d'acqua del Serchio il rivolgere indietro il suo corso, e trovando questa le vaste campagne da un lato, e dall'altro, per le quali espandersi liberamente, una piccolissima parte di essa anderà in lago.

Così rimane ben dimostrato, che questo passaggio non è frequente ne vi ha da essere alcun timore di questo trapassamento in quelle prime piene autunnali a lago basso, che si esaggeravano in quello scritto, ma che il passaggio medesimo è raro assai, e che si fa in una quantità assai piccola, la quale inoltre espandendosi per la tanto ampia superficie del lago, non può cagionare alcun sensibile suo rialzamento, e però non può essere al sistema generale del lago, e della Serezza di alcun non solo considerabile danno, ma neppure sensibile, il quale per altro anche piccolissimo danno evidentemente nasce dalla steccaia. Imperocche dalla bocca d'Ozzeri alla steccaia medesima in quel tratto in circa di un miglio si è trovata nella superficie dell'acqua una pendenza assai minore di un braccio. Se la steccaia fosse due sole braccia più bassa (e pure tra il muro della pescaia, e la steccaia, vi è argomento da ricavare, che vi sia un'altezza anche di 7 in 8 braccia, per le quali è ivi ora più alto il letto del fiume di quello la sua natura richieda), tutto il pelo dell'acqua, che in sì piccolo tratto avrebbe anche allora a un di presso la pendenza d'ora, sarebbe pure due braccia più basso, si avrebbero in Ozzeri una pendenza di presso 5 braccia, che aggiunte alle più di due, per le quali esso medesimo in casi così stravaganti si alza, supererebbero le 7 delle massime escrescenze, ne vi sarebbe mai il trapassamento in lago.

Vi fu un sensibile trappassamento di grande quantità d'acqua nella rotta per corrosione che nel 1750 seguì superiormente negli argini del Serchio, quella fu una delle disgrazie, che altrove ne' fiumi arginati sieguono frequentemente, e qui per la grande cura della Repubblica, giacche da quegli argini dipende la salute di questa fertile campagna, e della città medesima in tanti anni è seguita una volta, e appena seguita fu ripresa il più presto che fosse possibile, senza che si avesse ne richiamo ne intimazione alcuna. Solo nel 1728 ne era seguita un'altra, e allora fu subito riparata con una coronella, indi ripigliata, come fu osservato con approvazione da' Deputati del Granducato mandati

apposta, e dette luogo al nuovo trattato in riguardo agli argini della Serezza concluso nel 1729. In uno di que' documenti, che ci anno dati i Signori Toscani si pretende, che quella rotta fosse fatta fare apposta da' Lucchesi; in oltre che essi non lo provano, che con prove insussistenti, essendovi in questo unico testimonio *de visu* esaminato, deposte da lui medesimo nel contesto varie sue bugie, da esso stesso riconosciute per tali, le quali dice di avere dette in quella congiuntura; chi vorrà mai credere, che i tanti, tanto gravi danni del Lucchese medesimo, che erano una necessaria conseguenza di quella rotta, se li volessero i Lucchesi tirar addosso da se medesimi? La rarità di tali rotte, delle quali due sole si son vedute in tanti anni, prova bene la vigilanza della Repubblica in questo genere, e quelle medesime non sarebbero seguite, se non essendovi la steccaia, fosse per tante braccia più basso il pelo dell'acqua nel fiume arginato.

Ma se fin'ora la Steccaia cagiona sì gravi mali, nelle vicinanze del Serchio solamente, ad amendue gli Stati, e non passa a danneggiare il sistema generale del lago, e della Serezza; si vede chiaro, questo proverrebbe a cagionare de' gravi danni al medesimo generale sistema, se ne andasse rialzando inappresso. Con quanto poco rialzamento dalle massime escrescenze, si verrebbe ad avere il danno nelle mezzane, indi crescendo questo, anche nelle ordinarie; onde per questo pure, oltre i tanti altri gravissimi danni, che si sono enumerati di sopra, e allora crescerebbero a dismisura, il medesimo nuovo rialzamento sarebbe intollerabilmente dannoso, ed [è to]talmente illecito.

Quindi veramente mi maraviglio, che avendosi avanti agli occhi la steccaia unica vera cagione di questi danni, e del trappassamento medesimo dell'acqua in lago, quando vi sia, si sia toccato questo tasto, e di questo trappassamento supposto ora maggior di prima si sia fatto tanto fondamento, fino ad avanzarne il luogo istesso, che questa è una circostanza, la quale muta lo stato de' contrasti, la quale se fosse stata avvertita al tempo delle convenzioni, non si sarebbero esse fatte: allora si istò solo sull'impedire il trappassamento delle acque del Serchio in lago sopra gli argini, perché non si prevedeva quest'altro caso, indicando così indirettamente, che questa circostanza mutata invalidava quel contrasto.

A me non tocca l'entrare ad esaminare la validità de' contratti, ma mi tocca bene il confrontare i loro oggetti collo stato presente; onde mi fermo qui alquanto a dilucidare questo punto importantissimo. Nel contratto del 1655 all'articolo 16 si obbliga il Granduca a titolo oneroso delle tante spese della Repubblica a non far mai chiudere la bocca della Serezza con alcun argine, o palificata o cataratta, o alcun altro lavoro, che impedisca il libero scolo del lago per essa Serezza; e ciò per qualunque caso, anche *fortuito, insolito*, che si dicesse *sopravenuto*, e *inescogitato*. Nell'articolo 17 si mette l'unico caso, in cui egli rimanga disobbligato da quel contratto, che è, che l'acqua del Serchio per sopra gli argini o sormontati, o rotti vada in lago *con trascurato trappassamento*, e ciò in quantità *notabile*, in modo, che rechi danno *considerabile* agli Stati del Granducato, e ciò *ocularmente*, ed *evidentemente* si riconoscesse da' Deputati e Periti di amendue le parti; e se la Repubblica interpellata a rialzare a un determinato segno gli argini, o risarcirli nelle rotte, dopo l'avviso non lo facesse, in questo unico caso di tante circostanze conglobate si riserva la facoltà di non mantenere l'articolo 16.

Ora questo caso non si è certamente dato, e tutte quelle cose, che in quello scritto ci sono state proposte, non sono questo caso, e sono tutte comprese in quelle formole generali, anzi tutte sono cose ovvie, e naturali, e lo sarebbe anche questo trappassamento per Ozzeri, quando esso nascesse non dalla Steccaia, ma dalla medesima natura del Serchio, che si fosse ito rialzando. Dunque essendo esso compreso da quelle eccezioni, non si può mai dire, che se si fosse pensato a questo caso, non si sarebbe fatto quel contratto, il quale per altro nominatamente abbraccia anche i casi non preveduti. Quanto poi cresca la forza di questo discorso, quando si rifletta, che questo caso è introdotto da' sudditi medesimi del Granducato con un opera manufatta, contraria alla natura, e che impedisca al fiume il suo libero corso?

Per restringere poi l'argomento, si consideri che il fondo alla sboccatura dell'Ozzeri è ora inferiore di molto alla Steccaia, giacche il pelo dell'acqua ivi si è trovato meno di un braccio elevato sopra di essa, e vi erano nel sito stesso più braccia d'acqua in Ozzeri. Quindi se ora il fondo e il pelo è più alto di prima, deve essere più alta ora di prima la steccaia, giacche sarebbe stato e inutile, e impossibile allora un maggior fondo ivi. Dunque o non siegue ora alcun rigurgito maggior d'allora, o se questo siegue, siegue solo per colpa della indebitamente rialzata steccaia. Ma siegue pur troppo, e apporta un gravissimo danno presentemente la Steccaia stessa ad amendue gli stati giù vicino al Serchio, lo apporta per ora rarissimo, e insensibile al sistema generale del lago, e della Serezza, ma lo apporterebbe ivi pure ben grave, e qua giù affatto intollerabile, se mai si andasse rialzando contro ogni dovere di nuovo. Onde rimane evidente, che da questo fatto non si può pigliare argomento alcuno per isnervare la forza di que' contratti, e se a questo ha [al...so] qualche formola del dispaccio di S.M.I. de' 5 Febraio, come si suppose in quello scritto, col dire, *che le misure si son mutate*, ciò è provenuto dalle non giuste informazioni trasmesse a Vienna.

Così mi trovo di avere ben dichiarato tutto ciò, che appartiene a questa prima supposta cagione de' supposti danni del sistema generale del lago, e della Serezza, e passo alla seconda, che si sbriga assai più in breve.

Questa seconda è l'alterazione, e mobilità del perno, e il facile suo trasporto da un luogo all'altro. Si disse in quello scritto, che il primo anticamente, secondo le loro notizie, era anche d'Inverno abitualmente all'Olmo; che il P. Ximenes più volte e ne' passati mesi, e ora l'avea trovato all'Ozzoretto, cioè più giù un miglio, e un quarto. Che nella nostra carta data a loro si trovava al Rogetto, e nell'accesso commune di tutta la Deputazione si trovò al sasso del Mancino. In questa riunione fu nominata la facilità di mutarlo colla soppressione di qualche rio, e parve, che nel leggere si facesse della forza nella parola *soppressione*, e si aggiungesse, che in quella osservazione vi era una circostanza notevole, di cui si sarebbe parlato in altra occasione.

Da questa mutabilità, e variazione di perno, che ora si pretende più di prima lontano dal lago, si ricavò ivi, che si è mandata in esso lago più acqua di quella, che vi andava prima, cioè tutti que' scoli, e influenti, che vi sono fra il perno d'allora, e il perno d'ora.

La sera innanzi, che si cominciassero gli accessi, dopo di essere i Signori Deputati Toscani iti da se soli ad osservare il perno trovandolo all'Ozzeretto, della quale os-

servazione ci fecero tanto mistero, che neppure dicendo noi espressamente, che vedevamo che ci volevano condurre a vederlo ivi, ci vollero dire, che quello era uno degli oggetti destinati per quelli accessi, e vollero, che li seguissimo nel loro viaggio come alla cieca, indicandoci solo al fine l'itinerario, si espose a loro, che il perno era stato sempre variabile, e lo è adesso: si mostrò, che questa deve essere la sua natura, come è cosa evidente, in un sito di sì poca pendenza, dovendosi accostare ora al Lago, ed ora al Serchio, secondo che l'uno, o l'altro è più grosso, che sono più pieni gli influenti dall'una parte, o dall'altra, che vi sono più, o meno erbe, o interrimenti cagionati dalli Rii: si aggiunse, che in questi ultimi anni era stato pure dentro a' soliti limiti, e per lo più soleva essere verso il Rogetto: che attualmente era più giù verso l'Ozzoretto, dove essi l'aveano trovato, perché verso il Serchio vi erano grandi erbe, e molti dossi agli sbocchi di varj Rii torbidi. Che questi impedimenti dovevano in questa stagione essere già ritolti; ma che sen'era differita l'operazione, perché così aveva mostrato di desiderare il P. Ximenes interrogatone dal Sig. Sbarra prima, che si intraprendessero le livellazioni: che se era questo l'oggetto della ricerca, aspettassero, che le cose fossero rimesse nello stato suo naturale dopo qualche giorno: e persistendo essi a voler far subito gli accessi sul nostro senza dire ad ogni modo l'oggetto, si esibì di sospendere il taglio dell'erbe cominciato già alcuni giorni prima col consenso, e positiva approvazione del P. Ximenes, e mostrando, che essi avrebbero ciò gradito, si sospese.

Intanto piobbe umpoco, e dopo un giorno, e mezzo si fù lì. Si trovò, che il perno non vi era più. Se ne andò in cerca, e si trovò un grandissimo tratto più su, e vicinissimo al solito luogo, cioè si trovò alla pietra del Mancino. Quella mutazione accadde solo per quel poco di erba tagliata, e per quella pioggia sopravvenuta e non ad alcuna soppressione di Rio, se mai a questa si fosse alluso in quello scritto, o per quella qualunque altra circostanza, di cui ora ci si è fatto mistero. Nel tempo della nostra livellazione, se si ha da dar retta alla medesima, il perno si trovò verso il sito istesso tanto più su dell'Ozzoretto, benché la pendenza di là all'Ozzoretto si trovasse piccolissima. Ora mentre scrivo, essendosi levati i dossi, e tagliate grand'erbe, è tornato al sito della Carta verso il Rogetto.

Questa dunque è la sua natura, ne questa è una circostanza nuova da rilevare, da farne mistero, da portarla per cagione di una maggiore quantità d'acqua ita in Lago, e perciò di que' pretesi danni. Passeggia ora il perno abitualmente come prima, e per li medesimi siti. Solo qualche volta nelle escrescenze del Fiume si accosta ad esso, e nel caso delle massime escrescenze va nel medesimo Serchio, che rigurgita; ma ciò nasce dalla steccaia, che ha rialzato il letto del Serchio, come si è dimostrato di sopra, e però per colpa de' Toscani, e non della Repubblica.

La terza delle cagioni ivi addotte sono i nuovi fossi, che si dice, esservi sospetto, si sieno voltati in lago. Si confessa sinceramente non esservi documenti per provare questo fatto, ma che ve ne sono delle congetture, le quali poi si sono riddotte a due così deboli, che nulla più. La prima è la molteplicità degli influenti, che dalla parte della Repubblica vanno in lago, de' quali ne nominò 13, che disse essere i principali, e il poco loro numero in Serchio contandone soli 4 da Ponte a Moriano in giù, questa si prese

ivi per congettura dell'essersene voltati artificiosamente alcuni in Lago. Si aggiunse, si disse, che perciò era da credere, che di tale facilità si fosse servita una oculatissima Repubblica, sempre attenta a' suoi vantaggi.

Nel nominare gli influenti del Serchio, fu nominata in ultimo luogo la Fraga, di cui si disse, che il Viviani aveva sospettato, che una parte delle sue acque andasse in lago: che ora vi erano sospetti anche maggiori.

Per giustificare il sospetto preso dalla facile deviazione, si prese come per un esempio la deviazione seguita in questo secolo del Rio di Massa Macinaia, e del Rio di S. Lunardo, mandati in Rogio in un punto più basso, di quello, che andassero prima, della quale deviazione si fece un'aggravio particolare alla Repubblica, dicendosi, che que' due Rii andavano prima in lago con uno scolo meno libero, entrando in Rogio in un punto di esso più alto, e dopo l'espansione per una paduletta, che per tale diversione era rimasta asciutta.

Quanto sieno deboli queste congetture ognuno lo vede. I Rii, che ora vanno in lago, dove cominciano a pendere verso di esso, secondano tutti la costituzione naturale, e pendenza del terreno. Sono in minor numero gli influenti, che entrano in Serchio da questa parte per la stessa costituzione del terreno, e pel sito, che nella pianura occupa il Serchio. Pende il terreno verso Ozzeri, in cui vanno molti influenti della campagna dalla parte del Serchio, e molti altri, che se non vi fosse l'Ozzeri, entrerebbero addirittura in Serchio, e provengono da' monti confinanti con Pisa, vi vanno per mezzo dello stesso Ozzeri. A questi conviene aggiungere tutti quelli, che entrano in Serchio dalla sua sponda settentrionale, e messi tutti insieme sene vedrà il gran numero.

La facilità poi del trasporto ne vi è, ne può far presumere, che si sia fatto. Che non vi sia è manifesto; perché per quanto poca sia la pendenza del terreno, la diversione di un Rio, massime se si deve da un recipiente buttare in un altro lontano, porta sempre una spesa gravissima, dovendosi o scavare l'alveo nuovo, o arginare, giacche non si può mandare a discrezione, e dovendosi comprare il nuovo terreno.

Quando poi la facilità vi sia, non può mai fondare una presunzione di trasporto seguito, massime in una Repubblica, nella quale quelli, che governano il pubblico, sono quelli medesimi, che anno da invigilare anche a' loro domestici interessi. Quanto grave motivo di pubblico bene vi deve essere, perché i privati, che possiedono beni immuni da que' pericoli, che porta seco un Rio vicino, selo lascino mandare su que' medesimi beni! Dove è poi questo motivo? Preme nulla meno alla Repubblica, che alla Toscana, che il lago non cresca, ne si danneggi; giacche i suoi Cittadini sulla gronda del lago possiedono tanti beni, e a lei tocca per  $\frac{3}{4}$  di spesa il mantenere una gran parte degli argini della Serezza.

L'esempio del Rio di Massa, e del Rio di S. Lunardo divertiti, sono un troppo gagliardo argomento contro questa presunzione medesima. Benche quella diversione si facesse da un punto di un canale medesimo corto, come è il Rogio, in un altro; ad ogni modo quante consulte sene fecero prima? La stessa cosa non si eseguì se non secondo l'indirizzo di un Ingegnere forestiere assai rinomato, essendo stata la Repubblica sempre solita in ogni caso umpoco straordinario il mandar a chiamare de' più celebri

Professori d'Italia, e si eseguì con molta spesa. Quindi n'è rimasta così viva, ed impressa la memoria, che non vi è quasi alcuno nel paese, che non lo sappia, e durerà la medesima per lungo tempo. Così sarebbe rimasta viva la memoria di altre simili diversioni, se vene fossero state.

Ma che serve cercare le congetture, ove si hanno delle evidenze? È cosa sicura, e la Repubblica ne ha degli autentici documenti dalle sue Carte, sulle quali anche sono regolati i dazj, che gli influenti, che ora entrano in lago, vi sono entrati sempre *ab immemorabili*; così pure a' sospetti circa la Fraga i nostri medesimi Signori Deputati, che anno de' beni nella sua vicinanza, assicurano, che di essa nonne va una goccia in Lago.

Quindi tutta questa terza cagione fondata su meri sospetti, destituita affatto di prove, contraddetta dalla certa, e commune notizia, e da' documenti sicuri rimane così snervata, che non vi si può contare sopra neppure un puntino. Ma niente più si può fare fondamento sulla diversione, che fù fatta del Rio di Massa Macinaia fin dal 17, e la quale ha tirato dietro quella del Rio di S. Lunardo, che era attraversato dal primo.

Questi rii sono sempre iti in Lago pel Rogio, e non vi sono stati mandati di nuovo con quella diversione. Il mandarveli per una strada, o per un'altra sul suo stato dipende certamente dal suo arbitrio. Qui, per dove allora andavano, le facevano del grave danno a varj terreni: dopo varj rimedj provisionali, vi si rimediò con uno più reale, facendo un pezzo del suo letto ben'arginato, e facendovi sopra anche un ponte dispendioso di pietra, e mattoni. Il tutto fù eseguito colla scorta di un celebre Ingegnere senza contrasto alcuno nel tempo della esecuzione, che durò tanto, e fù si patente, ne alcuno pensò, che facesse alcun male al lago. Ora dopo tante spese fatte, e tanti anni, dopo una così lunga, e diligente ricerca fatta per tutto il Lucchese, non trovando dove altro attaccarsi, si viene a muovere una tale pedina, e si pretende quella diversione ingiusta, e pernicioso al lago. La cosa parla daperse stessa.

La ragione della sua espansione per la paduletta, e dell'andare in un punto più basso non prova nulla. La paduletta era piccolissima, e vicinissima, anzi contigua al Rogio; onde quella parte, che anche allora indoverosamente vi trabboccava, entrava poi subito in Rogio per varj fossi, e sene andava al lago. Essa paduletta vi è pur troppo anche adesso, e non è asciugata, e quando riesca di andarla bonificando con questo Rio medesimo, non si mancherà certamente di farlo per via di callicelle. Ora il medesimo Rio entra pure in Rogio dopo un'espansione più inferiore per luoghi palustri, e la sua acqua non entra in lago, che chiarificata, come vi entrava prima. Se poi va in un punto più basso, vi va anche per una via più lunga, e se si misura tutta la strada, che ora fa l'acqua per andarvi si troverà, che non è punto sensibilmente più breve di prima.

Viene ora la quarta delle cagioni proposte, che si prese in quello scritto, dalle bonificazioni, le quali si fanno da' Lucchesi nelle adiacenze del lago. Si fece una enumerazione di Rii, che colmano, tra li quali si nominarono principalmente le due Visone, delle quali si disse, che si potrebbe a un di presso calcolare quanto colmano, e in quanto tempo. Per provare, che queste bonificazioni si facciano per via di colmate, e si facciano più di prima, si portò la coltivazione de' monti, e colline cresciuta su quel della Repubblica, la quale fa, che sempre cadano giù delle materie portate seco dalle

acque, senza che bastino a fermarvele tutti que' ripari, che vi si fanno, e le industrie, che vi si usano per trattenerle.

In questa materia conviene premettere in primo luogo, che in tutti i contratti che si sono fatti, e nominatamente nel 1560, 1655, 1665 per ambe le Serezze, espressamente si dice, che l'oggetto di tante spese è la bonificazione de' paduli adiacenti al lago, onde questa non deve impedirsi, che si faccia, se si fa con modi naturali, e proprj, come tra gli altri sono quelli delle torbide arrestate sul margine per via di fosse. In secondo luogo, che questa, quando anche fosse una cosa insolita, e inescogitata, non sarebbe quell'unico complesso di tante cose escluso nel contratto del 1655. A me, torno a ripetere, non tocca l'esaminare la validità de' contratti, la quale sono pronti a sostenere, e stimano evidente, e innegabile i nostri Deputati; ma mi tocca il confrontare gli oggetti risguardati in essi collo stato presente delle cose, per vedere se si trovano sul fatto le cose in essi prescritte, o escluse.

Passando poi più innanzi, o dispiace la sostanza, del venir giù le materie da' monti, e colli, o la maniera artificiosa, con cui si fermano regolarmente ne' siti delle colmate. La prima parte non può dispiacere in quello, che naturalmente, e necessariamente accade dappertutto, collo scendere le materie dall'alto in basso, se non in quanto le coltivazioni ora maggiori di prima aiutano una tale discesa. In ordine poi alle coltivazioni, o dispiace la loro sostanza, o il modo particolare, con cui esse si fanno nello Stato di Lucca.

La sostanza delle coltivazioni delle colline non può condannarsi. Essa in oggi non nel solo stato di Lucca, ma generalmente in tutta l'Italia, ovunque vi sono degli abitatori abbastanza, è cresciuta dappertutto. Costringe a valersi di questo ripiego la generale necessità di sussistere colla coltivazione dopo, che il commercio, di cui, quando si faceva per Levante, era padrona l'Italia, scoperte l'Indie, è ito in Olanda, e in Inghilterra, e la particolare necessità di esercitare la coltivazione medesima nelle colline, e ne' monti, dopo che tanti piani bellissimi, e fertilissimi sono rimasti infelicissimamente infestati dalle acque, e si sono resi insalubri. Nel Lucchese poi, e nel Fiorentino la coltivazione si è resa necessaria più di prima dopo, che le tante manifatture di seta, di cui una volta avevano in certo modo la privativa, si sono rese tanto comuni altrove ancora. Nel Lucchese finalmente più, che in alcun altro luogo è necessaria, per l'angustia del paese congiunta colla tanta moltitudine d'abitatori, della quale moltitudine è cagione la felicità de' loro popoli, che ritiene una grandissima parte di Abitatori, e la fecondità, che fa vedere numerosissime le famiglie, dalle quali, non ostante la felicità del patrio soggiorno, pure una quantità di Lucchesi così considerabile si vede sparsa per tutte le città d'Italia, e per l'Europa tutta.

Non essendo possibile, ne doveroso il togliere a una così densa turba di abitatori, quella per altro così tenue benché per essi sufficiente sussistenza, che ricavano dalla coltivazione delle loro terre, e però non potendo cadere il lamento sulla sostanza delle coltivazioni delle colline e monti, viene in considerazione il modo, con cui questa coltivazione si fa nel Lucchese. Ma questo è tale, che qui più, che in alcun altro paese al mondo si usa ogni diligenza possibile per arrestare su medesimi monti, e colli le materie, e impedirne la discesa. Basta vedere la moltitudine delle parate, de' bottacci,

de' regolatori, e di altre simili industrie, delle quali è pieno il paese, e delle quali si sono pure vedute varie ne' comuni accessi. Ma ciò molto più risalta negli occhi al riguardare quelle tante ordinatissime serie di poggetti, che riducono i monti, e i colli a tante verdeggianti scalinate, tralle quali la terra collocata in tanti piani orizzontali, si rende sicura dalla rapidità degli scoli.

Si vede qui dunque, che nel Lucchese, meno, che in alcun'altra parte può dispiacere la sostanza della discesa delle materie da' colli, e da' monti. Ma neppure può dispiacere la maniera artificiosa, con cui queste si fermano nelle colmate. Si conducono con arte dove si può, da chi può spendere i Rii torbidi ne' siti palustri vicini a' già rialzati, e bonificati, e vi si cavano le fosse, nelle quali cessata la velocità, si depongano le materie portate. Queste dalle fosse medesime si buttano su tra fossa, e fossa, accio nelle piene, che vengono appresso si facciano delle nuove deposizioni, che di nuovo si buttino su, finche a poco, a poco, rimanga tutto rialzato, e bonificato il terreno.

Ora questo metodo, e questo artificio non solo non nuoce al lago, ma gli fa un grandissimo giovamento. Quelle materie portate al basso, se non fossero così artificiosamente tratenute, trascorrerebbero oltre irregolarmente avanzandosi verso il lago, e si depositerebbero sul suo fondo, o sul fondo de' paduli i più avanzati. Ogni particella allora occuperebbe stabilmente il sito dovuto all'acqua, dove le particelle medesime buttate sul terreno già rialzato, ogni volta, che rimangono in aria, ritolgono all'aria, e non all'acqua il fondo.

Si aggiunga, che andando innanzi le materie irregolarmente sul fondo del lago, e de' paduli avanzati, si deteriorano le pesche più di quello si deteriorerebbero, se le medesime fossero fermate al margine già rialzato; e se a poco a poco colle torbide troppo avanzate si andasse alzando tutto il fondo del lago, col rimanere l'ampiezza della superficie la stessa, si renderebbero più infelici gli scoli in esso de' suoi influenti, e lo scolo di esso per la Serezza in Arno, che nel caso, in cui piuttosto si restringa la superficie, e conservi l'altezza, dipendendo la quantità dell'acqua, che entra, ed esce, non solo dall'eccesso dell'altezza, che determina la preponderanza, ma anche da tutta la luce della sezione, per cui l'acqua premuta camina.

Così si prova ad evidenza, che il metodo artificioso tenuto generalmente dalla Repubblica non solo non nuoce al sistema generale del lago e della Serezza, ma giova. Vi sono alcuni pochi luoghi verso Porcari, ne' quali si fa qualche per altro assai ristretta, perché molto dispendiosa bonificazione, arginando il terreno da ogni parte, e per via di machine buttandone fuori l'acqua. Questo metodo in que' siti è stato necessario per essere stati bonificati, e rialzati prima i terreni più avanzati, rimanendo indietro i più bassi. Ma oltreche i medesimi terreni si vanno a poco, a poco rialzando colle torbide rubbate al lago, che ne rimane più netto, i loro arginetti sono bassi, e tali che nelle grandi escrescenze del lago, nelle quali esso può far qualche danno, se gli venga impedita più del dovere l'espansione, sono sempre sormontati, e anche in quella per così dire buca rinchiusa fra gli argini, ne ricevono l'acqua. Per altro anche senza di questo la loro estensione è così piccola, che se quel vano vi rimanesse anche allora, verrebbe la superficie del lago per conto di essi rialzata meno di una semplice costa di coltello.



Così rimangono appieno giustificate le bonificazioni Lucchesi, in favore delle quali conviene aggiungere, che quella Visona dell'Abbadia, la quale fa delle bonificazioni in qualche sito, ma insieme colle grosse pietre, che porta, devasta tanti terreni più alti, porta almeno per la metà, come i rispettivi Periti anno riconosciuto di concerto, l'acqua, e le materie dal Granducato: conviene inoltre aggiungere, che le bonificazioni fatte per via di colmate, devono sempre andar scemando; perché quanto più si protrae la linea, per cui la torbida deve andare innanzi, tanto meno pregna di materie pesanti vi giunge, e però tanto meno rialza. Il conto poi della quantità, e tempo delle colmate, che possa far la Visona, che si disse, potersi fare a un dipresso, io son sicuro, che non può farsi senza ipotesi affatto arbitrarie, e incertissime, le quali espongono il calcolatore ad un evidente pericolo di gravissimi sbagli.

Rimane ora il fare un confronto con quello, che succede nella gronda del Lago appartenente al Granducato. In essa non è vero, che non vi sieno degli influenti, che portano torbida, e rialzino. Le colmate vi sono in molti luoghi, e queste in alcuni le anno pur confessate ne' comuni accessi, come al Tiglio a Tanali, e a man diritta degli argini della Serezza su quel di Buti, e di Vico, le quali bonificazioni anno, che far col lago, quanto tutte le altre; giacche l'acqua piovana, e de rii, che prima si diffondeva per li siti occupati ora dalle medesime deposizioni, entra in Serezza più presto, e ne tiene indietro di quella del lago altrettanto, che sarebbe intanto scolata. Vene sono delle altre assai e in assai siti, che essi non anno concesse, ma delle quali noi abbiamo l'ultima evidenza, come sarebbe nominatamente alla valle de' pantani, e in tutte le valli, e vallini appartenenti al laghetto, che è una diramazione del lago, dove in oggi vi sono de' grandi prati, e semente in que' siti, ne' quali sappiamo di certo con ottimi documenti, che vi erano prima paduli, e perché, e di questo si è accennata alcuna cosa nel primo articolo, dove si è parlato de' danni.

Ne è vero, che quella gronda manchi di rii capaci di rialzare il terreno. Ven'è una quantità prodigiosa di varie grossezze, i quali, quantunque nonne formino alcuni pochi più grossi come nel Lucchese, pure messi insieme equivalgono a quelli, e tutti portano, e rialzano, anche quelli, che vengono dalle colline imboschite, dalle quali sempre scendono, e le foglie, che poi si infradiciano, e della terra; ma molto più que', che raccolgono le loro acque da vasti campi, o colline coltivate, e sono non pochi di numero, ne poco pregni di materie, giacche uno di essi, che è il Galleno è stato capace, come abbiamo veduto negli accessi, di rendere torbido per un tratto così considerabile tutto il laghetto, anche 6 giorni dopo, che era cessata la pioggia. Questi tutti fanno delle deposizioni attorno alla gronda del lago, la quale, se si consideri il contorno di tutte le valli, e vallini, è considerabilmente maggiore nel Granducato, che in quel della Repubblica, e molte cose più piccole, unite con alcune altre maggiori, come qui succede, formano una gran somma. Io non entro nel paragone, essendo securissimo, che non è possibile il determinare neppure prossimamente, per mancanza di troppi dati, le quantità assolute delle bonificazioni, e i tempi, mentre a mio giudizio tutte le valli piane tra monti, e colli, sono bonificazioni, e colmate fatte in una lunga serie di secoli; ma son sicuro, che nella gronda Granducale vene sono molte in molti luoghi anche fresche, e che fanno una somma considerabile.

Ad ogni modo io son parimente sicuro, che si potrebbe da quella parte far molto di più in questo genere, e con molto minore danno del lago, appunto col raccogliere, e fermare artificiosamente la torbida, senza lasciarla trascorrere così irregolarmente nel lago. Hanno cominciato anche i Toscani da qualche tempo a bonificare con metodo, e così al Tiglio un Contadino, che lavora sul Granducato, vi ha cominciate a fare delle belle regolari bonificazioni, che ne' comuni accessi si riconobbero, e nella Fattoria delle Pianore noi vedemmo, e mostrammo a Signori Deputati Toscani le bellissime, e ampie bonificazioni fatte dal Chiochini, dove si vide la torbida nelle fosse. Ma in moltissimi altri siti vi è una trascuraggine somma, e le torbide si avanzano senza ritegno, facendovi la rottura da se, a dispetto dell'incuria altrui, quel poco, che si vede, senza, che per altro da questa incuria il lago guadagni punto, ma perda piuttosto, come si è dimostrato di sopra.

Per restringere il discorso, la discesa delle materie portate giù dalle acque è necessaria, e siegue per tutta la gronda del lago: questa fa de' rialzamenti dappertutto, de' quali a mio giudizio non è possibile l'istituire ben fondato paragone, e questo perciò appunto, perché nel Lucchese si fanno artificiosa regolare distribuzione, sono meno nocive al lago, di quello sarebbero se si lasciassero in balia del caso, e della semplice irregolarità naturale. Per altro sono esse il fine preteso nelle tante tanto gravi spese fatte dalla Repubblica, la libertà, e sicurezza delle quali essa ha pagato a sì caro costo, quando si è assunta tanti pesi a' quali non era tenuta, come sarebbe l'arginare tutta la Serezza per difesa delle terre Granducali (giacche ogni stato deve ricevere le acque, che naturalmente gli vengano dalle parti superiori, e difendersi dalle loro espansioni a sue spese), ottenendo insieme, che quell'ultimo solo caso conglobatissimo, a cui queste bonificazioni certamente non appartengono, dia la permissione di recedere da' contratti.

Si ricavò nello scritto fertoci, che da queste bonificazioni si faceva un gravissimo danno al Granducato, costringendo il lago ad andare verso il medesimo. Già si è veduto nel primo articolo, che questo caso non siegue, e che il lago non occupa punto i terreni del Granducato, i quali o non sono in istato di peggiorare, dove anno connessione col lago, o vanno migliorando continuamente, anzi si è dimostrato col fare che il lago non alza la sua superficie; ora convien mostrare come ciò accada.

In primo luogo la stabile altezza del lago dipende unicamente dall'altezza dell'Arno, e dalla quantità dell'acqua, che in esso entra dalle sue polle, e dagli influenti. Imperocché se in esso e nella Serezza non entrasse alcun'acqua nuova, dovrebbe il medesimo presto equilibrarsi coll'Arno per mezzo della Serezza ad una uguale altezza. Cominci ora ad entrare in esso acqua nuova, viene subito, che si alzi la sua superficie più di quello era prima. Si toglie con ciò l'equilibrio, e l'acqua premuta comincia a correre verso l'Arno, e sul principio, che la differenza delle altezze è piccolissima, la velocità del corso pur piccolissima fa, che vada via piccolissima quantità d'acqua, la quale cresce, ma va crescendo la disuguaglianza delle altezze, e con essa la velocità dello scolo.

Finche la quantità, che esce è minore, che la quantità che entra (, defalcata solo quella, che svapora, o viene bevuta da' terreni marginali) l'altezza del lago deve sempre crescere, e ciò finche, crescendo la velocità dello scolo insieme, non venga alla

uguaglianza, vicino alla quale con una serie assai convergente si arriva presto, se la quantità dell'acqua, che entra, non è troppo eccessiva. In quello stato di uguaglianza solamente, si ha la permanenza; ma questo non dipende, come rimane manifesto, da altro, che dall'altezza dell'Arno, e dalla quantità delle acque, che vi entrano. La sola evaporazione par, che potrebbe turbare questa cosa, ed essere maggiore, quando l'espansione è maggiore, ma oltreche questo la differenza di questa è piccolissima, massime fuori de' tempi d'Estate, fuori de' quali il lago può far più danno, vi ponno essere de' compensi, succhiando più acqua un terreno posticcio, e pianeggiante, sostituito al precedente padule, e diminuendo col succhiarne una gran quantità dalli rii, e fossi, che portano dell'acqua nuova, e coll'affogare in varj siti delle fosse, e sorgive, che in quelli prima vi fossero.

L'altezza abituale, e permanente del lago dovrà essere per questa ragione tanto semplicemente maggiore di quella dell'Arno, quanto è necessario per dare una velocità di scolo corrispondente alla quantità dell'acqua, che si acquista di nuovo, e alla continuazione del moto pel canale contro alle resistenze, che vi si incontrano. Quindi a questa le bonificazioni, e colmate non nucono punto, e non essendosi introdotte nel lago acque nuove da più secoli in qua, la sua superficie non cresce, e l'isola si trova sempre dopo le consuete vicende allo stesso segno di prima.

Questo eccesso di altezza si vede bene, che deve essere tanto maggiore, quanto cresce la quantità dell'acqua nuova, benché non nella proporzione medesima. Perciò, quando i nostri Periti la prima volta ad acque morte paragonarono il pelo del lago uguagliato per la Serezza col pelo dell'Arno, trovarono meno di un braccio di differenza, non essendo allora precedute considerabili piogge, che avessero fatti crescere i pochissimi perenni influenti del lago, e di questa altezza appena due, o tre once saranno state richieste dalla pressione necessaria alla velocità, dovendosi le altre alla continuazione del movimento per un canale tortuoso, e pieno di grossi impedimenti, come lo è ora la Serezza. Crescendo poi nell'Inverno l'acqua nuova col crescere degli influenti, cresce l'eccesso d'altezza necessario; crescendo in oltre l'Arno, cresce l'altezza assoluta altrettanto, e cresce pure assai, se l'Arno si alzi in modo da poter rigurgitare, benché un tale rigurgito venga impedito dalle cataratte, le quali per altro impedendo lo scolo, fanno alzare la superficie del lago medesimo.

Nel tempo delle escrescenze straordinarie, le colmate coll'impedire le espansioni in quel sito, che ora è occupato dalla terra, farebbero seguire inalzamenti maggiori, e più celeri; ma in questo pure nulla nucono le bonificazioni anche regolari, quando, come succede a tutte le bonificazioni Lucchesi nelle considerabili escrescenze, i terreni bonificati vengano ricoperti dall'acque; e può ben succedere, che quando anche non venissero ricoperti, l'acqua succhiata dal terreno, e qualche polla affogata facessero in modo, che l'escrescenza non fosse almeno sensibilmente maggiore di quello sarebbe stata senza una tale bonificazione; la quale cosa molto più facilmente accaderà, quando i siti bonificati non sieno considerabilmente grandi rispetto a tutta la superficie del lago, come certamente sono tutti i terreni, che non si cuoprono anche nelle piccole escrescenze. Se essi sono uguali a un come pilastro, la cui superficie sia

la parte centesima della superficie del lago, e paduli, e l'altezza di 3 braccia, appena costringeranno il lago ad alzarsi per la terza parte di un oncia, giacche 3 braccia contengono once 36, numero, che essendo incirca la terza parte di cento, mostra, che un corpo d'acqua uguale a quella mole, e diffusa per tutto il lago, e paduli, appena sarebbe alta quella terza parte di oncia.

Ecco come qualunque bonificazione regolare non fa alcun danno alle ordinarie costanti altezze del lago, e neppure l'irregolare introduzione delle materie, se non si avvanza tanto, che alzi il fondo del lago in vicinanza della imboccatura della Serezza; e come le medesime, quando son piccole, possano non recar pregiudizio nelle piene, ancorche nonne sieno sormontate, e se sono sormontate, debbano non recarlo, benche sieno sieno in quantità assai maggiore; d'onde ne viene, che non avendo neppure l'Arno da gran tempo alzato sensibilmente il suo letto, come si mostrerà or'ora, le cose ora prese a decennio per decennio si trovano sensibilmente in tutto e per tutto simili in questo sistema generale intero senza variazione alcuna.

Anche però indipendentemente da questa teoria; da tante cose, che si sono dette, si raccoglie evidentemente, che non vi è nelle bonificazioni della Repubblica una cagione di danni, che richieda rimedio, e molto meno un'occasione di dolersi in alcun conto della Repubblica istessa a motivo delle medesime.

Si ricava in oltre dal già detto, che neppure nella Serezza si alza ora l'acqua più di prima; onde i terreni adiacenti ne possano patire alcun nuovo danno, o pericolo in alcun genere; e che i terreni a destra della Serezza non patiscano, e che gli argini del Bientinese non sieno messi in pericolo alcuno, si è anche da' fatti ben provato nell'articolo primo. Rimane ora il dire qualche cosa di ciò, che a questo stesso proposito ci fu letto in quello scritto: cioè che l'altezza della Serezza rende inutili gli scoli del Granducato, che gli scoli in Arno sono cattivi, e piccoli, e perciò van peggiorando i Terreni: Che la Tura fu perciò giovevolissima avendo scolato, quasi tutti i terreni in 24 ore per la Cerichiaia: che gli scoli del Bientinese, quel di Vico, di Prato Grande, e del Cilecchio andavano in Serezza, e nel 1624 chiudendo le cataratte di Vico si dava lo scolo: che abbandonate dette cataratte nel 1655, si levarono questi scoli dalla Serezza, e si sono riddotti que' paesi, quasi all'ultimo estermio.

Prima di svolgere tutta questa matassa di robba stabilirò, che essendosi dimostrato non esser vero un alzamento di acqua in Serezza ora maggior di prima, tutte queste cose non anno più alcuna menoma forza, e i mali altrove non vi sono, e nel Bientinese se vi sono devono ricavarsi da altre cagioni.

Indi venendo in particolare, quando in quello scritto si disse, che l'altezza della Serezza rende inutili gli scoli del Granducato, o si disse di quelli di Buti, e Vico, che mettono in Serezza, o di quelli del Bientinese, che mettono, o, come or'ora mostrerò, devono mettere tutti in Arno. Se [... la] de'primi; anzi io pretendo, che senza l'acqua del lago, che venga giù per la Serezza sarebbero inutili, o almeno in felicissimi. Imperocche questi scoli sono torbidi assai, e anche adesso lasciando allo sbocco in Serezza delle deposizioni considerabilissime. Ora è cosa notoria, che i rii torbidi in siti di poca pendenza non possono andar'innanzi, e fanno danni, se non sono convogliati da una

sufficiente quantità d'acqua chiara. Sa la povera Provincia di Bologna quello, che io dico, per sua propria fatale esperienza.

Quindi ecco un gravissimo danno, che fece la Tura a que' scoli, e alla Serezza. Si sono ben veduti ne' nostri comuni accessi, e riconosciuti anche da' Signori Deputati Toscani i gran dossi, e le gravi deposizioni, fatti da que' rii al loro sbocco. Questi dovettero per necessità esser gravissimi, e chusa la comunicazione col lago per tanto tempo, o le cataratte stessero aperte, o chiuse, in amendue questi casi, ma molto più nel secondo, que' rii sì torbidi dovettero per necessità far que' grandi ridossi, e molto maggiori gli avrebbero fatti, se prima la cala grande, indi la demolizione della Tura non avessero rimossi in qualche parte detti ridossi, oltre all'averne impediti gli avanzamenti.

E qui non posso far a meno di non esprimere la mia grave meraviglia, che ho provata, nell'udire già in un congresso, anzi in una Memoria de' Signori Deputati Toscani, che la Tura fu tanto giovevole al Granducato, ed ora in questo scritto rilevare il vantaggio riportato dalla medesima, come se per opera sua quasi tutti i terreni scolassero in sole 24 ore per la Cerchiaia. Come mai è possibile, che si dica assolutamente utile, e vantaggiosa, come si disse in quella Memoria, un'opera, di cui è cosa troppo notoria, che fece oltre al riferito danno, moltissimi altri, e gravissimi in tante parti?

Lascio le cose più minute, benché per altro non tanto minute, come la navigazione interrotta, la pesca, che si sarebbe rovinata, se non si rimuoveva la Tura, ma pure si screditò tanto anche con tutta la rimozione di essa, mentre per mezzo della stessa si sarebbe nel primo caso impedita per sempre, e nel secondo si dubitò, che fosse impedita quest'anno la rimontata delle anguille: Vedano quanto è stato inferiore in quest'anno l'appalto della pesca: lo sanno pure.

Ma lasciate da parte queste, ed altre simili minori cose, si consideri il gravissimo pericolo, in cui mise tutto l'argin grosso, e il Bientinese. Si alzò l'acqua del lago in pochissimo tempo per più di 3 braccia e mezzo, e vi si mantenne per tanto tempo, anche in un'annata così straordinariamente divenuta dopo asciutta. E come poteva ciò non seguire, se fu impedito tutto d'un tratto tutto lo scolo a tanti influenti ingrossati per le antecedenti piogge, e per quelle di tutto il precedente autunno, giacché la Tura fu eseguita in Novembre? Quanta fortuna fu, che cessasse allora di piovere, che non proseguisse quel vento di Tramontana, che avea cominciato, onde sormontato, o rotto l'argin grosso, tutto il lago così cresciuto non si rovesciasse addosso al Bientinese, e a Bientina stessa, portandovi l'ultima rovina ad estermio? Con quanta fretta, e con quanta spesa si corse a fortificare l'argin grosso, che avea prima sì bene resistito sempre a tutte le ma[...], indi a sbassare per una lunghezza così considerabile l'argine di Margut dall'altra parte, dove fu fatta la gran Cala, mandando, per salvare da quel veramente imminente pericolo il Bientinese, una parte delle acque di la versate in Serezza, e lasciando al residuo la libertà di espandersi per la pianura inferiore coltivata in un gran tratto?

Queste precauzioni giovarono per salvare il Bientinese da quel nuovo imminente gravissimo pericolo introdotto dalla Tura, ma non giovarono a salvare tanti altri Terreni del Granducato, oltre i tanti della Repubblica da una inondazione tanto alta, e distesa,

e tanto più disgustosa, quanto quest'anno in questi paesi è corta una stagione la più asciutta di quante sene ricordino mai, e le buone semente eran già fatte. Rimane l'acqua per quasi tre braccia più alta di quello, che doveva, giacche appena rimossa finalmente alle istanze de' popoli lagrimosi la Tura, calò per quasi tre braccia in pochi giorni. Tanti paesi, che essi coltivano nelle lor valli, e vallini, e in tutti gli altri siti bonificati, o pianeggianti di quà dal lago, andarono sotto, e vi stettero per tanto tempo perdendosi le semente. Possibile, che facciano tanta forza su d'un certamente anche per essi, ne grande, ne frequente trappassamento del Serchio rigurgitante d'una piccola variazione del Perno, d'uno sbocco alquanto inferiore di due rii, d'una serie di bonificazioni, cagioni, che tutte insieme non ponno alzar il lago un mezzo braccio anche nel più alto conto fatto sulle stesse lor querele, e non faccio ad essi specie un alzamento innaturale di tante braccia, che durò tanto, coprì tanti paesi, e mise in tanto pericolo l'argin grosso, se non mise quelli della Serezza!

Io so bene, che dalla parte della Repubblica i danni furono gravissimi, e rimasero ricoperte molte migliaia di coltre, delle quali io feci fare una esatta delineazione, che ho presentata a' Signori Deputati Toscani nella Carta. Quanto sia stato grave quel danno, quante semente abbia fatto perdere, lo mostreranno i Signori Deputati, che ne esibiranno i conti. Io solo dalla suddetta delineazione ricaverò il molto più grave pericolo, in cui realmente si trovò tutta questa campagna, e la medesima Città di Lucca. Si vede ivi, che con quel braccio, per cui si abbassò dopo la cala, si scoprirono varie migliaia di coltre, restandone sott'acqua un numero inferiore a più doppj. Questa è appunto la costituzione della campagna, che in vicinanza del lago, e del Serchio ha qualche pendenza, indi verso i siti del perno pianeggia. Se seguitavano le piogge, e venendo l'Inverno, si alzava il Serchio con piene inusitate, se il lago alzava un solo braccio di più, andava sotto quasi tutta questa fertile campagna, e pericolava la città stessa.

Ma si disse, per beneficio della Tura scolarono quasi tutti i terreni del Bientinese in 24 ore. In primo luogo sia così. Lascio, che i nostri Deputati esaminino, se questo vantaggio disobblighi, da un contratto, in cui si era nominatamente ceduto ad ogni privilegio, favore, vantaggio, e dal risarcimento de' danni. Io dimando, se questo beneficio compensa gli interrimenti nella Serezza, e lo scolo, che da amendue le parti si sarebbe reso infelicissimo per le torbide del Rio di Vico, e di Buti, il grave pericolo del Bientinese per via dell'argin grosso, le gravi spese per rialzare l'argin grosso medesimo dalla parte del Bientinese, e per sbassare quel di Margut colla cala, i danni recati dalla cala al pian di Buti, i danni di tante semente perdute nel Granducato, e nelle medesime Imperiali Fattorie. Dopo queste considerazioni potrà la Tura chiamarsi utile al Granducato, anche posto quel preteso così pronto scolo?

Indi venendo a questo scolo, io veramente non capisco, come per quel piccolo catarattino della Cerchiaia, che sta giù in fondo, sotto il sito della Serezza vecchia, potesse scolare così presto quasi tutto il Bientinese, quando mi par di vedere dalla lor carta medesima, che la massima parte di que' terreni non ha comunicazione aperta con quel catarattino. Ma lasciato questo da parte, io considero che detto catarattino è molto poco lontano rispetto a tutta la Serezza dallo sbocco di essa. Quindi a Tura, e cataratte

aperte, ivi l'acqua ha pochissima pendenza fino alle medesime cataratte, mentre tutta la Serezza si trovò ultimamente, che ne ha solamente alcune onces. Dunque a Tura aperta doveva ivi la Serezza avere sensibilmente la stessa altezza, che a Tura chiusa, perché doveva avere quasi quella, che ha l'Arno, anzi anche una un poco maggiore, mentre anche a Tura chiusa, dovendo le acque del Rio di Vico, e di Buti, e degli altri scoli della man dritta andar' in giù, vi dovette pure rimanere qualche pendenza in Arno. Dunque se tanto felicemente scolarono que' paesi a Tura chiusa per la Serezza, ciò accadde per un fortuito accidente dell'Arno basso, ma sarebbe affatto, o quasi affatto ugualmente accaduto a Tura aperta, ne quello fu beneficio della medesima Tura.

Aggiungo, che la Serezza di lì alle cataratte in Arno è più tortuosa, e lunga, che la strada immediata per la continuazione dello scolo di Vico, e Prato Grande. Dunque se l'Arno permetteva lo scolo per la Serezza, molto più lo permetteva addirittura.

Ma, si disse, gli scoli in Arno sono piccoli, e infelici. Per la piccolezza, certamente è assai più piccolo quel catarrattino, e il suo canaletto, e per la infelicità mostrerò bene poco più giù, d'onde ciò provenga; ma intanto questi scoli si sono impiccoliti da un Secolo in qua, o no. Se no, questo dunque è un mal nuovo: se sì, dunque anno negligentato il conservarli, e li rimettono. L'infelicità poi, tolta la trascuraggine nel ben mantenerli, non può provenire, che dall'Arno solo. Giacche i loro scoli mettono in Arno, così vicino allo sbocco della Serezza, lo scolo per la Serezza si sarà infelicitato ugualmente, che l'immediato: che se dicessero, che la Serezza coll'acqua abituale, e corrente più facilmente in ogni stretto viottolo, che se le apra, si fa strada in Arno, e smuove, e porta via il postime, che esso vi mette nelle piene, quando le cataratte son chiuse; si risponde in primo luogo, che se essi vogliono il beneficio medesimo, possono pigliare su in cima dal lago quanta acqua perenne vogliono, e per quel tempo, che vogliono pel Cilecchio bene escavato: ponno far lo stesso dalla Serezza su nella intestatura della nuova colla vecchia, dove è riservato a loro nel trattato del 1658 il diritto di un catarrattino, colla libertà di pigliare dalla Serezza nuova quella quantità d'acqua, che lor bisogni, ma coll'obbligo di non rimetterla più nella Serezza nuova. Ma più facilmente possono obbligare il loro Catarattaio a pulire avanti alla cataratta il sito del postime, e il farvi una strada larga, quanto tutta la stessa cataratta per quelle pochissime pertiche fino all'acqua dell'Arno: ciò con una, o due opere si fa in pochissimo tempo. Per risparmiare questa spesa, vogliono capovoltare il sistema oramai centenario?

Mi rimano solo di parlare degli scoli del Bientinese, che si dice andassero prima in Serezza. In questa Serezza nuova, come sta ora ed è stata, per cent'anni certamente non vi sono mai stati. Andavano alcuni di essi prima sotto le cataratte di Vico, che allora erano sull'Arno, e avendo il Granducato divertito l'Arno medesimo guadagnando tanto bel paese, si resero peggiori tutti gli scoli e della Serezza, e del Bientinese, che convenne proddurre. Nacquero appunto per le cataratte di Vico tante liti, per liberarsi dalle quali finalmente la Repubblica venne alle nuove convenzioni del 1655, e lasciata al Granduca affatto libera la Serezza vecchia, che per altro avea scavata, e mantenuta a sue spese per  $\frac{3}{4}$ , fece a tutte sue spese la Serezza nuova, i suoi argini, e ponti, e il letto nuovo del Rio di Vico, benché tutto questo dovesse servire solo in parte per se,

e in gran parte per tutte le Granducali adiacenze del lago, e per sicurezza e comodo delle adiacenze della nuova, e vecchia Serezza, nella quale congiuntura si servì anche di quel pezzo d'alveo, che dopo la diversione d'Arno aveva pure ella fatto per arrivare al nuovo suo letto. Allora a tanto suo costo fu separato tutto il Bientinese dalla Serezza, e la Repubblica comprò così la quiete e sicurezza de' suoi scoli, che ora dopo 100 anni se le vorrebbero intorbidare.

E qui non posso lasciare sotto silenzio, che il catarrattino suddetto della Cerchiaia neppure deve essere stato fatto per scolare il Bientinese in Serezza. Esso per attestato del nostro Ingegnere Natalini è stato adoprato ordinariamente per mandar via l'acqua della Serezza medesima nel Bientinese, quando sene doveva fare il pulimento.

Così molto più ampiamente e minutamente di quello, che mi ero da principio prefisso, ho discusso tutto ciò, che ci fu letto in quello scritto fino a quella ultima congerie di 9 cagioni solamente accennate di fuga, e chiamate secondarie, e sono 1. Qualche aumento del letto d'Arno, che pur si disse essere assai piccolo, 2 la strettezza delle Cataratte di Riparotto, 3 le buche lasciate dal terren preso per gli argini, 4 la moltitudine, prontezza, e dirittura degli scoli della Repubblica, 5 la montuosità del Lucchese, 6 la tortuosità della Serezza, 7 il postime delle cataratte, 8 la lentezza dell'Ozzeri, 9 la strettezza de' suoi ponti. A queste risponderò pure in breve.

In ordine al primo punto l'Arno, che ivi è fiume reale anzi senza giara, certamente non può mutare l'inclinazione del suo letto, se non in quanto o si ritira il mare al suo sbocco, la quale cosa introduce un alzamento insensibile, anche in un secolo, o in quanto la sua acqua divenga più torbida per le coltivazioni delle colline; ma neppure queste ora massimamente in quelle vicinanza si coltivano più di prima in modo, che la coltivazione vada crescendo, e inalzando il letto dell'Arno.

In ordine al secondo dico, che abbiamo documenti autentici dell'essere stata la dilatazione delle cataratte in Firenze un'altra volta, e di commune consenso riggettato. Oltre di che la somma delle sue luci passa quella de' ponti della Serezza, ed è bastata per un secolo senza danni, come si è dimostrato.

In ordine al terzo osservo, che la terra per il risarcimento degli argini si sono obbligati essi a darla; onde essi medesimi potranno pensare al luogo più comodo e a non levarla in modo da lasciar buche, che sieno cloache senza scolo.

Sul quarto rifletto, che gli influenti del Lucchese son molti, e pronti, e diritti, ma sono quelli medesimi, che vi sono stati sempre, e colli quali avanti agli occhi sono state fatte le convenzioni, senza lasciare un minimo obbligo neppure di non mutare ad arbitrio il loro corso. Si aggiunge, che alcuni di essi ricevono acqua, anche dallo Stato del Granducato, e come si è detto di sopra, il più precipitoso, che è la Visona dell'Abbadia, che colma, ma devasta insieme i poderi, per la metà almeno porta acque Toscane. Si aggiunge, che moltissimi sono gli influenti del Granducato più piccoli per tutta intorno la gronda del lago, e vallini, che è tanto maggiore di quella della Repubblica, molti de' quali uniti insieme equivalgono a' grossi, e vene sono de' non così piccoli una mano, e si aggiungono tutti quelli di Vico, e Buti, che raccolgono le acque di tanti monti, ed entrando in Serezza col trattenere il lago, fanno lo stesso, che



farebbero, se fossero dentro. Il fare un esatto confronto di quelli del Granducato, e di quelli della Repubblica è moralmente impossibile. Il P. Ximenes ordinò per questo effetto da principio, che si pigliassero dappertutto le larghezze de rii. Io gli ho detto più volte, che questa è cosa inutile, perché ne dalle sole larghezze, ne dalle sole sezioni de' letti, molto meno se si prendono, quando non corrono, e dove non vi sono argini fissi, non si può ricavare la quantità delle acque, che dipende dalle intere sezioni prese in tempo, in cui corre l'acqua, e dalla durata del corso, che in varj torrenti, e rij è varjssima. Egli le ha volute ad ogni modo, e si sono mandati gli Ingegneri a misurare, volendo, ciò supposto, avere anche noi una più piena cognizione de' loro influenti o grandi, o piccoli, e delle colmate, che fanno. Esso avrebbe voluto, che non si misurassero i piccoli; ma essendo la loro gronda tutta piena di questi, non si è voluto lasciar di farli riconoscere sul loro. Sono indi nate tante contestazioni, e disordini fra Periti, e noi pretendiamo non dalla parte nostra, tanto equivoci sulle istruzioni, che noi crediamo per parte nostra assai chiare, e chiaramente convenute. Presentemente le cose sempre più si imbrogliono: io al P. Ximenes ho esibito, per amor della pace, che si soprasedesse a queste misure, incommodissime per i Periti, e che i suoi Periti medesimi anno confessato a' nostri, che vedono inutili, e che son sicuri, che si dovranno strappare al fine, aggiungendo io, che si potrebbe lasciar di fare uso delle già fatte; ma egli non si contenta.

Sul quinto osservo, che i monti Lucchesi gli ha messi la natura, che vene sono tanti anche nel Granducato in siti, che spingono le acque o in lago, o in Serezza, che è tutt'uno: Che questi non nuocono tanto per se, quanto per la coltivazione, sulla quale già ho parlato di sopra a lungo, e la quale si fa in molti di detti monti anche nel Granducato; se non che questa, ne' rii, che entrano in Serezza, pregiudica assai più, che in quelli, che entrano in lago, attraversando quelli lo scolo istesso della Serezza.

Sul sesto vorrei si notasse, che alla Repubblica sarebbe tornato assai meglio di avere libera la Serezza vecchia già scavata, e arginata con tanto suo dispendio, che scavarne una nuova a tutte sue spese, ma fu da' Granduchi obbligata a torcerla, se ne voleva una libera.

Sul settimo ho già detto, che il postime dietro alle cataratte si rimuove con somma facilità, e con pochissima spesa dopo ogni piena, anzi sono i Catarattaj obbligati a farlo ex officio. Si potrebbe per altro anche cio facilmente impedire, regolando bene l'Arno, e facendo, che il filone venga avanti alle cataratte, e non vada verso la ripa opposta come va ora: ma questo punto lo toccherò ne' progetti.

Sull'ottavo dico, che la lentezza dell'Ozzeri nasce in parte dalla tortuosità, e dalle deposizioni, ma principalmente nasce dalla pendenza perduta per colpa della Steccaia, come si è dimostrato di sopra, e tanto cio non muta notabilmente i soliti limiti del perno variabile.

Sul nono avverto, che i ponti dell'Ozzeri a noi non sembrano stretti pel bisogno.

Ma ad amendue questi casi soggiungo, che si badi, che essi in quanto dipendono dalla Repubblica, e non dalla Steccaia giovano assaissimo per impedire, o diminuire que' rigurgiti, de' quali fa tanto caso quello scritto.

Finalmente alla protesta di voler la libertà, di mutare, aggiungere, levare, rispondo, che se si degneranno di comunicarci queste mutazioni, aggiunte, detrazioni, le esaminerò, e dirò il mio sentimento, anche su quelle; che anche io avrei da aggiungere molto, e lo lascio per non andare in infinito, per farne uso, se occorra; ma quantunque abbia scritta questa con somma fretta, onde avrà bisogno di qualche ripulimento, e correzione, pure la partecipo, premuroso, che con unanime dirittura, e contenzione, si ricerchi con diligenza la verità, e mi protesto, che dappertutto con tutta l'attenzione per me possibile, e riflessione ho esposti gli intimi miei sentimenti, come farò passando ora alle cagioni, che io credo vere, indi a' rimedj.

Articolo 3. Delle cagioni, che io giudico vere di que' mali, e danni, che credo che esistano.

Dopo di avere esposti i miei sentimenti su quelle cagioni, che i Signori Deputati Toscani pensano col P. Ximenes, essere le vere cagioni de' danni, che credono esistenti, dirò quello, che io penso in ordine a questo soggetto.

In primo luogo, come io credo, e l'ho esposto nel primo articolo, che non vi sia alcuna sorte di veri danni, o mali appartenenti al generale sistema del lago, e della Serezza, che vadano sopravvenendo, e crescano, così non posso cercar neppure la cagione di essi. Credo bene, che in tutto ciò, che ha connessione col sistema generale del lago, e della Serezza vi sieno de' mali abituali, e soliti, e che piuttosto vadano scemando, che crescendo.

Mali di questa sorte sono i ristagni, che fanno le acque nelle vicinanze del lago, e formano i paduli. Questi provengono parte dalla natura de' siti, cioè dalla poca inclinazione di que' piani, parte dal naturale impedimento, che fa l'Arno allo scolo, e dall'artificiale, che fa l'argin grosso, senza il quale rimarebbero occupati varj terreni inferiori dalla loro medesima posizione soggetti a quelle acque, e liberati i superiori tanto della Repubblica, quanto del Granducato.

Parimente la Repubblica, e il Granducato hanno de' gravi danni provenienti dalla Steccaia, che ha fatto rialzare il letto del Serchio, come ho mostrato nell'articolo 2, e la medesima è la vera cagione di qualche trappassamento in lago di acqua d'esso Serchio, se questa vi è, il quale però, come ivi ho dimostrato è piccolissimo, e rarissimo.

In somma di tutti i ristagni delle acque, che vi sono in que' contorni, credo che l'immediata cagione sieno non l'influenti, che vele portano, e che di sua natura, le spingerebbero avanti, de' quali vene sono molti in amendue i dominj, ma gli impedimenti allo scolo, che esistono tutti nel Granducato, e sono da una parte la steccaia sul Serchio, e dall'altra parte l'argin grosso sul lago, e l'Arno dietro ad esso.

Di uno scolo del lago alquanto meno libero di quello dovrebbe essere, credo, che sieno ora la cagione immediata gli interrimenti della Serezza, e questi credo, che sieno stati accresciuti molto dalla Tura, la quale Tura fece l'anno scorso tanti altri danni, come ho esposto nell'articolo precedente. De' medesimi interrimenti cagionati da que' rii in Serezza credo, che sia cagione anche il cattivo regolamento di essi rii, e la poca cura, che si ha di farli deporre, quanto è possibile, prima di entrare in Serezza.

Se mai di qua dall'argin grosso vi fosse qualche sito, che si ha reso da qualche tempo in qua di peggior condizione, della quale cosa io non ho trovato documento alcuno, che me lo persuada, credo, che di ciò la cagione sia o l'essersi abbassato il pollino, che sosteneva i buoni terreni sopravvenutigli, o l'essere stato sfruttato, senza che sia stato mai rimesso ne col concime, ne col ricevere le deposizioni portategli sopra da rii torbidi, o dalle acque de' terreni superiori; come anche in qualche luogo può essere, che abbia peggiorato il terreno, coll'esserne stata portata via in giù a poco a poco della terra dalle acque piovane, per le quali, e per la stessa coltivazione, vanno sempre abbassandosi le terre, che anno qualche benche piccola pendenza, e se non ricevono altrettanto da' terreni superiori, dopo lungo tempo possono divenire considerabilmente più basse, e anche più esposte di prima alle espansioni delle acque.

Queste credo, che sieno le cagioni del peggioramento di qualche parte di terra, se pure ven'è alcuno peggiorato realmente di qua dall'argin grosso, e non l'alzamento, o maggiore espansione delle acque.

Qualche danno al fondo del lago, credo, che cagionino i rii torbidi, dove non sono tratenute regolarmente le materie sulli margini de' paduli, e perciò credo, che non le bonificazioni regolate de' Lucchesi, ma la trascuraggine di tali regolamenti, dove vi è, sia di pregiudizio al lago, come ho dimostrato nel 2 articolo.

Ne' terreni da ambe le parti della Serezza credo, che cagionino de' ristagni d'acque gli interrimenti de' loro scoli, e la poca cura di essi. Questi interrimenti in qualche scolo sono stati positivamente riconosciuti anche da' Signori Deputati Toscani, come nominatamente nel contrafosso vicino al suo sbocco in Serezza, nel qual luogo si è trovata anche mancante la cataratta, benche vi sieno gli incastri, e questa mancanza deve proddurre de' danni particolari e rispettivi a quel sito.

Questa trascuraggine di scoli, benche negata quasi per tutto sul Bientinese dai Signori Deputati Toscani, pure io credo, e credono i nostri Deputati di averla evidentemente, ed ocularmente riconosciuta in molti luoghi. La Serezza vecchia è anche per confessione loro affatto trascurata, e interrita, ma noi crediamo, che siano in pessimo stato in più siti anche gli scoli di Vico, e Prato Grande, il Cilecchio, e molte fosse trasversali. Avrei ben desiderato, per averne una piena dimostrazione, di fare colla assistenza mia, e del P. Ximenes delle livellazioni oportune in varj di que' siti; e l'ho positivamente chiesto; ma mi è stato fermamente negato il farlo insieme, e di farlo da me ne potevo, essendo cio contro gli ordini espressi di S.M.I., che era dovere, che lo facessi, dicendo misi, che se le mie livellazioni si accordavano con alcune fatte dal P. Ximenes mesi addietro con istromenti per altro da me non riconosciuti, e de' quali ho de' motivi da sospettare; si sarebbero ammessi, altrimenti o avrei dovuto rifarle, come mi si disse da principio, o si sarebbero gettate all'esame, come mi si disse dopo; sulla quale negativa di livellazioni concordai protestai sul fatto.

Credo, che la cagione di qualche maggiore infelicità degli scoli del Bientinese sia la poca cura delle cataratte dello scolo di Vico, e Prato grande, e del Cilecchio, in modo particolare la incuria del Catarattajo di aprire la via all'acqua sul postime lasciato dall'Arno sotto la Cataratta, che vi trovammo ben alto.

Questo stesso postime, e qualche maggiore difficoltà di scolo del Bientinese, e anco della Serezza, credo, che nasca dal piaggione, che da qualche tempo l'Arno ha formato avanti a quelle cataratte, [aven]do ora il filone dalla opposta ripa.

Ne' tempi più antichi ha fatto del danno agli scoli e della Serezza, e del Bientinese anche la diversione dell'Arno, che facendoli più lunghi, li ha resi meno felici.

A me per ora non sovengono altre cagioni di mali, e danni, e quelle, che ho dette, le credo tutte sussistenti, e verissime.

Articolo 4. De' progetti, e istanze, che si fanno da' Signori Deputati Toscani a' Deputati Lucchesi.

Prima di esaminare questi progetti, e istanze, che si contengono in un foglio trasmessoci, mi pare, che sia bene di stabilire i principj, da' quali deve dipendere questo esame.

Questi in ordine a' progetti devono prendersi dal reciproco vantaggio de' rispettivi sudditi, che S.M.I. si è protestata secondo il rettilissimo, e clementissimo animo suo di aver in vista; quindi se alcuna cosa in detti progetti si riconosca non solo non vantaggiosa, ma nociva alla Repubblica, non deve ammettersi in conto alcuno, massime se essa fosse contraria al corso ordinario della natura, e molto più se si opponesse a ciò, che si è scambievolmente concertato ne' trattati, che sussistono fra la Repubblica istessa e il Granducato.

In ordine poi alle altre istanze, se in queste si chieda cosa dannosa alla Repubblica, e la quale non sia una riparazione di danno, che si provi da essa indebitamente recato al Granducato, dovrà rigettarsi parimente.

Con questi principj entrando a esaminare i suddetti progetti e istanze, mi pare di poter con ogni più sodo, e inconcusso fondamento asserire, che niuno de' suddetti progetti può ammettersi, essendo tutti gravissimamente nocivi alla Repubblica, anzi di più o indifferenti pel Granducato, o anche positivamente nocivi. Parlerò di essi coll'ordine istesso, con cui sono stati proposti.

Il primo progetto è, che si faccia una cataratta all'imboccatura della Serezza, la quale si dice, che potrà giovare al Granducato, e non nuocere alle campagne della Repubblica.

Che queste Cataratte non sieno per essere giovevoli al Granducato, anzi debbano riuscire positivamente nocive al medesimo, credo di essere in istato da provarlo coll'ultima evidenza; ma quello, che secondo i premessi principj basta per escluderlo, ed è il danno, che devono recare alla Repubblica, è molto più manifesto.

Dette cataratte anche quando stessero aperte, pure darebbero qualche intoppo allo scolo libero delle acque, dovendo co' piloni restringere la bocca della Serezza, e quando questa si slarghi, per fare gli archi tutti insieme uguali al presente suo letto, dovendo storcere il corso dell'acqua: inoltre si sa, che in ogni caso i piloni stessi coll'interrompere il corso unito delle acque, colle deposizioni, che vi si fanno, e colla frizione sua propria sempre difficultano lo scolo. Ogni qualunque nuova maggiore difficoltà dello scolo del lago è evidente, che è di qualche danno alle campagne Lucchesi.

Molto maggiore danno farebbero esse, quando fossero chiuse in tempo, in cui la Serezza fosse in istato di scolare in Arno. Per tutto quel tempo sarebbe affatto sospeso

lo scolo del lago, e questo è un evidente danno delle Campagne Lucchesi. Dall'altra parte il fine, per cui si costruissero, non potrebbe essere altro, che questo, cioè per tenerle chiuse, mentre intanto per esse si scolasse il Bientinese, altrimenti sarebbero prive di ogni anche apparente utilità.

Sono dunque certissimamente dannose alla Repubblica, e però se si guardi la mente di S.M.I., che vuole il reciproco vantaggio, non si possono ammettere in conto alcuno, e si aggiunge, che esse sono contrarie al corso ordinario della natura, che per se stessa richiede la libera discesa delle acque al basso, e alle espresse convenzioni, nelle quali, come si è accennato all'articolo 2, si escludono nominatamente per sempre altre cataratte nella Serezza fuori di quelle di Riparotto.

Si aggiunge inoltre, che detto danno può divenire facilmente gravissimo, perché esse dovrebbero altre volte stare chiuse dopo, che l'Arno avesse per più giorni obbligato a chiudere quelle di Riparotto: converrebbe cioè fare finché, il Bientinese di sua natura assai basso, scolasse bene, cioè finché l'Arno avesse abbassato di molto. Ora si sa di quanto pregiudizio sono le lunghe piene d'Arno, che per molti giorni tengono per il collo il lago: qualche volta da due o tre giorni di più, o di meno dipende il perire affatto le semente. L'aggiunta della chiusura delle nuove cataratte introdurrebbe molto più spesso un tale sì pernicioso pericolo.

Questi danni delle Campagne della Repubblica, sarebbero comuni a tutti i terreni del Granducato, e alle medesime Imperiali Fattorie. Sanno i Signori Deputati Toscani, quanto si stimi necessario per queste terre il facilitare lo scolo per la Serezza, e nocivo il trattenerlo.

Col crescere il lago per la più lunga chiusura più di quello ora cresce, metterebbe in maggiore pericolo anche l'argin grosso, e però il Bientinese. Son sicuro inoltre, che l'insinuarsi nella Serezza, che farebbero i torbidi rii di Vico, e Buti senza l'aiuto delle acque chiare del lago, di cui sarebbero prive, mentre stessero chiuse le cataratte suddette, introdurrebbe de' grossi impedimenti.

Dall'altra parte, come si è dimostrato nell'articolo 2 parlando contro la Tura, e appunto contro le cataratte, che sono una nuova Tura, benché non perenne, militano molti degli argomenti, che ho portati contro di essa; neppure il Bientinese ne ricaverebbe alcun vantaggio considerabile, avendo essi più corti, e più diritti gli scoli immediati in Arno, di quello li possa avere per la Serezza, e con questa inutilità ne viene insieme un altro considerabile danno, che è quello di una grave inutile spesa per la costruzione, e manutenzione delle Cataratte, e mantenimento del Catarattaio.

Vi sono delle altre ragioni per escludere questo progetto, ma queste sole, anzi il solo evidentissimo danno della Repubblica, unito colla natura delle cose, e co' contratti lo rende affatto inaccettabile.

Il secondo punto del rimettere in Serezza alcuni scoli della Campagna, che di presente vanno in Arno, patisce affatto le medesime eccezioni. Questo anche senza le cataratte certissimamente non è di alcun vantaggio alla Repubblica, ed è per essa di positivo danno, mentre trattiene, e diffulta lo scarico del Lago. La ragione aggiunta del più felice scolo delle pianure del Granducato non basta in una cosa nociva alla

Repubblica, e non è vera neppure, secondo quello, che si è detto nel punto precedente, essendo più diretto, e più corto lo scolo immediato in Arno.

Su questo si è detto assai anche nell'articolo 2, e si rifletta principalmente alle enormi spese fatte dalla Repubblica, per avere appunto libero questo scolo, e separato dagli scoli del Bientinese congiunte [...] un secolo di possesso. Dopo che è stata fatta questa nuova Serezza non vi sono mai stati. I nostri Deputati trovano contro di questo progetto alcuna cosa anche nel contratto de 1655; ma basta anche solo per se l'evidente danno della Repubblica, perché non debba ammettersi in conto alcuno.

Il terzo punto di ricondurre il perno al suo vero posto, se suppone, che il perno abbia ad avere un luogo fisso, suppone il falso. Ma di questo mi rimetto qui a quello, che ho detto nell'articolo 2, trattando della natura del perno variabile per se medesimo e dell'unica causa di qualche sua straordinaria mutazione, che nasce dalla Steccaia, per cui si è alzato il letto del Serchio, e d'Ozzeri.

Il quarto punto delle cataratte da fare al perno cade da se una volta, che il perno di sua natura deve essere variabile. Ma si deve evidentissimamente escludere questo punto colla regola istessa dell'essere assolutamente dannosissimo alla Repubblica.

Queste cataratte si esigono per fissare il perno; onde si vorrebbe, che per mezzo di esse non si permettesse mai alle acque, che sono da una parte delle medesime, il passare dall'altra. Cio toglie alla Repubblica una maggiore felicità di molti scoli, che la natura le ha dati, e della quale ha avuto sempre il pacifico possesso. Imaginiamo, che per le varie circostanze dovesse il perno andare più verso il lago indipendentemente dalle cataratte; allora gli influenti di questo commun avrebbero il corso in Serchio più libero, che in lago, e le cataratte li obliherebbero ad andare piuttosto meno felicemente in lago. Lo stesso all'opposto accaderebbe, quando per altre circostanze il perno indipendentemente dalle cataratte dovesse accostarsi più al Serchio.

La ragione aggiunta, che così si impedirà il trapassamento delle acque del Serchio in Lago, rende questa richiesta assai più indoverosa. Si è dimostrato nell'articolo 2, che se le acque del Serchio vanno in Lago, cio succede per la Steccaia. Dopo tanti gravissimi danni, che la Steccaia fa alla Repubblica, vorrebbero anche di più, che se mai essa manda su per Ozzeri l'acqua verso il lago; la Repubblica colla cataratta l'arresti, e la spanda per le sue campagne, e verso la città medesima. Possibile, che dopo le tanto giuste, e dolci espressioni di S.M.I. pensino così?

Il quinto punto, in cui si richiede, che si impediscano le colmate artificiali della Repubblica, suppone il falso, che queste sieno pregiudiciali. Si è dimostrato a lungo nel 2 articolo, quanto all'opposto è utile al sistema generale del lago, e Serezza il metodo di questa sorte di Bonificazioni adoperate dalla Repubblica, e quanto è nocivo il trascurare lo stesso metodo. Dall'altra parte questo è stato l'oggetto di tutti i trattati: la proibizione di questo sarebbe, come è evidentissimo, di grave danno alla Repubblica. Dunque non può ammettersi.

Nel sesto punto viene la richiesta di rimettere i rii di S. Lunardo, e di Massa Macinaia nel letto antico. Quanto questa richiesta sia dannosa alla Repubblica massime ora tanti anni dopo la diversione fatta con tante previe consulte, e con tanto dispendio, è cosa

manifestissima. Dall'altra parte questi rii andavano in Lago anche prima per il Rogio, e vi vanno ora. Non vi è ragione, che limiti il diritto della Repubblica di mandare i suoi rii nello stesso lago per una, o per un'altra strada, come giudica meglio, ne i contratti dispongono nulla di questo. Quanto dunque irragionevole è ora una tale richiesta? Ma di ciò pure ho parlato più a lungo nell'articolo 2.

Il settimo punto, che concerne il puntone fabricato in bocca d'Ozzeri, non riguarda la presente deputazione, come dissero gli stessi Signori Deputati Toscani nel giorno dell'accesso sul luogo istesso, ed è sicuramente indoveroso. Intorno ad esso dico in primo luogo, che il medesimo è stato fatto appunto per avere un più libero scolo per Ozzeri, il quale si è ottenuto con un vantaggio considerabilissimo; giacche si è fatto, che questo influente del Serchio, entri, quanto si è potuto, parallelamente al corso di esso Serchio, come è cosa cognita doversi sempre procurare. Così il Serchio non fa più alla bocca di esso Ozzeri le deposizioni, che vi faceva, ne col suo corso impedisce lo scarico delle sue acque.

Il restringimento della sua bocca, che per altro è piccolissimo, il quale appunto si richiede per dare un poco più di velocità alle acque, onde non sieguano sulla bocca gli interrimenti, e più facilmente l'acqua sua si avanzi con quella del Serchio.

Queste due cose fanno anche vantaggio al punto principale del lago, e Serezza, facilitandosi detto scarico. L'angustia poi della bocca, e la direzione parallela al fiume diminuisce quel rigurgito del Serchio, che alla Repubblica fa tanto danno nelle sue campagne adiacenti all'Ozzeri, e di cui tanto si lamentano i Deputati Toscani, benché la loro steccaia ne sia tutta la cagione.

Lo stesso puntone poi non solo non fa danno alle campagne del Granducato, ma evidentemente giova ad esse e per se stesso diffendendone una parte la più importante delle acque del Serchio, e per mezzo della corrente d'Ozzeri, la quale diriggendosi, come si vide nell'accesso, parallelamente alla parata Toscana, la diffende dallo stesso urto del Serchio anche un poco oltre a quel punto, nel quale la medesima rimane in dirittura di un gran tratto di esso Serchio, e investita di petto dal suo filone, il cui corso se superiormente si restringesse alquanto dall'Ozzeri con ingresso più ardito, cagionerebbe, al modo de' ripari fatti a offesa, una più grave ricaduta la giù in quel medesimo sito, che si pretende danneggiato dal puntone controverso.

Finalmente lo sbocco presente col tenere pulito il sito, per cui sbocca il rio confinante di Cerasomma, rende questo meno nocivo ad amendue gli stati, che divide; onde essendo per tanti capi quel puntone utile, e per niun capo essendo nocivo, ad amendue le parti, deve mantenersi, e non distruggersi.

In questa guisa scorsi tutti i 7 punti proposti mi pare più che evidente, che non vengano pur'uno di essi, che non sia nocivo gravemente alla Repubblica, e gravemente nocivo pure, o almeno di sicuro sodo, e debito giovamento al Granducato. Quindi passerò a proporre ciò, che io dopo le visite, e le più serie riflessioni giudico opportuno.

Articolo 5. De' progetti, che io stimo opportuni.

Credendo io fermissimamente, che il presente sistema generale del lago, e Serezza sperimentato per 100 anni non solo non vada facendo deteriorare i circonvicini terreni,

ma piuttosto permetta il miglioramento continuo di tutti quelli, che vi anno connessione; così son di fermo sentimento, che tutte le mire si abbiano a volgere a mantenerlo in buono stato, e migliorarlo quanto sia possibile.

Come la Steccaia reca ora qualche danno al medesimo, qualunque reca sommo pregiudizio a tutti i terreni dell'uno, e dell'altro dominio adiacente al Serchio, e qualunque suo nuovo alzamento accrescerebbe assieme i danni, che essa fa al suddetto generale sistema, e renderebbe enormi i danni, che fa a terreni adiacenti al Serchio, e finalmente la totale sua demolizione toglierebbe tanti danni, e darebbe l'adito anche alla ricerca di qualche considerabile giovamento di tutto quel generale sistema; così io penso, che andrebbe demolita essa affatto, o dilatato oltre ad essa il letto del Serchio sicche la scansasse, e avesse tutto libero il suo corso; e credo, che si potrebbero trovare de' ripieghi, e indennizzare i molini, e il fosso con dispendio incomparabilmente minore de' vantaggi, la quale cosa richiede un serio esame, e son persuasissimo, che senza questo libero corso del Serchio non si potrà mai pensare con frutto a una diminuzione notabile degli antichi mali, che sperimentano i due Domini.

Intanto credo, che sia necessario il mantenere, quanto si può più pulito, e libero in tutte le sue parti il canale della Serezza, introducendo uno stabile regolamento, perché in effetto sieno subito rivolti gli interrimenti, e ridossi, che vi sieguano.

Ma perché gioverà assaissimo il prevenire quanto si può tali interrimenti, che provengono unicamente dalle torbide de' paesi, che stanno a mano diritta della Serezza, e Steccaia, e scolano in essa; stimo, che si debba con ogni diligenza procurare, che detti rii vi arrivino chiarificati, e ciò si otterrà facendo delli ripari su que' monti, e de' bottacci al basso, e regolando meglio le bonificazioni da quella parte, che in questa guisa resterà anche sanata col tempo affatto de' particolari suoi mali, da' quali va ora pure riavendosi, e all'impedimento della introduzione delle torbide in Serezza sarà pure giovevole il rimettere quelle cataratte, che si trovarono mancanti allo sbocco del contrafosso, e all'indennità di que' terreni. E sarà pur necessario, che quelle particolari fosse di scolo sieno scavate subito dopo gli interrimenti, che in essi avranno cagionate le torbide.

Parimente un migliore regolamento di bonificazioni per tutta la gronda Toscana, e lor valli, e vallini, sarà giovevolissimo al fondo del lago, e paduli, e va procurato, e il ripulimento, e lo scavo delle fosse, e scoli del Bientinese sarà l'unica soda salute, che può, e deve sperare quel paese, se inoltre si provveda al libero loro sbocco in Arno.

Per avere questo libero sbocco in Arno tanto negli scoli del Bientinese quanto nella Serezza conviene invigilare, che il postime, che lascia l'Arno dietro alle cataratte sia sempre dopo le piene subito rimosso, o fatto rimuovere da' Catarattai (come è loro obbligo) in qualunque maniera, che si giudichi efficace, ma gioverà molto più per prevenirlo, il regolare a dovere il Filone d'Arno facendo con opere opportune della opposta superiore ripa, che esso tolga via il piaggione, che si vede avanti a questa serie di cataratte, e si dirigga rasente ad esse, e forse gioverebbe a questo anche il far in modo, che questi sbocchi entrino in Arno medesimo più a seconda della sua corrente. Si potrebbe con opere opportune fatte in amendue le ripe impedire ogni cattivo effetto



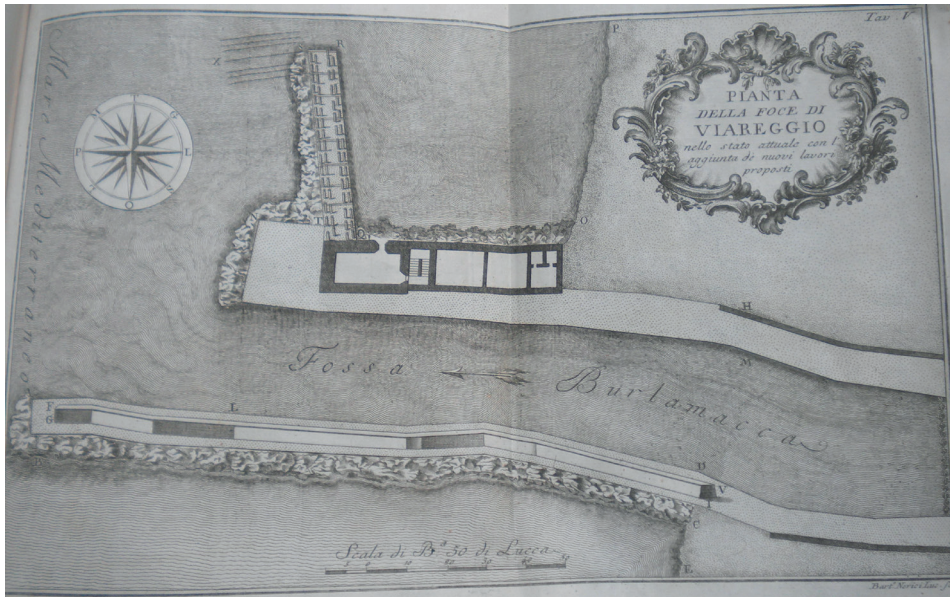
di battute, e ribattute, e lo scoglio vivo a cui sono appoggiate le cataratte di Riparotto garantirebbe i maggiori pericoli in questo genere. Ma l'impedire questi piaggioni avanti alle Cataratte degli scoli credo un punto essenzialissimo, e cio principalmente, per la salute del Bientinese.

Questo è quello, che giudico si possa fare per sodo bene rispettivo di amendue i Dominj, che con queste precauzioni goderebbero il frutto di questa così laboriosa Deputazione, adempiendosi così le retissime, e beneficentissime direzioni di S.M.I. Mi riservo intanto ancor'io la libertà di aggiungere quel di più, che su tutti i precedenti argomenti ho adesso tralasciato, scegliendo quello, che nella presente congiuntura mi è parso più essenziale, e potrà proddursi in occasioni opportune, e di variare, e correggere tutto quello, che o la mia più lunga riflessione, o l'altrui prematuro giudizio, o fatti a me ora incogniti o per avventura sopravvegnuti, mi mostrino degno di correzione.

Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù



## Parere su un porto a Viareggio (1756)



*La foce di Viareggio*<sup>64</sup>

Boscovich fu chiamato ad esprimere il proprio parere sulla proposta di un porto a Viareggio e sulla bonifica delle paludi circostanti. Pur mancando espliciti riferimenti temporali, è possibile datare il documento grazie ad alcune informazioni cronologiche fornite dall'autore. Nove anni prima del sopralluogo al porto di Viareggio, egli aveva avuto modo di sperimentare la corrente "assai rapida" del mare Adriatico durante un viaggio piuttosto avventuroso a bordo di una piccola barca compiuto per rientrare in Italia: nell'estate del 1747 infatti Boscovich aveva trascorso un periodo di ferie a Ragusa<sup>65</sup>. Sulla base di queste informazioni si può far risalire il documento al 1756.

Il primo problema riscontrato da Boscovich fu il continuo cambiamento di direzione del canale, soluzione a cui si era fatto ricorso inutilmente nel tentativo di ridurre l'interrimento della foce. Per ovviare a questo inconveniente nel 1735 Bernardino

<sup>64</sup> Archivio di Stato di Lucca, *Deputazione per il miglioramento degli scoli e nuovo Ozzeri. Studi del Ximenes e di altri ingegneri*, n. 2, fasc. 157.

<sup>65</sup> PAOLI [1988], pp. 61-62.

Zendrini aveva proposto alcuni ripari che consistevano in due moli guardiani, da fare nella spiaggia tra la foce e l'imbocco del Serchio sufficientemente prolungati in mare, e in un molo di forma circolare, posto di fronte alla foce ad un'opportuna distanza da essa<sup>66</sup>. La proposta di Zendrini di protrarre i moli si fondava sulla convinzione che la corrente generale del Mediterraneo fosse assai considerabile anche nell'insenatura tra i monti vicini a Livorno e La Spezia e che i fiumi Arno e Serchio depositassero le proprie torbide vicino alla foce. I suggerimenti di Zendrini sarebbero stati vantaggiosi, se si fossero verificati i fatti da lui supposti, ma non era questo il caso.

Prima di esporre il proprio giudizio, Boscovich diede alcuni cenni sugli effetti delle correnti e di altri movimenti del mare rispetto alla corrosione e all'interrimento del fondo e delle spiagge. Questi effetti si riducevano ad un principio generale: se si ostacolava la natura costruendo un molo perpendicolare alla spiaggia che interrompeva la continuità, essa tendeva a poco a poco ad avanzare la spiaggia in modo da ricoprirlo. Al prolungamento del molo sarebbe seguito sempre un avanzamento del litorale. Il fenomeno delle deposizioni, osservato da Maréchal durante i lavori al porto di Anzio, fu confermato da Boscovich non solo a Fiumicino, ma anche sulle coste adriatiche dello stato veneto, del ferrarese, della Romagna, della Marca di Ancona e del Regno di Napoli. Oltre alla corrente generale ve n'erano alcune particolari, causate dai venti, che contribuivano alle corrosioni del fondo e alle deposizioni sulle spiagge. Si distinguevano due casi: se il vento era perpendicolare alla spiaggia, l'acqua avanzava assai lentamente verso la superficie e non si generava alcuna corrente; se era obliquo o parallelo ad essa, causava una corrente in direzione rasente alla spiaggia e a parità di forza del vento, essa era tanto più rapida quanto minore era l'angolo di inclinazione formato dal vento con la spiaggia. Con questo tipo di correnti, se l'acqua non arrivava a scorrere fino al fondo, non si avevano corrosioni, ma una lunga serie di deposizioni. In vicinanza della spiaggia, dove il fondale era più basso, l'acqua muovendosi lo corrodeva.

Il fondo era maggiore nel mezzo a causa della natura delle onde, che infrangendosi vicino alle spiagge causavano dei movimenti assai veloci. Nei fiumi dove le ripe si alzavano quasi "a perpendicolo", una corrente veloce che le investisse obliquamente o che le radesse parallelamente causando notevoli corrosioni, faceva crollare le parti superiori.

La corrente generale pur non essendo così "languida" come molti supponevano, nel sito di Viareggio risultava "quasi nulla".

I congressi di Ripafratta non furono risolutivi: nella primavera del 1757 Boscovich fu inviato a Vienna come rappresentante della Repubblica di Lucca per discutere la questione direttamente con il governo asburgico<sup>67</sup>. Giunse nella capitale austriaca il 5 aprile, ma dovette attendere l'arrivo di Ximenes a Vienna, il 6 maggio, per essere

---

<sup>66</sup> BERNARDINO ZENDRINI [1735], *Relazione che concerne il miglioramento dell'aria e la riforma del porto di Viareggio*, in *Raccolta d'Autori italiani* [1821-1826], t. X, pp. 31-83.

<sup>67</sup> Un resoconto dettagliato sulla questione lucchese e sul soggiorno viennese di Boscovich si trova in PROVERBIO [1998], vol. II, pp. 26-39.

ricevuto dall'imperatore<sup>68</sup>. A fine luglio ebbe un secondo incontro col sovrano nel corso del quale poté esporre le ragioni della Repubblica: Boscovich propose due soluzioni che non incontrarono il favore né della corte di Vienna, né della Reggenza Toscana, ossia l'abbattimento della steccaia di Ripafratta e delle cateratte alla bocca dell'Ozzeri.

L'Imperatore dopo aver ascoltato entrambe le parti, fece redigere uno scritto sul quale chiese a Boscovich di esprimere un parere. In esso suggerì di far scavare a sue spese un nuovo fosso emissario nell'Arno che doveva rimanere sempre libero per lo scolo del lago. Il nuovo canale, detto Imperiale, si eseguì in gran parte sulle tracce della vecchia Serezza del 1560 ottenendo un abbassamento rilevante del livello delle acque. Alla fine di settembre rimase in sospeso solo una questione: l'opportunità o meno di realizzare un nuovo canale di bonifica.

La causa delle acque lucchesi si risolse positivamente per la Repubblica, ma Boscovich decise di trattenersi nella capitale austriaca anche per tutto l'autunno e l'inverno del 1757: durante il soggiorno viennese ebbe modo di lavorare alle sue ricerche e di attendere alla stesura di una delle sue opere più importanti, la *Philosophiae Naturalis Theoria*<sup>69</sup>. (mgl)

*Relazione all'Ill.mo Uffizio della Foce Viareggio del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich della C.a di Gesù*<sup>70</sup>

Essendo stato condotto dall'Ill.mo Uffizio della foce a Viareggio, e interrogato del mio sentimento sulla direzione di quella foce, e spiagge, sulla bonificazione di que' paduli, e sulla cagione delle gravi malattie degli ultimi due anni scorsi, dopo di avere visitati tutti que' siti, e riflettuto maturamente sopra tutti questi punti, in attestato del mio ossequio, e in esecuzione de' comandi ricevuti esprimo qui in breve il mio sentimento.

In primo luogo per quello, che si appartiene alla foce, mi sorprese un disordine, che sorprenderà certamente tutti quelli, che si affacceranno sul sito, ed è la grande tortuosità del canale, vedendosi tante mutazioni di direzione, che sono certamente nocive assai al fine preteso di tenere pulito esso canale.

La spiegazione del fenomeno è facile. Si muta tanto spesso il Magistrato, che vi presiede, e nelle cose difficili si trovano per l'ordinario *tot capita, quot sententiae*. Ma io ne ho ricavato un utile documento. Il motivo di quelle mutazioni non è stato certamente altro, che il vedere con qualunque direzione, che si trovava, che la bocca della foce si interrava. Il male certo presente ha fatto sempre sperare un vantaggio nella mutazione. Si è mutato, e dopo si sono trovati collo stesso male di prima; onde anno condannato la mutazione già fatta, e anno mutato di nuovo. Da questo si ricava

<sup>68</sup> A quel tempo era in corso la cosiddetta guerra dei "sette anni" (1756-1763), che vedeva contrapposta l'Austria alla Prussia.

<sup>69</sup> BOSCOVICH [1758].

<sup>70</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 37, cc. 16. Il manoscritto è incompleto.

ad evidenza, che in ogni situazione di direzione sieguono gli interrimenti di quella bocca, e che però nella direzione di essa conviene badare più a un'altro riguardo, che dirò appresso, che alla speranza di levare gli interrimenti.

La speranza di impedire questi interrimenti l'aveva concepita il Sig. Zendrini ne' ripari, che esso ordina nella sua relazione, e consistono in due guardiani da fare nella spiaggia, che chiamano di Levante (e va piuttosto a Mezzodi) tra la foce, e l'imboccatura del Serchio, che consistono in due muoli, che si distacchino dalla spiaggia, e inoltrino in mare, distanti alquanto fra se, e dalla foce medesima, e in un muolo da costruirsi in forma d'arco circolare in qualche distanza dalla stessa foce in faccia ad essa, ove il mare abbia da se medesimo qualche considerabile fondo.

Esso a pensare così era indotto dall'opinione, in cui era, che la corrente generale, la quale nel mediterraneo si osserva costantemente andare in sù dallo stretto di Gibilterra lungo le coste dell'Africa verso Levante, indi fatto tutto il giro di esso, e dell'Adriatico pure, tornare per le coste d'Italia, Francia, e Spagna verso Occidente allo stesso stretto, fosse ben considerabile, anche in questo seno, che da' monti vicini a Livorno vanno alla Spezia. Credeva, che essendovi dalla parte di Levante le imboccature d'Arno, e Serchio, quello più lontano, e questo più vicino alla foce, e dalla parte di Ponente prima il fiumicciatolo di Camaiore poco lontano, indi la Magra lontana assai più, fiumi tutti, che nelle loro escrescenze portano gran torbida, i primi due facessero colle deposizioni delle loro acque gravissimo nocimento a questo porto, e gli altri due nonne facessero nulla.

Imperocché pensava, che la corrente suddetta portasse le torbide de' secondi due fiumi verso Ponente, allontanandole sempre dalla Foce, e all'opposto portasse le torbide de' primi due, e massime del Serchio più vicino addosso alla Foce, dove, urtando esse nell'ostacolo, che ritrovano alla bocca della Foce istessa, entrando ivi alquanto in mare i due moli paralleli fino al sito, in cui esso mare ha qualche fondo da se medesimo, e arrestatevi deponessero continuamente, e che questa fosse la ragione dell'avanzarsi ivi la spiaggia continuamente, e la necessità di protrarre i moli medesimi, e gli pareva di vedere, che ivi per tale impedimento si avanzasse più, che altrove la spiaggia, e formasse due come seni, uno dall'imboccatura dell'Arno, e Serchio fino alla foce, l'altro dalla foce fino alla Magra.

Quindi a questa sorte di male da lui immaginato applicava un bene opportuno rimedio, formando sulla spiaggia da quella parte, dalla quale credeva, che le torbide venissero addosso alla foce, i due guardiani, che ne arrestassero il corso, e le spogliassero delle materie, delle quali venivano impregnate, e rimediato, come pensava, in questa guisa all'avanzarsi della spiaggia sul sito della foce, e alla protrazione de' moli almeno in gran parte, formava poi in faccia alla stessa foce, quel come capello, che la difendesse dalle onde eccitate da' venti, che vengono d'alto mare, che nel suo seno medesimo formasse anche una specie di placido porto, e che fra se, e la spiaggia restringendo il sito alla corrente, la rendesse anche più celere, e la determinasse a tenere colla sua velocità più pulito, ed escavato il fondo, che rimaneva di mezzo tra quel capello e la foce.

Questo mi sembra, che sia tutto lo spirito del progetto di quell'avveduto, e peritissimo Ingegnere, il quale se sussistessero i fatti, che ha supposti, e che per altro sono

assai naturali a credersi, lo stimerei eccellente. E veramente, quando prima di fare l'accesso, io lessi il suo scritto, entrai interamente nel medesimo sentimento. Che la corrente generale lo fosse, lo credetti, sapendo, che generalmente si osserva, quando non sia troppo turbata da' venti, non così languida e nel Mediterraneo, e nell'Adriatico: che da essa ne provenisse il prolungarsi la spiaggia ivi più, che altrove, pur lo credetti, sapendo, che questo era un effetto assai naturale di quella corrente, ove incontri alcun intoppo, e ne avevo più esempj; e che supposti questi fatti quello fosse un buon rimedio mi sembrava cosa assai manifesta.

Ma per sviluppare alquanto meglio, quanto ho qui avanzato, e dar più fondatamente il mio giudizio, che sarà contrario a questo suo, prima di dire le mie osservazioni fatte dopo sul luogo, le quali mi inducono a contraddirgli, farò una scorsa sulla teoria degli effetti delle correnti, e altri movimenti del mare in ordine alla corrosione, o interrimento del fondo, e delle spiagge.

In primo luogo gli effetti della generale corrente, che ho accennati, gli ho veduti in più luoghi, e si riducono a questo generale principio, che dalle osservazioni si ricava quasi per tutto nelle coste anche di Francia nel Mediterraneo, che dovunque si attacca alla spiaggia un muolo continuato con essa, e che vada verso alto mare a perpendicolo, dappertutto si fa dietro ad esso, verso la parte di levante un accrescimento di arene, fatto, come apparisce dalla corrente, che viene di là, e vi si accumula dietro, per cui cresce da quella parte la spiaggia. Questo afferma M. Marechal, celebre direttore de Porti della Francia, in una sua relazione fatta pel Porto d'Anzo, per cui egli fu chiamato da N. S., essendogli concesso per qualche mese dal Re di Francia pochi anni addietro, afferma, dico, essere una generale osservazione nel Mediterraneo.

Di fatti questa cosa medesima si osserva alle passonate di Fiumicino, dove entra in mare il ramo navigabile del Tevere, che passa per Porto, dove la spiaggia cresce assai, mentre poche miglia più lontano di lì verso Ponente cresce assai, e assai meno, e molto più ciò si vede alla Fiumara grande di esso Tevere, che passa per Ostia, la quale, dove entra in mare, facendo col corso medesimo delle molte sue acque una come passonata, o come un molo, che arresta il corso alla generale corrente, dietro a se verso Levante ha fatto un accrescimento di spiaggia grandissimo, inoltrandosi ora assai in mare più di tutto il resto della spiaggia superiore, ed inferiore quel tratto, che comincia alquanto più a Levante della Fiumara grande medesima, e termina poco sotto alla sbocatura di Fiumicino.

La stessa cosa si vede a Porto d'Anzo. Fu questo fabbricato dagli antichi Romani, dove la Natura non aiutava punto la difesa de' bastimenti, ma aiutava ben molto a mantenere la lor difesa, qualora fosse fatta una volta dall'arte, cioè su d'una punta di un promontorio, che per questo si chiama capo, ed essi coll'arte providdero alla difesa de' bastimenti, avanzando in alto mare delle gran fabbriche, che chiudessero un asilo sufficiente per una grande armata, e pel mantenimento del fondo nelle sue braccia fecero una quantità d'archi bassi sott'acqua, per li quali potesse liberamente continuare il suo corso la generale corrente, e tenere così espurgato il Porto istesso. Ora rovinato questo Porto già totalmente, i Papi in questi ultimi tempi si servirono degli avanzi del

suo muolo orientale per formarvi un porto sufficiente per li legni meno grandi, fino a poter anche servire per le Galere, e vascelli mercantili, attaccando al fine di detto muolo da essi risarcito un'altro muolo ad angoli retti, perché in quel cantone rimanessero i bastimenti sicuri.

Risarcito il muolo così andò subito interrendosi il sito suo orientale, e avanzandosi da quella parte la spiaggia, e ciò non tanto prima, che si fossero chiusi alcuni degli antichi archi rimastivi, quanto dopo la chiusura di essi, che fu fatta, per far meglio, ma produsse un pessimo effetto, essendosi molto più presto avanzata la spiaggia dentro quel porto, riddotto ora mai alla metà di prima, e infelicitato tanto, che le Galere tal'ora non v'entrano senza grave pericolo. Né a questo male trovò altro rimedio il medesimo Marechal, che il fare per dietro al medesimo porto verso terra un gran canale, il quale dia la libera comunicazione alla corrente, che a suo capriccio trasporti le arene senza arrestarle; progetto, che per la spesa esorbitante non si eseguisce ora in grande, come egli aveva proposto, e come si era intrapreso di fare, ma di cui se ne va formando un più piccolo, ma come credesi sufficiente quasi modello.

Io credo bene, e lo riconosce egli medesimo, e lo mostrano anche gli esempj suddetti, che l'accumularsi delle arene, dove anche vi è quella generale corrente, si fa non solo dalla parte di Levante, ma anche dalla parte opposta di Ponente ogni volta, che vi sia un ostacolo, che staccatosi dalla spiaggia, venga verso alto mare. Imperocché in primo luogo succede spesso, che le correnti cagionate da' venti contrarj alla corrente generale, impediscano l'effetto di queste, e spingendo l'acqua vicina alle spiagge con direzione tutta contraria, costringano quella ad allontanarsene, e passare più in alto mare; giacché il sospenderla affatto non possono, dovendo l'acqua, che per tutto il superiore tratto in giro per più migliaia di miglia già è in moto, tirar pure innanzi per qualche via. Indi come per quella generale corrente si fanno le deposizioni dalla parte di levante, così per queste particolari se ne fanno dalla parte di Ponente, ma meno, sì perché quella è abituale, sì perché anch'essa è rinforzata alle volte da' venti, e per quella via opera la somma delle due cagioni, venti particolari favorevoli alla generale corrente, e corrente medesima generale, dove per la direzione opposta opera la differenza de' venti contrarj, e della stessa corrente.

Vi è per altro anche ragione, per la quale nell'uno, e nell'altro caso si fanno delle deposizioni anche dalla parte contraria a quella, da cui vien la corrente, e ciò perché dalla parte appunto contraria vi rimane un come seno di acqua quasi quieta, e meno mossa, in cui insinuandosi la torbida portata dalla corrente, con un rigiro dietro alla punta dell'ostacolo incontrato, visi deposita, e spesso la medesima si deposita in una considerabile quantità in vicinanza della punta oltrepassata, e un nuovo vento perpendicolare, o piuttosto un meno obliquo alla spiaggia, la insacca dentro fino al cantone contrario a quella stessa corrente, che la portò da principio, e la depose là fuori.

Anzi può talvolta succedere, secondo la particolare disposizione delle spiagge, e de' fondi naturali vicini, che dalla parte, dalla quale viene la corrente, nel cantone medesimo, dove il molo si attacca alla spiaggia, si formi un rigiro piuttosto, e un come vortice o molinello, per cui si faccia una escavazione piuttosto, e la spiaggia si ritiri per



alcun poco; ma questo succede per lo più in un intervallo assai piccolo, e la spiaggia alquanto più lontana viene da quella parte medesima crescendo innanzi, e avvanzandosi verso il mare, e con essa si avvanza, e cresce quel senetto medesimo, che il molinello va formandovi abitualmente in quel cantone.

Questa è la strada, per cui la Natura anche in questo genere va procurando, finché le viene permesso, una certa specie di continuazione non interrotta aspramente in luogo alcuno, onde le mutazioni si vadano facendo per una serie come continuata di gradi, e però anche la direzione delle spiagge, si vede andare dappertutto con una continuata curvatura in modo, che se vi sono anche de' piccoli risaltini, che per la diversa gravità delle materie deposte, e diversa resistenza del fondo alla corrosione dell'acqua, si vedono frequentissimi da per tutto, pure niuno di essi si vedrà mai finire in una punta ardita a modo di quella di uno stile puntuto, ma tondeggiare, e contorcersi, e continuamente incurvarsi, oltre a una specie di continuità, che si rimira in ogni lunga spiaggia, ove non vi sieno particolari ostacoli messi dall'arte, e insuperabili almeno in breve tempo dalla natura, se da lontano rimirasi, onde que' piccoli risalti non compariscano, o se si concepiscano, come tagliati via i risalti medesimi, e la spuma delle ondette, che a quella spiaggia si van rompendo, si vede bene da lungi formare una sensibile continuazione di curvatura.

Quindi ove l'arte in mezzo ad una spiaggia ponga un somigliante impedimento di un muolo, che tenti di inoltrarsi, e rompere quella sua affettata continuità, essa tende a poco a poco ad avvanzare la spiaggia ivi in modo da rivestirlo incurvandosegli intorno, per abbracciarlo con quella sua ivi serpeggiante alquanto in fuori, ma pure continuata direzione di tratto; e se il muolo si va avvanzando, avvanza anch'essa il suo lavoro continuamente. Lo stesso cerca la Natura di fare ivi, dove entrano in mare i fiumi, se le riesce, e però ivi generalmente avvanza pure la spiaggia, come se volesse parimente sormontare quell'ostacolo: ma indarno. Quanto ella va più avanti colla spiaggia, tanto più s'avvanza l'ostacolo istesso messo da lei medesima; se non che ove non guasti l'arte i suoi disegni si volge ad un'altro nulla meno efficace ripiego per ottenere il suo fine. Fa che le acque si spandano, e la foce si dilati in maniera, che le acque quanto più sia possibile si spandano, e se in tali casi tutto in un tratto rimanesse asciutta tutta l'acqua del fiume, e del mare, che lo riceve, pure si vedrebbe una certa continuità apparente di superficie del fondo del mare colla spiaggia, e col letto del fiume istesso, la quale non crudamente tutto in un tratto verrebbe a precipitarsi dove il fiume si incontra, ma con una certa per dir così sfumatura di inclinazione mutata a poco, a poco, verrebbe a dimostrare quella continuità, che la Natura, quanto può dappertutto affetta con ogni impegno.

Questo lo vediamo appunto nelle vicinanze di Roma nel nostro Tevere. Esso è tenuto a suo dispetto rinchiuso a Fiumicino fra le due file di passonate, che appunto come i due moli di Viareggio si inoltrano in mare, e interrompono la sua continuità, le quali passonate la Natura procura per quanto a lei è possibile prima di abbattere, come fece nelle escrescenze del 1750, e 1751, indi, ove questo non le riesca, di sormontare, coll'avvanzare la spiaggia, come fa continuamente ogni anno, benché indarno pel continuo prolungamento delle medesime, che va l'arte facendole contro. Ma all'opposto

alla Fiumara grande, per cui venivano una volta le armate navali a Roma, e fino a tempo di Sisto quinto le galere fino a S. Paolo, avendo da gran tempo l'arte intermesso ogni lavoro, e lasciato in sua balia il fiume, e la Natura, si vede ora così dilatata la bocca, ed attenuata l'acqua nella gran foce, che sovente le piccole barchette neppure vi entrano, e l'altezza alle due estremità insensibile, va a poco a poco crescendo verso il mezzo, ma vi cresce sì poco, che spesso rimane nel mezzo istesso impaticabile a' battelletti.

Per ottenere questa continuazione, ha la Natura bisogno di materiali, con cui cercarla, ed eseguirla. I più pronti, che possa mettere in opera sono le torbide de' fiumi, che impregnate di quanta terra anno potuto raccattare nello scendere dalli monti scoscesi, e dalle colline più dolci, e da campi declivi, ove perduta nel mare la loro velocità, se cessa in alcun luogo, o si rallenta un poco l'agitazione delle onde, la depongono, ridotta dopo lo stemperamento di tutti i laghi ad un'[ottima] arena, ottimo materiale per la Natura per ottenere la sua bramata continuità.

Quindi questa continuazione di spiagge sottili si vede generalmente dove vi entrano i fiumi in mare, i quali dove mancano, si vanno per lunga serie di secoli mantenendo inalterabili i fondi. Da questi fiumi, che veggiamo in questa spiaggia, e abbiamo nominati di sopra, è certamente così formata la spiaggia istessa di questo seno. Vi sono de' ben sicuri riscontri, che alquanti secoli addietro il mare la giù a Viareggio arrivava alle montagne. La terra giù portata da' Fiumi, e ridotta a pura arena, con quell'arena, che nasce dall'insensibile consumo, cagionato dalla frizione dell'acqua colli sassi, che va lisciando, e riducendo, consummate le scantonature a giara grossa, indi lisciandoli sempre più, a giara più minuta, avrà per tutti i secoli, che sono preceduti, dacché, alzate forse coll'azione de' fuochi sotterranei una grossa crosta della terrestre massa, furono formati anche i monti dell'Appenino, come qualche isola anche a' nostri tempi è nata improvvisamente dal grembo del mare, e quella, che nacque accanto a Santorino nell'Arcipelago sul principio del nostro secolo, n'è un bell'esempio, avrà, dico, empito prima tutto quel fondo, che alla radice de' monti inalzati vi rimase dapprima, indi pareggiato coll'alto pelo del mare il fondo istesso alla radice medesima, avrà cominciato a formare quella spiaggia avanzandola, come andiamo osservando ogni anno, e restituendo alla Rep. nelle vaste pianure, che vi si scorgono, quello, che nello spogliare i monti, i colli, i campi le andava di mano in mano togliendo.

Molto maggiori deposizioni ha fatte il Tevere, fiume più grande, ove sbocca nel mare, molto maggiori ancora il gran Po di Lombardia, aiutato da tanti fiumi, che giù dagli Appennini scendendo entrano nell'Adriatico sullo stato Veneto, nel Ferrarese, nella Romagna, nella Marca, nel Regno di Napoli, e molto, e incomparabilmente molto maggiori il Nilo là nell'Egitto, dove dalle sue deposizioni sono nate campagne immense, e per delle centinaia di miglia lontano dal presente lido dal mare, si trovavano pochi secoli addietro, ove già fu il tempio di Giove Ammone, gli anelli, a' quali ne' tempi più anteriori si legavano le navi, inoltratesi fino a quel segno pel mare allora fondo, ove adesso dopo lungo cammino vi giungono bene stanchi, e polverosi i carri.

All'opposto ove i fiumi o non vi sono, o sono pochi, e di piccolissimo corso, tutt'ora si veggono al mare istesso orride le rupi, e si mantiene il fondo perenne, con una

quantità innumerabile di sicurissimi porti, i quali per lunga serie di secoli durano, e dureranno, senza alcuno benché menomo aiuto d'industria, od arte. E questo nell'Adriatico sperimentiamo pur troppo dalla parte opposta in Dalmazia con qualche nostro vantaggio, ma con disavvantaggio più grave a molti doppj, dove nude selli, e monti ispidi, e scoscesi dappertutto servono di limite al mare, con una grande quantità di sicuri porti, per rifugio di quelle navi che d'altronde ci portano il necessario per vivere, ma con una troppo dannosa penuria di terre coltivabili, e però atte a somministrarci con tanto minore stento in casa quella sussistenza, che a costo di tanti rischi andiamo a ricercare altrove.

Oltre a questa rena, che i fiumi continuamente portano di nuovo al mare, quella, che o già portata da essi immediatamente in que' siti medesimi, o dalle tempeste strascinata più da lontano, già si ritrova in fondo al mare, serve pure alla Natura per ottenere la ricercata sua continuità, ed è pur luogo approposito di accennare, in che maniera la Natura istessa sene serva a questo fine, e cosa generalmente succeda in questo genere, mettendo insieme gli effetti della generale corrente, e delle correnti particolari, e delle tempeste cagionate da' venti, per poi discendere alla particolare costituzione di quel seno di mare, in cui giace Viareggio.

In primo luogo ogni acqua impregnata di arena, o terra, se stagna su d'un piano orizzontale, depone, se scende libera per un piano verticale, non tinge punto le sue pareti. Quindi per quanto poco torbida sia, se si muova con una certa abbastanza piccola velocità per un certo piano abbastanza poco inclinato depone, ma se la velocità, o la declinazione vada crescendo a poco a poco, si dee pur giugnere ad un certo termine in se medesimo ben distintamente determinato, in cui la deposizione si annulla; e ove o l'uno, o l'altro di questi due elementi si accresca alcun poco di più, dovrà il deporre mutarsi tutto all'opposto in escavare, e in cambio di lasciarvi alcuna cosa del suo sul fondo, dovrà l'acqua rapire parte di quello vi era, se ciò era una qualche sostanza mobile, e non troppo difficile ad essere asportata; giacché ove appoco, appoco un effetto scemandosi, finalmente si annulla, si volge per l'ordinario in un'altro tutto contrario, la quale cosa i Geometri, e Algebristi chiamano il passare di positivo in negativo, e sene vedono infiniti esempj non solo nella Geometria, ed Analisi, ma anche tra l'opere della Natura, e nello stesso uso civile.

Il piano, per cui vanno nel mare le correnti in vicinanza delle spiagge sottili, è per lo più un piano secondo quella direzione sensibilmente orizzontale. Quindi quando le loro acque sieno di quelle, che poco prima uscite sono dagli alvei de' fiumi torbidi, se la celerità delle correnti medesime non è rapida troppo, depongono piuttosto le loro arene, e si depurano. Ove poi la velocità medesima è grande assai, si può ben giugnere ad un segno, che in vece di depositare il torbidume, che in se contengano le acque, ne prendano del nuovo, e rodano piuttosto il fondo escavandolo, di quello l'alzino coll'impregnarlo della propria sua roba; la quale cosa allora più facilmente succederà, quando l'acqua medesima sia la già depurata, e solita acqua del mare lontana alquanto da' fiumi.

Le correnti, che in mare si incontrano in molti luoghi, sono certamente così veloci, che cagionano delle somiglianti escavazioni, e quelle anche sole, che in alcuni siti più

angusti, e nelle foci di certi fiumi nascono dal solo flusso, e riflusso del mare vi mantengono bene scopato, e ripulito il fondo, ritogliendo nelle ore della veloce corrente, quanto nel tempo delle intermedie calme vi si depone. Che la generale corrente del Mediterraneo, e dell'Adriatico arrivi a tanto in alcuni siti massimamente, dove essa mirasi assai più rapida, io fermamente lo credo.

So bene, che vi è chi pensa tutto all'opposto, e stima tanto languida universalmente questa generale corrente, che la stima non solo inetta a corrodere, e trasportare altrove le arene svelte dal fondo dell'alto mare, o delle spiagge, e rapite via seco, ma pur'anche a sostenere ogni piccola torbida, che in se contengano le sue acque, quando queste appartengano a' fiumi nelle loro più rapide piene impregnati ove passano per le campagne, giunta di fresco al mare, e portata via seco dalla corrente. Ma mi persuado, che essi l'abbiano osservata in tempi, e siti, in cui per delle particolari circostanze essa è molto più languida, come più languida, e quasi nulla, vedremo appresso ritrovarsi questa generale corrente la giù a Viareggio. Ma l'ho ben io medesimo sperimentata assai rapida nell'Adriatico, quando avendo nove anni addietro passato in tempo pericoloso tutto quel golfo con una piccola barca, mi ritrovai dopo la mezza notte trasportato dalla corrente medesima sotto Ancona, ne vi fù modo, per quanto sforzo co' remi si facesse, ad andare contro di quella, e contro un tenue venticello, che l'aiutava, senza per altro punto scomporre, anzi senza quasi incresparsi la superficie del mare, non solo di superarla, ma neppure di reggersi, e mi convenne secondandola andare all'opposto alle spiagge sottili sotto Loreto, e sbarcar ivi alla meglio.

Questo effetto l'hanno ben mille volte provato e nell'Adriatico, e nel Mediterraneo altri moltissimi, e si vede pur troppo nelle coste della Dalmazia, che la corrente generale spoglia totalmente il fondo di quelle poche arene, che i pochi fiumicciatoli, e rij, e torrenti, che pur vi entrano, portano seco, giacché fuori di qualche seno chiuso, e internato bene indentro, non vi si veggono spiagge in alcun luogo, ma scogli nudi, e pure rupi, che la corrente non può sensibilmente corrodere, ne portar seco.

Ma oltre a questa corrente generale vi sono di più, come di sopra si è detto, delle particolari correnti cagionate da' venti, i quali inoltre cagionano le onde, e queste correnti ancora, e le onde istesse nulla meno, che le correnti, contribuiscono alle corrosioni del fondo, e alle deposizioni sulle spiagge; ma ciò non fanno i venti, e le onde nate da essi in quella guisa, che tal'uno scrivendo su questa materia medesima ha pensato calcolando la velocità, con cui si avanzano le onde verso la spiaggia, e da questa velocità misurando gli effetti della corrosione del fondo, e delle deposizioni dietro gli ostacoli, che si frappongano a trattenerele.

In questa materia convien riflettere in primo luogo, che quando si avvanza l'onda, non si avvanza già per questo quell'acqua ancora, che forma l'onda, ne vien essa innanzi verso la sponda con quella velocità, che si vede nell'onda istessa. Per vedere una tale cosa, anche senza considerazione alcuna sulla natura dell'onda, e senza osservazione alcuna sullo stato di quell'acqua, in cui l'onda medesima si forma, basta riflettere al caso, in cui vengano le onde perpendicolari alla spiaggia. Se col venire innanzi le onde, venisse con quella medesima velocità verso la spiaggia tutta quell'acqua che le

forma, converrebbe o che si compenetrasse con se medesima, o colla spiaggia, o che ricuoprissi la spiaggia stessa, e si avanzasse ben addentro sulla medesima, per dare luogo alla sopravveniente, che viene appresso.

L'onda non è altro, che un'alzamento dell'acqua, che poi si abbassa, mentre intanto si alza quella, che le stava accanto, e rimaneva prima più bassa. Il caminare dell'onda, non è altro, che il mutarsi con una serie successiva que' siti, ne' quali l'acqua messa in moto per acquistare l'equilibrio ritolte, trascorre in su, e si alza, o il mutarsi successivamente quelle particelle, che si alzano. Ogni particella dell'acqua, che sta sulla superficie, non fa quasi altro, che un alzarsi, ed abbassarsi successivo, e il venire allo stesso sito un'onda, dopo l'altra, non è il giugnervi una parte d'acqua, che stesse altrove, dopo l'altra; ma un venire successivamente il tempo, in cui quella medesima particella dopo di essersi inalzata, indi abbassata, si alza di nuovo, e si abbassa, e poi di nuovo alza con varie veci. Per potere eseguire questi successivi inalzamenti, e abbassamenti, si muove essa anche un pochino lateralmente, e molto più ha un tale movimento laterale una maggiore quantità d'acqua, che si ritrova alquanto sotto la superficie, ma questo laterale movimento non è neppure esso costantemente fatto nella direzione, in cui si avvanza l'onda, ma è un andare innanzi, e indietro con un'altra specie di oscillazione orizzontale, dalla quale congiunta con quella verticale, che abbiamo detta si compone il movimento tutto d'ogni piccola particella, che dopo una lunga serie di somiglianti vicende si ritrova al fine, appunto dove da principio si ritrovava.

Questa cosa si ricava generalmente dalla natura dell'equilibrio de' fluidi, e queste vicende di alzamenti, e abbassamenti successivi congiunti colla orizzontale oscillazione, la esprime a meraviglia il Newton nel secondo libro de' suoi principj, dove ne rappresenta agli occhi medesimi una ben viva, e ben espressiva imagine in un canale, che abbia un pezzo orizzontale, e due verticali, e sia pieno d'acqua, che si metta in moto. Si vedrà ne' due pezzi verticali alzarsi l'acqua in uno, mentre si abbassa nell'altro, e intanto tutta quella, che si ritrova nel pezzo orizzontale, e quella, che dopo vi entra da quel pezzo verticale, in cui l'acqua scende, muoversi orizzontalmente verso quel pezzo verticale, in cui sale, indi dopo una scorsa più lunga del dovere per l'impeto già concepito tornare indietro i movimenti tutti ed ivi l'acqua abbassarsi verticalmente, ove si era inalzata, e muoversi orizzontalmente verso la parte tutta contraria di prima. Anzi su questa imagine calcolando determina il tempo istesso, che vi vuole per la generazione di una nuova onda, e però la celerità, colla quale quell'onda, che ci comparisce andar'innanzi, si inoltra, ed avvanza, allontanandosi da quel sito, ove nacque, e si trova il tempo così determinato assai conforme all'osservazione, che si faccia sulle onde eccitate da un sassolino nell'acqua placida, e stagnante, o sulle stesse onde marine.

Che se uno vuole anche più evidentemente, e con molto maggiore facilità vedere questa cosa medesima, basta che sulla superficie dell'acqua quieta sparga una grande quantità di piccole pagliuzze, o sugheretti, indi gettatovi un sassolino, vi ecciti delle onde. Vedrà avvanzarsi quell'onde, senza che punto si avvanzino di sito quelle pagliuzze, o sugheretti, i quali vedrà sempre sul loro sito solamente inalzarsi, ed abbassarsi successivamente, secondo che ad essi arriva un'onda, o un intervallo fra onda e onda, e

l'avanzarsi di un'onda istessa, vedrà, che non è già un avanzarsi quel sugheretto, che le sta in cima, ma la sua cima scorrere da sugheretto a sugheretto, mutandosi il sito, in cui si forma, e però l'acqua, e il sughero, che resta in cima, essendo successivamente diverso, l'un dopo l'altro.

Questo succede sempre, ove una caduta verticale di un sasso, o una salita verticale di una bolla d'aria eccita le onde in una superficie placida di un'acqua stagnante. Quando poi le onde, o vengano eccitate da un vento, che obliquamente percuote la superficie dell'acqua, o vengano accompagnate da un vento, che orizzontalmente faccia scorrere l'aria sopra l'acqua medesima, succede allora, che una qualche quantità d'acqua, che sta sulla superficie medesima, o poco sotto, e sente il colpo, si avvanzi alquanto nella direzione del vento, che la percuote, e la spinge, e molto più ciò succede a' galleggianti, che come il sughero, essendo specificamente più leggeri dell'acqua, rimangano con una parte di se medesimi in aria. Percossi da questa, che percuote anche l'acqua, ma si muove con molto maggiore velocità di essa, si avanzano rispetto ad essa medesima nella stessa direzione del vento, il quale moto congiunto con quello dell'acqua mossa in superficie, che seco li trasporta, fa, che alquanto meno sia pigro il loro moto, onde verso la spiaggia si avanzano, e finalmente vi giungono, e questa è la ragione, per la quale i miseri galleggianti avvanzi di un qualche naufragio, e i cespugli, e i legnetti, che i fiumi portano in mare, giungono in fine al lido, e vengono ad esservi riggettati.

Ma questo moto è languido assai, e in lungo tempo fanno quelle galleggianti materie ben pochi passi, e molto meno ne fa quell'acqua, che si ritrova percossa e spinta sulla superficie medesima, o poco sotto. Ma qui conviene però distinguere due casi fra se molto dissomiglianti. Quando il vento viene perpendicolare alla spiaggia, questo avanzamento dell'acqua verso la superficie viene sempre ad essere assai lento, ne genera corrente alcuna. Spinge l'acqua verso la spiaggia, che resiste all'ulteriore suo moto, e non trovandosi determinata a scorrere lungo essa ne per l'una parte, ne per l'altra, solo si inalza, e gonfia, facendosi in questa guisa, che verso il basso una parte ne torni indietro, e tanta appunto, quanta sulla cima si avvanza per la percossa, che riceve dall'aria. Ma quando il vento viene obliquamente alla spiaggia, o parallelo ad essa, allora potendo l'acqua anche trascorrere, o obliquamente, come scende obliquamente per la gravità sugli piani inclinati; o liberamente con moto parallelo alla spiaggia, che al suo avanzamento non resiste, come liberamente cadono i gravi contigui ad un piano verticale, trascorre innanzi, e il vento cagiona una corrente, che va rasente la spiaggia, e in pari violenza di vento è sempre tanto più rapida, quanto l'inclinazione del vento alla spiaggia si fa con minor angolo, la qual corrente si forma non solamente sulla superficie dell'acqua, ma ancora alquanto sotto, dove giugne il consenso della percossa fatta in cima, o l'azione di quella qualche tenacità, che pur nell'acqua ritrovasi, e per cui gli strati alquanto inferiori vengono strascinati seco da' superiori percossi.

Queste correnti, se il vento è assai gagliardo, diventano alcune volte assai celeri, e quelle, che con una anche minore inclinazione di vento alla spiaggia si formano, vengono accelerate anche molto dalla pressione perpendicolare, che l'obliqua cagionata dal vento secondo la sua direzione fa nascere, mentre equivale a due, una

delle quali agisce perpendicolarmente alla spiaggia, e l'altra parallelamente alla medesima, e mentre questa seconda costringe a muoversi innanzi lungo la spiaggia e formar la corrente, quella prima costringe l'acqua ad alzarsi, e inoltre trattandosi di un fluido, che premuto con una direzione qualunque, le sue pressioni esercita per tutte le direzioni, aiuta quella seconda ancor'essa alcun poco, e trovando per la corrente già nata libero il moto, accresce ancor'essa la celerità concepita per quella direzione non sua.

Questo appartiene alla formazione delle correnti da' venti, le quali alcune volte sono violentissime, massime in alcuni siti ristretti, a' quali giungendo un'ampio strato di acqua già messa in moto, per passare conviene si alzi, indi acceleri alla gagliarda. Così nel piccolo canaletto, che si scavò per di dietro al porto di Capo d'Anzo, nelle lebecciate, che ivi agiscono contro la generale corrente, si vedeva ad ogni modo un movimento così veloce dal porto vecchio al porto nuovo, che un'Ingegnere mandatovi a prendere delle misure non poté in conto alcuno sostenervi una barchetta in mezzo, e prendervi le misure medesime. Ma spesso anche nel mare aperto queste correnti vincono di gran lunga la corrente generale del mare, e per esse l'acqua del Tevere, che per la sua enorme torbidezza ben si distingue dalla marina per un lunghissimo tratto, si vede nelle lebecciate gagiarde distendersi lungo la spiaggia di levante in una striscia gialliccia, e fangosa fino a capo d'Anzo per ben quaranta miglia, dove giunta fa de' grandissimi interrimenti, ma di questo diremo appresso.

Con questa sorte di correnti, ove non corre l'acqua tutta fino al fondo, come accade ne' siti aperti, ne' quali essa sia troppo alta, o almeno non corra colla medesima velocità, non si arriva per l'ordinario in vigore di questo corso a fare ivi delle corrosioni sul fondo, si arriva però bene spesso a sostenere per lungo tratto le materie, delle quali già sia impregnata di prima come evidentemente lo dimostra il fenomeno accennato nel numero precedente dell'acqua torbida del Tevere portata innanzi per tante miglia. Verso la spiaggia, ove la poca altezza dell'acqua permette, che l'acqua medesima si muova tutta in fino al fondo, si corrode talora il fondo istesso, e questa, credo, che in parte sia la ragione, per cui generalmente nelle spiagge sottili si veda un fondo alquanto maggiore in poca distanza dalla spiaggia, indi più innanzi un continuato banco di arena, o ridosso, su cui cominciano ad infrangersi le onde, e spumeggiare assai più di quello facciano dopo passatolo in quell'intervallo più profondo, che vi rimane tra il medesimo dosso, e la spiaggia asciutta.

Questo, dico, che credo essere la cagione in parte, e non in tutto di quel fondo maggiore di mezzo. La cagione anche più efficace ne è certamente la natura delle onde, che vicino alle spiagge infrangendosi vi cagionano de' movimenti assai veloci, delle quali diremo or'ora alcuna cosa. Intanto convien riflettere, che le correnti in questa guisa generate da' venti, anche sulla superficie medesima dove radono la spiaggia possono distaccarne delle particelle, ed impregnarsene massimamente ove il vento venga obliquo alla spiaggia, e l'acqua sia nel correre premuta contro di essa. Imperocché un movimento parallelo alla spiaggia non la corroderebbe o nulla affatto, o quasi nulla,

ove nel correre lungo essa non avesse questa laterale spinta, con cui la preme; la quale pressione quanto è più gagliarda, tanto anche la corrosione divien maggiore.

E per questo appunto e in questa sorte di correnti, e ne' fiumi, ove le spiagge, o le ripe non giacciono dolcemente declivi, ma si alzano quasi a perpendicolo, una veloce corrente, che obliquamente le investa, o anche parallelamente le rada, fa delle gagliarde corrosioni al basso, che costringono i pezzi di sopra rimasti come sospesi a venire giù, i quali stemprati nell'acqua istessa e via portati dalla corrente, lasciano poi luogo all'ulteriore escavazione, e corrosione somigliante alla prima. Il peso superiore costringe l'acqua più bassa ad esercitare secondo ogni direzione una pressione, e però anche perpendicolarmente a quella spiaggia lungo la quale scorrendo l'acqua la rode, e tanto la rode più a pari velocità, quanto la pressione suddetta è maggiore, massime quando le particelle non giacciono in un piano orizzontale, o poco declive, onde convenga sollevarle in alto per trasportarle, ma in un piano verticale, onde ogni piccola smossa le fa cadere di fianco, e ne facilita il trasporto.

Quanto si è detto dell'azione delle correnti, viene turbato non poco dalla agitazione delle onde in un mare tempestoso, la quale introduce de' particolari movimenti, e, ove sono alte le onde, assai violenti, e fa degli altri gagliardi effetti, che interessano la presente ricerca. Abbiamo detto sopra al num. , che nella formazione delle onde il movimento delle acque è una specie di oscillazione, con cui esse salgono verticalmente, e discendono, dove per dar luogo a quelle, che scendono, e occupare il sito di quelle, che salgono conviene, che una gran quantità d'acqua, che rimane più al basso, abbia anche un veloce corso orizzontale dal sito, che corrisponde sotto qualunque cavallone, al sito, che corrisponde all'intervallo basso fra due cavalloni, sito, in cui con un posteriore inalzamento si forma dopo il cavallone medesimo, o piuttosto questo rigiro si fa in una gran quantità di particelle per molte linee curve con movimenti, che in se contengano del movimento e verticale e orizzontale composti insieme.

Questo movimento però non si comunica a qualunque profondità d'acqua, ma alquanto sotto l'infima discesa degli intervalli tra cavallone, e cavallone, per uno spazio sufficiente al rigiro necessario per la formazione dell'onda, e continuazione dell'oscillare richiesto dall'equilibrio perpetuamente affettato, e perpetuamente perduto, si ha il movimento dell'acque. Più sotto si sta in una piena calma, e quiete, ne dal superiore tumulto cagionato da' venti, ne giugne a un fondo di certa altezza maggiore, o minore secondo che i cavalloni delle onde maggiori sono, o minori, ne giugne alcun menomo sensibile contrasegno, o sentore.

Finché il fondo dell'acqua è maggiore di quello spazio, che è necessario per avere tutta la suddetta economia di movimenti, le onde liberamente si inalzano, e si sprofondano, e crescono coll'andare innanzi anche per le nuove ulteriori percosse de' venti, ne si rompono, se non che alcun poco per l'istesso impulso, che i cavalloni inalzati ricevono più direttamente dal vento presi di petto, onde spesso ricadono in se medesimi, e fanno della schiuma, che anche in alto mare si vede sempre congiunto colla gagliarda impressione de' venti, la quale cosa medesima dello scomporsi alquanto l'onda, e infrangersi in cima, e rovesciarsi in se medesima, e sobbollire, succede ancora per molti



irregolari movimenti, che nascono nell'acque istesse dalla ineguale impressione de' venti, la quale confonde alquanto tutta la serie, che altrimenti riuscirebbe molto più regolare, delle onde, che si formano, e si propagano.

In questi siti la formazione medesima delle onde, e tutti i regolari, o irregolari movimenti delle acque, che da essa dipendono, non portano alcuna alterazione del fondo, ne vi cagionano alcuna sorte di corrosioni, essendo il fondo istesso in riposo. Ma non succede già lo stesso ove il fondo sia minore del bisogno. Ivi l'acqua nell'avvallarsi, e andare giù, percuote il fondo, e si intriga, imbroglia per se medesima, ed offende il fondo istesso escavandolo ed impregnandosi delle sue arene, e ciò non tanto collo stesso verticale colpo, quanto collo strisciare, che deve farsi orizzontalmente, e raderla, per quell'orizzontale moto, che è pur necessario massimamente nelle parti inferiori, come si è detto di sopra.

Dove il fondo è abitualmente piccolo, come nelle lagune anche vaste, ma basse, per quanto gagliardo soffi il vento, o per quanto le esalazioni sotterranee sprigionatesi da qualche parte del fondo istesso, sconvolgano il pacato equilibrio dell'acque, le onde non si inalzano mai, appunto per questa ragione istessa, oltre a certa determinata non grande altezza, resistendo subito al loro aumento l'incontro del fondo, in cui urtano nell'abbassarsi. Dove all'opposto il fondo è grande, se inoltre è grande il tratto per cui si propagano, e sentono le continuate percosse de' venti, sorgono ardate ad una spaventevole elevazione. Così nell'Adriatico verso le coste della Dalmazia, ove il fondo è bassissimo in modo particolare i venti australi, che attraversano il golfo tutto, così i medesimi in alto mare nel Mediterraneo alquanto lungi dalle sottili spiagge, alzano onde spropositate, che a rimirarle quando uno vi si trova in mezzo in un bastimento non così grande, compariscono spaventevoli montagne, e molto più ogni sorte di venti impetuosi nel vasto Oceano fanno sorgere veri altissimi gioghi d'acqua in quelle onde terribili, della alternativa delle quali con molto maggior ragione può dirsi quello, che disse già Ovidio delle sue tanto minori *iam iam tacturos sidera summa putes ... iam iam tacturas Tartara nigra putes*.

Quando accade, che queste onde così alte, e gonfie, per un mare tutto assai profondo arrivino agli scogli, che ne interrompano il corso, allora sì, che secondo le diverse combinazioni de' movimenti co' quali si incontrano in quell'ostacolo, e principalmente secondo le diverse direzioni di essi, nel rompersi l'onda medesima, si alza una quantità grande della sua acqua tutta spumante in aria a delle altezze enormi, giacché la continua sopravvegnenza di quella, che alle spalle viene incalzando la già incontratasi ne' macigni, stringendola ivi, e premendola, e urtandola continuamente con tutto l'impeto già concepito, la costringe a schizzare, dove trova meno resistenza su in aria con una enorme velocità, e così talora ho veduto a Ragusa le onde altissime arrivare dal mare aperto fino allo scoglio non così basso, su cui si inalzano le sue mura, urtandovi rompersi con tale impeto, che delle grandi masse di acqua distaccatane, e spinta obliquamente da quell'urto, e dal vento medesimo hanno sormontato lo scoglio, e le mura, e passata una strada, e un giardino, che vi è di mezzo, son venute ad investire di petto le finestre anche de' piani più alti del Collegio de' Gesuiti, che rimane là ritirato dietro

allo scoglio, alle mura, alla strada, e a quell'orto. Un vascello medesimo, benché in gran parte ubbidisca al movimento delle onde, ed ora con esse si inalzi alle stelle; ora si sprofondi agli abissi, pure frequentemente per quella sola minor prontezza, che in esso vi ha, di conformarsi al movimento già concepito dell'acqua, ne rompe le onde in maniera, che le medesime vi si lanciano attraverso, saltandone da parte a parte tutta la sua larghezza, e la schiuma sopra la poppa, che per altro va fuggendo a seconda del movimento medesimo dell'onda, si lancia in aria sopra le vele.

Ne deve ciò recar meraviglia; giacché rimanendovi molti piedi di altezza dalla sommità dell'onda, al più profondo avvallamento, già per la sola discesa accelerata de' gravi, si acquista presto una enorme velocità, la quale nell'occasione di quell'ostacolo, che si incontra incredibilmente viene accresciuta, da quell'impeto già concepito, con cui la sopravveniente acqua già messa in moto pigia, come si è detto, e incalza, e fa schizzare di fianco l'altra, che tra essa, e l'ostacolo incontrato si trova rinserrata, e ristretta.

Ora supposta questa sicurissima teoria dell'onde [...]

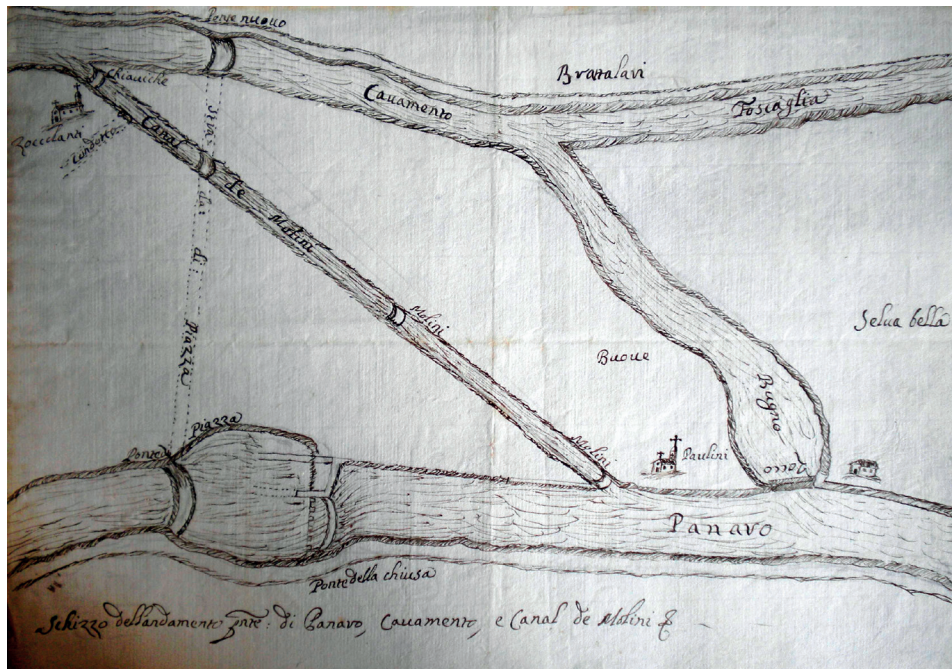
Essendo il mare nella foce basso braccia 3 on. 7.  $\frac{1}{2}$  sotto il parapetto della sanità al secondo pilastrino venendo da Viareggio, il quale parapetto alto dal piano del cassone braccia 1 on. 8 al ritorno, che per altro era cresciuto un poco il flusso, ed il Lebeccio fu un'ora prima trovato il mare al confine del Pisano lontano dall'ultimo palo vecchio braccia 15.

La spiaggia di Ponente lungo il muro del cassone andava dal principio di detta casa, che guarda Viareggio fino al mare braccia 9. Ma per 7 in 8 braccia ivi andava più verso il mare la spiaggia, che in poca distanza di là. Cioè l'acqua arrivava alla gomitata, o angolo della grande svoltata

La dirittura della spiaggia di Levante veniva poco più in fuori della stessa casa lontana da detta faccia braccia 32. Ma vicino al molo rientrava la spiaggia in dentro per braccia 46. Sicché era più vicina a Viareggio che detta faccia braccia 11.

[...]

8  
Lavori sul Panaro presso Finale  
1758



Andamento del Panaro presso Finale nel XVII secolo<sup>71</sup>

<sup>71</sup> Archivio di Stato di Modena, *Acque e Strade*, n. 51.

Il quattro marzo 1758 Boscovich lasciò Vienna per rientrare in Italia: durante il viaggio verso Roma fece tappa in alcune città, tra cui Modena, dove fu ospite del duca Francesco III<sup>72</sup>, il quale lo interpellò affinché facesse un sopralluogo sul fiume Panaro nei pressi di Finale per verificare lo stato di alcuni lavori di manutenzione, in corso di realizzazione sotto la direzione del matematico Vandelli<sup>73</sup>.

Il Panaro, a partire dal XIV secolo rappresentò la più importante via d'acqua e l'unica a scorrere per intero in territorio estense. Nel 1300 l'alveo del Panaro a sud di Bomporto era pressoché coincidente con quello attuale, mentre il Naviglio di Modena aveva un percorso indipendente dal Panaro, unendosi al Secchia presso Finale<sup>74</sup>. La vicinanza del Panaro al Naviglio, in prossimità di Bomporto fece sì che in tempo di piena le acque del primo si riversassero nel secondo, favorendone l'interrimento. Per questo motivo nel 1347 si decise l'immissione del Panaro nel Naviglio presso Bomporto. Dopo il 1432 con il taglio di Bomporto, il Panaro fu riacquisito da Modena, costituendo, insieme al Naviglio, la principale idrovia estense<sup>75</sup>.

Il Naviglio collegava la darsena della città con Bomporto, dove iniziava la navigazione in Panaro. A sud di Finale il Panaro si divideva in due rami, il Cavamento verso est, un tempo adibito ad uso di scolo, e il ramo della Lunga, verso nord, che fino alla fine del XIX secolo attraversava la città e aveva un andamento più tortuoso. Il Panaro era separato dal Cavamento mediante il cosiddetto "Zocco del Muro", ossia un muro usato come regolatore e costruito nel 1535 a monte della città di Finale nell'argine destro

<sup>72</sup> Francesco III d'Este (Modena, 1698 - Varese, 1780) fu duca di Modena dal 1737. Fu protagonista delle vicende che segnarono i destini dell'Italia settentrionale dopo lo scoppio della guerra di successione polacca nel 1733. Al termine della guerra di successione austriaca (1742-1748) con la pace di Aquisgrana gli fu confermato il possesso del ducato e da allora rimase fedele all'imperatrice austriaca. Il matrimonio tra Ercole, figlio di Francesco III, e l'erede del ducato di Massa e Carrara, Maria Teresa Cybo-Malaspina, permise a Francesco III di ottenere uno sbocco a mare per il ducato. Grazie alla posizione strategica del ducato di Modena, punto di incontro tra la pianura padana, la Liguria e la Toscana, Francesco III fu al centro delle attenzioni del governo austriaco in Italia, che mise in atto una opportuna politica di alleanze. Grazie ad un accordo matrimoniale (1753) con cui la nipote del duca fu concessa in moglie al terzogenito dell'imperatrice d'Austria, il casato estense fu legato agli Asburgo. In cambio Francesco III ottenne fino al 1771 la carica onorifica di amministratore del ducato di Milano. Per la biografia completa si veda MARINA ROMANELLO, *Francesco III*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, ad vocem, vol. 49 (1997).

<sup>73</sup> Francesco Vandelli (Modena, 1694 - ivi, 1771) nel 1754 subentrò al fratello Domenico nell'incarico di matematico ducale e come professore di matematica a Modena. Diresse alcuni lavori idraulici, tra cui la diga attraversante il Panaro, detta zocco del muro presso Finale Emilia. Come riferì Girolamo Tiraboschi, Vandelli ebbe modo di mostrare più volte la sua perizia nella scienza delle acque "e singolarmente nella costruzione del zocco del muro nel Panaro sopra il Finale, per divider le acque e sostenerle alla necessaria altezza ad uso de' molini di quella Città". TIRABOSCHI [1781-86], vol. V, pp. 346-347.

<sup>74</sup> Finale, appartenente ai territori dell'abbazia di Nonantola, nel XII secolo passò sotto il comune di Modena e due secoli dopo sotto il dominio estense. Nel 1779 fu elevata al rango di città. POZZI [1990], p. 137.

<sup>75</sup> PELLEGRINI [1990], p. 21.

per deviare parte delle acque del fiume durante le piene. Tali acque, che si dirigevano verso il paese, erano obbligate a passare per un canale piuttosto stretto, mentre le navi erano costrette a transitare per il ramo della Lunga che, dopo aver attraversato la città, proseguiva verso nord nelle valli di Finale<sup>76</sup>.

Il Panaro fungeva da confine con lo stato del Lombardo - Veneto tra Scortichino e Malcantone, qui entrava nel ducato di Ferrara, a Bondeno seguiva l'antico alveo del Po di Ferrara e alla Stellata sfociava in Po<sup>77</sup>.

Alla fine del XVI secolo, con la chiusura del ramo del Po di Ferrara e la devoluzione di Ferrara allo Stato Pontificio (1598), la navigazione estense si svolse lungo il Naviglio e il Panaro e la capitale del ducato fu trasferita a Modena.

Nel 1788 Lodovico Ricci così descriveva la città di Finale: "Città posta parte sopra alcune Isole formate da diversi rami del Panaro, parte sulla sinistra del medesimo Fiume non lungi dal confine di Tramontana del Ducato di Modena. [...] Il Panaro giunto a questa città dividesi col mezzo di due Chiuse, ed un gran Regolatore detto Zocco del Muro, e si sparte in tre Rami per servire alla Navigazione e ai Molini, ed insieme per mitigare l'impeto delle acque in tempo delle escrescenze"<sup>78</sup>.

Per migliorare l'idrovia esistente e consentire il transito di imbarcazioni più grosse, nel 1840 il duca Francesco IV decretò la costruzione di un nuovo canale di navigazione e irrigazione che da Bomporto conduceva a Finale, dove si immetteva nel Panaro. Il progetto fu avviato, ma non concluso per gli alti costi. Nella prima metà del XIX secolo frequenti furono le piene del Secchia e del Panaro; la sopravvivenza di Finale era a rischio poiché nel ramo della Lunga, che attraversava la città, si stava progressivamente innalzando il fondo e le arginature in muratura non erano più sufficienti. Nel 1847 fu consultato l'ingegnere Elia Lombardini: si decise la soppressione del ramo della Lunga e l'inalveazione del Panaro in un nuovo alveo parallelo al Cavamento, costruendo un nuovo Naviglio che da Bomporto, attraverso Solara, passasse a nord di Finale e si congiungesse nel nuovo Panaro poco a sud di S. Bianca<sup>79</sup>.

Il sopralluogo sul Panaro effettuato da Boscovich su richiesta del duca di Modena si svolse il 23 marzo 1758; nella visita fu accompagnato dal matematico Vandelli e dall'abate Bianchi<sup>80</sup>. In una lettera, scritta da Venezia il 18 marzo, il gesuita preannunciò il

<sup>76</sup> Riferimenti allo "zocco del muro" si trovano in TIRABOSCHI [1824]: "fu anche innalzato presso il Finale il Risortatore, che ora in più solida forma ampliato dicesi il Zocco del muro, per il quale una parte delle acque del Panaro va a scaricarsi nel Cavamento sopra il Finale", vol. II, p. 177 e in LOMBARDINI [1865], pp. 264-266.

Sull'argomento è conservato presso l'Archivio di Stato di Modena un cospicuo fondo, *Acque e Strade*, n. 51, contenente non solo conti e comparti di spese, ma anche carteggi, memorie e documenti relativi allo zocco del muro.

<sup>77</sup> PELLEGRINI [1990], p. 28.

<sup>78</sup> RICCI [1788], p. 87.

<sup>79</sup> PELLEGRINI [1990], p. 37.

<sup>80</sup> Felice Antonio Bianchi (Arquata Scrivia, 1714 - Soliera, 1778), segretario di Stato del duca di Modena, fu ispiratore ed esecutore delle radicali riforme amministrative e politiche attuate negli stati estensi tra il 1750 ed il 1775. PISTONI [1984].

suo arrivo a Ferrara, da dove si sarebbe portato a Finale “per acqua, o per terra”<sup>81</sup>. Già un anno prima, alla fine di aprile del 1757, in una lettera al fratello Natale, Boscovich riferiva di essere stato richiesto dal duca di Modena per “visitare certi lavori d’acque, che egli ha fatti fare”, ma di non aver potuto esaudire tale richiesta poiché ancora impegnato a Vienna per la causa delle acque lucchesi<sup>82</sup>. In quello stesso periodo il duca di Modena interpellò per un parere anche il matematico Giovanni Poleni, che redasse una breve memoria sull’argomento<sup>83</sup>.

Nella primavera del 1758, al tempo della visita di Boscovich, erano in corso alcuni lavori di rifacimento sul Panaro: si trattava di sostituire lo zocco antico, rovinato dal fiume, con uno nuovo. Quando giunse sul posto, Boscovich vide lo zocco vecchio, situato tra due muri, sollevato di 3 braccia rispetto al fondo del fiume. L’acqua deviata nel canale aveva una caduta di 6 braccia e, durante le piene, era stato osservato che le acque sormontavano di 7 o 8 braccia la superficie dello zocco. La direzione del canale era quasi perpendicolare a quella del fiume, piegandosi inferiormente verso sinistra. Per più di due secoli, fino a quando lo zocco era stato protetto dai muri laterali, le acque si erano spartite in maniera ottimale. A metà del Settecento erano stati rovesciati vari muri laterali, tra cui lo zocco, che Boscovich vide demolito. Furono rilevate diverse corrosioni, sia al termine dei muri laterali, che in paese. I muri restringevano la corrente e, quando l’acqua usciva dalla strettoia, non solo si dilatava, ma inoltre “voltava in quella cavità il corso indietro”. Ai piedi dello zocco rovesciato il gorgo era molto profondo; il terreno era smosso e costituito di sola arena in modo tale che non c’era modo di liberarlo dall’acqua e asciugarlo per poter garantire un lavoro stabile. L’anno precedente un “Ingegnere forestiere”<sup>84</sup> aveva tentato invano di asciugarlo, ma nonostante i ripari fatti dalla parte del fiume le acque avevano continuato a riempire quella vasca. In questa situazione si riteneva impossibile ristabilire lo zocco, che nel passato aveva spartito molto bene le acque.

Boscovich vide poi un altro tipo di lavoro assai dispendioso che, negli anni precedenti si era tentato di sostituire allo zocco del Corradi<sup>85</sup> e che, non essendo riuscita l’operazione, ora si stava disfacendo per servirsi altrove di quei materiali. Vandelli inoltre aveva proposto un rimedio che consisteva in una sorta di zocco nuovo, simile al vecchio “nell’apertura, che deve farsi nell’argine destro del fiume, costruendovi due muraglie parallele, che diano il principio al canale nuovo, il quale poco più giù deve imboccare in quello, che riceveva le acque del zocco vecchio nel sito, in cui esso

<sup>81</sup> Archivio di Stato di Modena, *Acque e Strade*, n. 51, cc. 2.

<sup>82</sup> PROVERBIO [2012], p. 297.

<sup>83</sup> Archivio di Stato di Modena, *Acque e Strade*, n. 51, cc. 7. La memoria, autografa, è datata Padova, 14 aprile 1757.

<sup>84</sup> Il nome non veniva specificato da Boscovich, ma si tratta probabilmente di Giovanni Poleni.

<sup>85</sup> Domenico Corradi (Modena, 1677 - ivi, 1756) dal 1694 fu accolto presso la corte di Rinaldo I d’Este come matematico ducale. All’inizio del XVIII secolo realizzò alcuni lavori sul Panaro, tra cui la ricostruzione della chiusa detta “zocco del muro”, alla biforcazione del fiume, scavando un nuovo condotto che prese il suo nome. Per una biografia di Corradi si veda PANTANELLI [1911].

aveva quella gomitata, onde vi debba imboccare l'acqua nella sua stessa direzione, e senza farvi nuovi arti diversi da que' di prima". Il nuovo zocco doveva innalzarsi sul fondo del fiume alla stessa altezza del vecchio e sulla sua cima doveva esservi un piano inclinato in muratura che portasse la caduta più lontana. L'opera si differenziava dalla precedente per vari aspetti: il nuovo zocco era più lungo dell'antico, il canale non era più perpendicolare al fiume, ma inclinato rispetto al muro di 60° per meglio dividere le acque che lo avrebbero urtato, una parte sarebbe entrata nel canale e un'altra avrebbe avuto il suo corso per il letto del fiume. Si pensava di costruire il nuovo zocco "alquanto indentro nel nuovo canale" e di rivestire di muro tutta la sponda sinistra e parte della destra. Si proponeva di distendere il piano inclinato per 70 braccia facendo in modo che terminasse pressoché orizzontalmente e, finiti i muri laterali, di collocare "alquanto più discosti da ambe le parti gli argini del canale nuovo per garantirli dalle corrosioni laterali". Per meglio assicurare le fondamenta dei muri dello zocco era opportuno scavarle più in profondità.

Boscovich, chiamato ad esprimere un parere su questa serie di interventi, riteneva che il ripristino, se possibile, dello zocco antico nello stesso luogo e con la medesima forma fosse da preferire a qualunque altro rimedio, "giacché si aveva di quello una lunga esperienza in ordine alla giusta divisione delle acque", ma vista la cattiva costituzione del terreno sul fondo del sito dello zocco vecchio era pure pienamente persuaso "della impossibilità di ristabilirlo senza un troppo eccessivo, ed intollerabile dispendio, superiore di molto al vantaggio, che se ne possa sperare". Egli approvò l'idea di fare un lavoro simile all'antico in un sito poco lontano, ma dove il terreno fosse di migliore qualità. Osservò che, trattandosi di deviare una quantità d'acqua tale da garantire il buon funzionamento dei mulini, dava "a mille doppj più lumi l'esperienza di tanto tempo fatta sul lavoro antico, che i calcoli". In generale, quindi, Boscovich approvò l'idea di Vandelli: il progetto, se ben eseguito, avrebbe fornito il desiderato profitto. Entrando più nello specifico, egli suggerì alcune riflessioni, volte ad una maggiore sicurezza del buon esito. Due erano i punti principali da tenere in considerazione: una giusta spartizione delle acque e la sicurezza delle opere da eseguire. Boscovich era convinto che il nuovo lavoro avrebbe deviato una maggiore quantità d'acqua rispetto al passato, non solo per la maggiore larghezza, ma anche per l'inclinazione che si sarebbe data al canale nell'imboccatura. Infatti "un canale perpendicolare alla direzione del fiume, riceve meno acqua, che uno voltato in gran parte contro il fiume medesimo; perché nel primo entra l'acqua lateralmente colla velocità, che acquista dalla pressione sua medesima, e nel secondo entra anche buona parte colla velocità già precedentemente concepita". Appena introdotta l'acqua, si sarebbe visto se il fiume fosse stato sufficientemente alto. All'eccesso d'acqua, già previsto da Vandelli, si sarebbe potuto ovviare restringendo l'imboccatura nel sito dello zocco o alzando lo zocco. La prima soluzione avrebbe reso le cose più conformi allo stato precedente, ma la seconda avrebbe anche potuto produrre dei buoni effetti. A proposito del modo di divertire le acque, Boscovich approvò l'idea di dare al muro un'inclinazione di 60°, ma a proposito delle sue facce fece due riflessioni: concordò con Vandelli nel voler fare cava quella rivolta verso il

canale per assecondare la natura, che non svoltava mai bruscamente, e suggerì di fare altrettanto con quella verso il fiume. Infatti se quest'ultima fosse stata parallela alla sponda opposta del fiume vi sarebbero state delle corrosioni inferiormente. Boscovich approvava anche che la ripa opposta del canale fosse curva, ma non era necessario rivestirla di muro. Se si fossero osservate corrosioni tali da far temere una rotta, si poteva avanzare il muro di difesa e rivestire la ripa con palizzate. In ogni caso l'argine fatto costruire dal Corradi a poca distanza garantiva a sufficienza il paese dal pericolo di rotte improvvise. Il muro laterale, così come lo zocco, dovevano essere abbastanza grossi e ben affondati nel terreno: i pali, dunque, dovevano essere sufficientemente lunghi da uscire dall'acqua ed essere incorporati nel muro di fondamento. Per impedire che i muri venissero scalzati lateralmente, si potevano rivestire sul fondo con palizzate. Riguardo alla caduta dell'acqua Boscovich propose di "rompere la velocità della caduta medesima" facendo degli scalini, ciascuno con un sufficiente ripiano orizzontale. In ogni scalino l'acqua avrebbe acquistato una velocità proporzionale alla sola altezza del gradino e alla fine la velocità sarebbe stata molto minore di quella che si sarebbe avuta da una caduta continua per un piano inclinato. Secondo Boscovich sarebbe stato utile fare alla fine dell'ultimo scalino una platea orizzontale con il fondo e i lati in muratura. In caso di corrosioni laterali, se ne doveva monitorare il progresso. Se la corrosione fosse cresciuta fino a ridursi ad insenature, l'acqua dai lati invece che proseguire, avrebbe iniziato a tornare indietro e tra le due correnti, diretta e retrograda, si sarebbero formati dei vortici dannosi. Una volta individuato il punto in cui iniziava il moto retrogrado, si sarebbero fissate la larghezza e la forma del canale, dotando le ripe di piccole palizzate. Boscovich sperava che in questo modo l'acqua avrebbe proseguito il proprio corso senza fare vortici o ulteriori corrosioni.

Nel 1813 l'ingegnere Giuseppe Bergolli in una relazione fatta alla Direzione Generale delle Acque e Strade del Regno Italico per liberare la città di Finale dalla minaccia del Panaro propose di chiudere il ramo della Lunga e di distruggere lo zocco del muro, dirigendo tutto il fiume nel Cavamento. Aggravatisi i pericoli per la città di Finale col chirografo del 27 maggio 1837 fu decretata l'immissione del Panaro nel Cavamento. Dovendo tener conto anche delle richieste del vicino Stato pontificio, nel 1839 fu stabilito che "sarebbe conservata la chiusa attuale dello Zocco del Muro, allungandola però da metri 27,98 a metri 43, onde impedire i rigonfiamenti superiori"<sup>86</sup>.

Nel 1864 Lodovico Bergolli in un articolo inserito nel *Giornale dell'Architetto* propose la totale demolizione dello zocco del muro e la sua sostituzione con una chiusa mobile, "al fine di rialzare quanto basta le acque del Panaro per animare tuttavia gli attuali molini del Finale"<sup>87</sup>. (*mgl*)

<sup>86</sup> LOMBARDINI [1865], p. 56.

<sup>87</sup> LOMBARDINI [1865], p. 163.



*Parere sulli nuovi lavori, che S.A.S. il Sig. Duca di Modena fa eseguire al Finale sul Panaro del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù*<sup>88</sup>

A richiesta fattami d'ordine di S. A. S. il Sig. Duca di Modena ho visitati i nuovi lavori, che si fanno sul Panaro vicino al Finale, sotto la direzione del Sig. Abb. Vandelli Matematico di S. A. S., per sostituire un nuovo zocco in cambio dell'antico rovinato dal fiume, e colla presenza di esso Sig. Vandelli, e del Sig. Abb. Bianchi Segretario di Stato di S. A. S. si fece l'accesso a' 23 Marzo dell'anno corrente 1758.

Il zocco è un muro, che serve di un regolatore fatto nell'argine destro del fiume per deviarne una quantità d'acqua nelle sue escrescenze, onde quella, che seguita ad andar avanti, e dentro il paese è costretta a passare per un canale ben angusto di sole 15 braccia di larghezza non sia più alta del dovere in un sito intermedio, in cui lateralmente deve fornire una quantità sufficiente d'acqua ad alcuni molini situati in un sito intermedio.

Vidi dunque il zocco vecchio, il quale era situato fra due muraglie, che erano il principio del canale, per cui l'acqua superflua usciva lateralmente sopra il detto zocco, che serviva di soglia, venendo deviata dal fiume. Il zocco era come mi dissero, sollevato 3 braccia dal fondo del fiume, rimanendo così sempre incassate ivi 3 braccia d'acqua. La sua lunghezza, o estensione da muro a muro, cioè la larghezza del canale, che riceveva l'acqua deviata, al suo principio era di 50 braccia: il fondo di esso canale era inferiore di 6 braccia della soglia, o sia superficie suprema del zocco, avendo così ivi l'acqua deviata 6 braccia di caduta: le piene massime sogliono alzare sopra la soglia, o superficie del zocco fino a 7 in 8 braccia, e il canale determinato nella sua origine da' muri laterali aveva ivi una direzione assai prossimamente perpendicolare alla direzione del fiume, piegandosi un pezzo più giù considerabilmente a sinistra.

Mi fu detto, che finché il zocco era stato illeso co' muri laterali, le cose erano ite benissimo in ordine allo spartimento delle acque, e l'esperienza era continuata per più di due secoli; ma al fine erano stati rovesciati varj muri, tra quali il zocco medesimo, che io vidi demolito, e vidi un gran fondo pieno d'acqua innanzi ad esso: finiti i due muri laterali verso il canale, vidi due grandi corrosioni da ambe le parti, che si ripiegavano in una considerabile larghezza in giro andando anche alquanto dietro le estremità di que' medesimi muri laterali. Una simile corrosione laterale vidi anche dentro il paese fatta dall'acqua subito dopo i muri che ivi la restringono tanto, e vidi quello, che anche altrove accade, che l'acqua uscita da quello stretto non solo si dilatava per correre innanzi con una sezione più larga; ma inoltre voltava in quella cavità il corso indietro facendo da ambe le parti.

Mi fu detto che a pie del zocco rovesciato quel gorgo era molto profondo, e il terreno era in una grande profondità smosso in modo, e empito di sola arena che non vi è maniera alcuna da liberarlo dall'acqua, e asciugarlo per potersi assicurare uno stabile lavoro: che l'anno scorso un Ingegnere forestiere si era compromesso di asciugarlo

---

<sup>88</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 40, cc. 15.

e lavorarvi, ma fatti i ripari dalla parte del fiume per escluderne le acque, si erano le medesime vedute sobbolire per di sotto, ed empire subito quella vasca, senza che mai riuscisse di vuotarla e lasciarvi stabilmente.

Questa era la situazione del luogo, in cui supposto quel fondo giusto, non si sperava più riuscibile il ristabilire nella sua forma antica il zocco, cosa che per altro sarebbe stata desiderabile, giacché si aveva quella così lunga esperienza di esso, che aveva molto bene spartite le acque, separandone quante appunto era necessario di separarne perché i molini inferiori avessero la necessaria sua quantità nelle piene, e l'inutile tentativo dell'anno scorso aveva finito di pervadere l'impossibilità di quel lavoro.

Più in su vidi un'altra sorte di lavoro assai dispendioso, che si era preteso di sostituire gli anni scorsi al zocco del Corradi, e che non essendo riuscito, si disfaceva attualmente per servirsi altrove de' materiali di quello.

In mezzo al zocco vecchio, e a questo nuovo lavoro mi si fece vedere il principio del lavoro proposto dal Sig. Abb. Vandelli, e già cominciato ad eseguire. Consiste questo in una specie di zocco nuovo, che debba avere una grande somiglianza col vecchio, benché secondo il piano mostratomi debba esservi ancora qualche dissomiglianza.

La somiglianza consiste nell'apertura, che deve farsi nell'argine destro del fiume, costruendovi due muraglie parallele, che diano il principio al canale nuovo, il quale poco più giù deve imboccare in quello, che riceveva le acque del zocco vecchio nel sito, in cui esso aveva quella gomitata, onde vi debba imboccare l'acqua nella sua stessa direzione, e senza farvi nuovi arti diversi da que' di prima. Fra questi muri vi deve essere il zocco, o muro verticale, la cui sommità, che deve essere la soglia di questo incile, debba inalzarsi sul fondo del fiume, quanto appunto si alzava quella del zocco vecchio. Deve dalla cima di esso esservi un piano inclinato fatto di muro, che porti la caduta più lontana, e cammini fra li due muri laterali.

La diversità ideata consiste in varie cose. In primo luogo, dove l'antico zocco era di sole 50 braccia, il nuovo si pensava farlo di braccia 54 sul riflesso, che se per qualche accidente non preveduto l'acqua deviata venga ad essere minor del dovere, fatto una volta il lavoro, non si può slargare per accrescerla; dove se essa venga ad essere maggior del dovere, si può facilmente restringere l'imboccatura. In secondo luogo si pensava di far, che il canale non fosse nella sua origine di direzione perpendicolare al fiume, ma inclinato alquanto contro la sua corrente, e si pensava di costruire il muro dalla parte inferiore sulla sinistra della imboccatura del nuovo canale con un angolo di incirca 60 gradi, che vada contro la corrente del fiume, accio meglio divida le acque, che l'urtano, determinandone una parte ad entrare nel canale, ed un'altra a seguire il corso pel letto del fiume, senza que' tanti vortici, e ripercossioni irregolari, che facevano le acque dopo l'urto nel muraglione non così angolare del zocco vecchio.

Si pensava inoltre di costruire il zocco nuovo alquanto indentro nel nuovo canale, e vestire di muro tutta la sponda sinistra di esso, che rimane inferiore rispetto al corso del fiume, e urtata da essa fino all'imboccatura, in cui vi deve essere il muro angolare, che parta l'acqua, ma si pensava di vestire la ripa destra tra il zocco e il fiume, solo per qualche determinato spazio sopra lo stesso zocco sul riflesso, che la medesima verso

la stessa imboccatura non rimane esposta all'urto dell'acqua, che entra nel canale con direzione tendente alla ripa inferiore opposta, e da quella parte semplicemente si espande pel proprio peso.

Il piano inclinato vi era idea di distenderlo per 70 braccia, dandogli però sul fine della curvatura sicché terminasse prossimo all'orizzontalità, ed ivi terminare anche i muri laterali, benché vi era, chi proponeva di fare il piano considerabilmente più corto e al fine di esso lasciare il residuo a quelle 70 braccia fatto orizzontale a modo di una platea.

Finiti i muri laterali vi era idea di fare uno scavo allargato addirittura da ambi i fianchi, anzi incurvato ancora alquanto indietro a somiglianza di quello, che era stato naturalmente fatto ivi prima dalla espansione laterale delle acque, e a questo intuito si pensava di collocare alquanto più discosti da ambe le parti gli argini del canale nuovo per garantirli dalle corrosioni laterali della espansione delle acque uscite dall'angustia de' muri.

Si era poi ben riflettuto, che conveniva fondar meglio tutti questi nuovi lavori, andando co' fondamenti molto più giù de' fondamenti de' muri dell'antico zocco, dove il terreno fosse assolutamente buono, e di rendere questo istesso fondo anche migliore massimamente in quella punta della imboccatura dalla parte sua inferiore sinistra, ficcando prima di murare de' pali a forza, che restringano, e così rendano più resistente il terreno.

Questo era lo stato delle cose, e queste le idee del nuovo progetto già incominciato ad eseguirsi, sul quale era richiesto il mio sentimento, che dissi a voce dopo maturo esame, e riflessione, ed ora distendo su questo foglio.

In primo luogo sono di sentimento, che quando si fosse potuto ristabilire nel medesimo sito il zocco antico nella stessa sua forma in quanto all'imboccatura, e con qualche variazione tendente solo alla sicurezza del lavoro, questo ripiego si sarebbe dovuto preferire ad ogni altro, giacché si aveva di quello una lunga esperienza in ordine alla giusta divisione delle acque, la quale col calcolo non così facilmente si ottiene esatta attesa la variazione, che una quantità meravigliosa di circostanze o difficili, o impossibili a ben determinarsi introduce ne' risultati de' calcoli fatti in materia d'acque co' metodi conosciuti fin'ora, e che sono in uso. Ma attesa tutta quella costituzione del fondo guasto a una profondità così grande sul sito del zocco vecchio, sono pure pienamente persuaso della impossibilità di ristabilirlo senza un troppo eccessivo, ed intollerabile dispendio, superiore di molto al vantaggio, che se ne possa sperare.

In secondo luogo approvo molto il fare un lavoro simile all'antico in un sito poco lontano, ma tale, che il fondo del terreno non sia guasto, come si vede essere buono il fondo in quel preciso sito, in cui esso lavoro si è cominciato. Trattandosi di divertire una quantità d'acqua proporzionata al buon regolamento de' molini inferiori, dà a mille doppj più lumi l'esperienza di tanto tempo fatta sul lavoro antico, che i calcoli. Potrebbero questi farsi sulli dati, che si sono enunciati di sopra; ma converrebbe inoltre avere una più precisa cognizione delle piene tanto in ordine alla loro altezza, quanto in ordine alla velocità, che ha l'acqua di quel fiume in esse piene nella sua superficie; ed inoltre anche allora le diverse resistenze del fondo, e delle sponde, e le direzioni del filone, il

quale all'apertura laterale varierebbe, renderebbero in parte assai più incerta, in parte assai più difficile la ricerca della proporzione dell'acqua, che passerebbe innanzi pel fiume, a quella, che andrebbe fuori pel diversivo; dove il confronto del lavoro nuovo col vecchio dà molti lumi assai più opportuni per una tale ricerca.

Vedo inoltre, che la solidità del nuovo lavoro richiede qualche variazione dall'antico; giacché l'antico, come si vede da molti contrassegni, si è dovuto risarcire più volte, e finalmente è stato rovinato in modo da non potersi più rimettere.

Quindi in generale approvo molto l'idea del Sig. Abb. Vandelli, e le sue mire; e inoltre parlando in generale del suo progetto io ho tutta la speranza, che quando venga ben'eseguito, debba ricavarne il desiderato profitto. Parlando poi in particolare anderò suggerendo alcune riflessioni; che ho fatte, e che tendono ad una maggiore sicurezza del buon esito, quali sottometto al più purgato giudizio del medesimo Sig. Abb., e per cui ho tutta la venerazione, e il rispetto, e degli altri più versati di me, e più illuminati.

Due sono gli oggetti principali, a' quali si deve avere tutto il riguardo in questi lavori: un giusto spartimento delle acque, e una sicurezza delle opere, che si devono eseguire, sicché sussistano esse, e dall'altra parte non ne nasca altrove alcun disordine. Parlerò dunque di questi due capi successivamente dell'un dopo l'altro suggerendo, quanto mi occorre.

In ordine alla divisione delle acque, io veramente sono persuaso, che il lavoro così, come si propone di farlo devierà una molto maggiore quantità d'acqua di quello ne deviasse prima il lavoro antico, e ciò non solo per conto della larghezza maggiore di 54 braccia, dove prima si aveva di sole 50, ma inoltre, e forse assai più, per quella obliquità, che rispetto alla direzione del fiume avrà il nuovo canale nella sua imboccatura. Un canale perpendicolare alla direzione del fiume, riceve meno acqua, che uno voltato in gran parte contro il fiume medesimo; perché nel primo entra l'acqua lateralmente colla velocità, che acquista dalla pressione sua medesima, e nel secondo entra anche buona parte colla velocità già precedentemente concepita. È vero, che anche nel caso dell'apertura perpendicolare sul lato, subito il filone si rissentente, e si piega verso quella bocca; onde anche allora vi entra qualche parte dell'acqua colla velocità anteriore, che aveva nel fiume; ma ciò accade molto, e molto più quando il canale medesimo è voltato contro la corrente del fiume, nel quale caso molto più il filone medesimo si inclina verso lo stesso canale, facendosi una corrente, che assai più direttamente imbocca in esso.

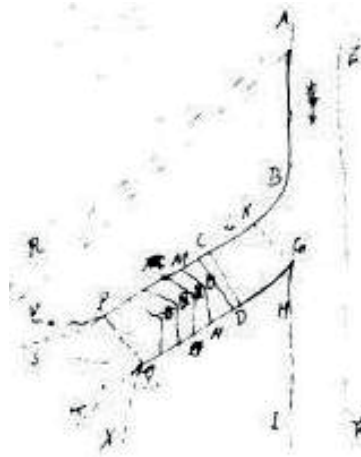
Quindi sono persuaso, che al primo introdursi l'acqua, si vedrà, se il fiume sarà sufficientemente alto, deviata una quantità d'acqua considerabilissimamente maggiore di prima. A un qualche eccesso già si era pensato dal Sig. Vandelli, e aveva apposta presa una larghezza maggiore, perché si può dopo restringere l'imboccatura. Lodo questo pensiero, e dalla superiore mia persuasione ne nasce, che credo devva infallibilmente esser necessario dopo il diminuire la quantità dell'acqua deviata. Propongo solo a riflettere, che questa diminuzione si potrà fare in due modi: col restringere l'imboccatura nel sito del zocco, o coll'alzare alquanto il zocco medesimo.

Il restringere renderà le cose più conformi allo stato di prima, la quale cosa deve essere valutata assai per l'esperienza già fatta; ma il rialzare il zocco potrebbe anche

produrre degli altri buoni effetti. Mi pare, che facilmente si raccolga, che quando rimanga incassato anche un braccio di acqua di più, i molini non ne avranno più del dovere, giacché quando l'acqua superava nel caso del zocco vecchio il zocco stesso per più braccia, pure i molini seguitavano a macinare; onde quando rimanga incassata tutta l'acqua nell'altezza di un braccio di più di prima, par che i molini debbano avere acqua piuttosto ancora inferiore, che superiore al bisogno. Dall'altra parte il tenerne incassata un poco più, fa che il fondo si mantenga sempre meglio, e le deposizioni sieno minori, e il corso del filone sia meno variabile. Potrà su tutto questo farsi una riflessione matura, massime regolandosi collo stato, che si aveva ne' molini allora, quando il fiume superava appena il zocco vecchio per un braccio, per risolvere, se nel caso, di cui io sono persuasissimo, che la quantità dell'acqua assorbita dal nuovo canale vi esca considerabilmente maggiore di quello, lo era prima, si debba diminuire questa quantità col solo restringere l'imboccatura, o piuttosto coll'alzare alquanto il zocco; seppure non si giudica di adoprare allora l'un, e l'altro rimedio.

Aggiungo solo, che per vedere quello, che accade, e rimediare a questo inconveniente, non basta l'osservazione fatta in un caso, o due, ma è bene osservare una intera serie di piene di tutto un anno.

Questo appartiene alla quantità delle acque, che si devono divertire: passiamo alla maniera di divertirle, in modo, che non ne sieguano de' danni altrove. Approvo molto in ordine a questo il fare, che il muro della parte inferiore della imboccatura abbia un angolo acuto, con cui riceva, e divida le acque, ma per avere nel medesimo angolo una abbastanza forte resistenza non vorrei neppure, che fosse troppo acuto, onde approvo l'idea del Sig. Abb. Vandelli, che non lo vuole più acuto di 60 gradi. In ordine però alle sue facce devo fare due riflessioni.



Rappresenti la figura annessa il fiume ABGHIFE; il zocco sia CD, l'imboccatura del canale nuovo BG, e in G la punta che deve spartire l'acqua. La sua faccia GD, che guarda il nuovo canale già il Sig. Vandelli pensava di farla cava, e l'approvo, per

secondare quanto più si può la natura, che non svolta mai crudamente in un angolo, ma adopra ne' movimenti una curvatura continua, secondando in ogni suo lavoro una stabile legge di continuità. L'altra faccia GH, che rimane a seconda del fiume, io penso, che debba farsi pure alquanto cava piegandola indentro verso H; perché se rimane parallela alla ripa EF, io credo, che vi saranno inferiormente in un sito alquanto lontano dall'angolo G delle corrosioni. Il filone nelle piene grandi volterà assolutamente verso l'angolo G piegando verso l'apertura laterale BG. Quindi vi sarà un urto nella faccia GH, benché assai obliquo, il quale farà una ripercussione, benché per la stessa obliquità assai inferiormente, verso F. Questo urto, e ripercussione si ponno o evitare del tutto, o minorare assai col piegare indentro, e incurvare alquanto anche il muro, e la sponda in GH. Questo sì, che una tale piegatura non si potrà fare molto grande, se non si deve far molto acuto l'angolo in G, come si è detto. Converterà poi, che la curvatura si butti a poco a poco in HI nella direzione naturale del fiume.

La ripa opposta verso B approvo, che si faccia incurvata, come già l'ideava il Sig. Vandelli colla convessità verso il fiume, per secondare la suddetta legge di continuità, e non vedo necessario il vestirla tutta di muro dalla estremità C del zocco CD fino a B, non dovendosi essere grande forza d'acqua, ne urto verso B. Credo, che sia necessario munire la sponda per qualche tratto CL sopra il zocco, dove opererà la ribattuta dell'acqua, che urtando sotto G sarà riflessa in là, ma questo sito lo potrà meglio determinare il Sig. Vandelli, quando avrà determinata la curvatura sotto G, la distanza del zocco CD, e esaminata la posizione del filone. Dico a questo proposito solamente due cose. La prima, che tirata la perpendicolare GK alla direzione del muro GD, il sito offeso dalla ribattuta sarà considerabilmente inferiore a K: la seconda, che converterà stendersi col muro CL piuttosto considerabilmente più di quello si stimerà necessario, che meno, per assicurarsi bene, che il zocco non sia preso per di dietro dall'acqua, e lasciato in isola.

Quando mai si vedesse, che verso B seguissero delle corrosioni tali, che facessero temere ivi di qualche rotta, si potrà dopo farvi avanzare il muro di difesa, e vestire la ripa con delle palizzate, e intanto ha notato benissimo il Sig. Vandelli, che l'argine AR del Corradi poco di là lontano garantisce abbastanza il paese circonvicino in ogni caso, che contro l'aspettazione seguisse in qualche rotta.

Convien badare bene, che il muro verso G sia abbastanza grosso, e ben fondato, della quale cosa lascio tutta la determinazione al Sig. Vandelli, e a' pratici del paese, e della qualità de' loro cementi. Dirò solo in ordine al fondamento una cosa. Oltre al battere i pali sotto al fondamento per rendere il terreno più consistente io stimerei cosa molto utile il fare, che una parte considerabile di varj di detti pali sovrasti in aria, e rimanga così incorporata nel medesimo muro del fondamento; onde detto fondamento abbia come una specie di radici profondamente conficcate nel terreno inferiore, per la quale cosa devono i pali medesimi essere di una considerabile lunghezza.

Questo medesimo gioverà molto anche sotto al zocco CD. Succede varie volte ne' fiumi, che l'acqua scavi l'arena, e il terreno rasente a' muri, che la restringono, fino a sotto il loro fondamento, i quali, perduto dalla parte interiore l'appoggio, piegano prima, e poi cadono in dentro nel letto del fiume istesso. Quelle radici profonde sostengono

il muro istesso, impedendone la piegatura, e l'effetto del peso laterale, e come i fiumi medesimi, spesso radunano della nuova arena, dove prima l'avevano tolta, si rifà dal fiume istesso l'inferiore appoggio, che si era prima distrutto, prima, che la continuata pressione possa rompere i pali, che la sostengono.

Peralto convien badare bene, che il fondamento e del muro laterale, e del zocco sia largo bene, e ben profondo, perché a piedi di esso verso il fiume temo assai, che si abbiano a fare degli scavi, mentre avviatasi la corrente nella parte del canale GDCB, e per almeno 3 braccia di altezza incontrando l'ostacolo del zocco CD, farà de' movimenti anche all'ingiù, e delle escavazioni almeno di tanto in tanto, le quali poi si riempiranno colle deposizioni massimamente, quando l'acqua vi rimarrà come morta al calar delle piene.

Fu motivato ancora, che si potrebbero vestire i muri laterali verso il loro fondo con palizzate, o tavoloni conficcati rasente i medesimi muri, e ben incastrati insieme, per maggiore sicurezza de' medesimi, e un tale lavoro credo certamente, che li assicurerebbe assai più, massimamente da quel pericolo di essere lateralmente scalzati.

In ordine alla caduta dell'acqua dal zocco CD al sito PQ distante da esso zocco per 70 braccia, fino al quale sito si pensa di proddurre i muri laterali, e il lastrico, e di farvi un piano inclinato, io veramente inclinerei molto ad un altro ripiego, che in più siti in somiglianti cadute riesce a maraviglia; ed è di rompere la velocità della caduta medesima col fare varj scalini, ciascuno col suo sufficiente ripiano. La grande velocità, che acquista l'acqua in una caduta di 6 braccia, è quella, che deve fare degli strani effetti e contro il muro laterale, e contro la platea sul fondo della caduta, e massimamente sul terreno, dove la platea termina, particolarmente, se essa termina sul fine della caduta. Il prolungare il piano della caduta non toglie punto la velocità finale, se non in quanto una più lunga frizione col fondo la scema unpoco; giacché il Galileo ha dimostrato, che la velocità al fine di tutti i piani comunque o più, o meno inclinati, purché sieno della medesima altezza, in vigore dell'azione della gravità è sempre la stessa; ne questa si può scemare, che unicamente col romperla.

È cosa manifesta, che se si fanno degli scalini con de' piani orizzontali, in ogni scalino l'acqua, che caderà quasi verticalmente acquisterà una velocità proporzionata alla sola altezza di quello scalino, e che questa dall'urto nell'inferiore piano, dovrà essere estinta in gran parte; anzi la velocità di quella, che sopravviene, rimane molto diminuita, da quella che rissalta. Così al fine dell'ultimo scalino si trova una velocità incomparabilmente minore, di quella, che si ha da una caduta continuata per un piano inclinato, o per una curva continua.

In oltre per minorare l'impressione dell'acqua ne' muri laterali giova assai il fare detti scalini ad angolo come si vede nel primo MON, colla punta O voltata contro la corrente, che viene. L'acqua, che dopo un piano cade giù dallo scalino, cade sempre da se perpendicolarmente allo scalino medesimo: quindi quella, che cade da una parte, va contro quella, che cade dall'altra, e in cambio di tormentare i muri laterali, si urtano fra di loro, e si dirigono in una direzione intermedia secondo l'andamento del canale.

Finalmente stimo, che sia cosa giovevolissima il fare, che al fine dell'ultimo scalino vi sia una platea orizzontale di fondo fortificato dalla materia murata, e chiuso fra muri laterali, in cui l'acqua prenda la direzione orizzontale, con cui prosiegua a muoversi fuor de' muri laterali, senza scavare il fondo, e senza far più vortici, ne gorgi, ne troppo forte impressione laterale.

Su questa idea dello spazio di 70 braccia tra CD, e PQ io ne destinerei una cinquantina solamente alla scala. Con 4 scalini di un braccio, e mezzo di altezza per uno si potrebbero avere tre ripiani intermedj di più di 16 braccia l'uno, che romperebbero molto la velocità concepita nella caduta, e vi rimarebbe dall'ultimo scalino al fine del lastrico PQ una ventina di braccia sufficiente a diriggere orizzontalmente il corso dell'acqua.

Que' ripiani si potrebbero anche fare un tantino acclivi per rompere meglio la suddetta velocità; ma come questo fiume nel principio della primavera porta giù anche quantità di diacci, per evitare ogni pericolo di arresti, credo, che sarà meglio fare i ripiani orizzontali, sugli quali i medesimi diacci saranno facilmente spinti innanzi.

Lodo molto il pensiero comunicatomi di assicurare bene le testate de' muri in P, e in Q; che nel zocco vecchio erano rimaste isolate, avendo l'acqua fatti degli scavi anche dietro i medesimi, facendo, come si è detto di sopra, due seni; benché sono persuaso, che attese le diligenze dette di sopra, ciò qui accaderà molto più difficilmente.

Io veramente ivi non farei in conto alcuno ad arte detti seni larghi, ma farei le sponde quasi rettilinee, che si andassero a poco, a poco slargando, come in PS, e QT, che finalmente con dolce curvatura terminassero nel canale uniforme, il quale deve continuare innanzi, e spererei, che un moderato uniforme slargamento dovesse evitare le corrosioni laterali, e molti altri cattivi effetti.

Il determinare alla prima uno slargamento tale, quale appunto la natura richiede, è cosa troppo difficile; benché io sia persuaso, che debba giovare assai, se a piedi degli scalini cominci subito a dilatarsi il canale, anche fra muri a poco a poco, onde vi sia una continuazione di slargamento. Ma la determinazione, che non si potrà avere da principio dalla teoria, si avrà facilmente a mio credere dalla osservazione.

Se vi saranno delle corrosioni laterali per PV e QX, richiedendo l'acqua già riddotta a minore celerità una sezione più larga per andare innanzi, si dovrà diligentemente osservare il progresso di tale corrosione. Sul principio certamente l'acqua seguirà ad andare innanzi in tutta la sezione del canale; indi se la corrosione anderà crescendo, fino a riddursi alla forma delle due laterali insenature, che si veggono sotto il zocco vecchio, e sotto al canale ristretto dentro il paese; si verrà ad un termine, nel quale l'acqua da' lati in cambio di seguitare ad andar innanzi comincerà come ivi faceva, e fa ora, a dar indietro, formandosi tra le due correnti diretta, e retrograda de' vortici, e piccoli gorgi, che poi rovinano il fondo, e fanno altri mali. Determinata coll'osservazione quella larghezza, nella quale comincia questo movimento retrogrado, fisserei ivi addirittura la larghezza, e forma del canale, vestendo le ripe con qualche piccola palizzata, la quale facilmente reggerebbe, dovendo ivi essere debolissima l'azione dell'acqua; e spererei, che allora l'acqua medesima fosse per andare stabilmente innanzi avanzandosi per tutta la sua sezione, senza vortici, e gorgi, senza corrosioni ulteriori, e senza pericolo delle



testate P, e Q, che altrimenti non resteranno mai abbastanza sicure. Il fare ad arte le due insenature, è a mio credere, un invitare l'acqua a far qualche riggiro, e avere quel movimento retrogrado assai pernicioso.

La direzione orizzontale, che avrà presa l'acqua nell'ultimo ripiano di 20 braccia incassato fra muri sopra PQ, spero, che impedirà ogni cattivo effetto di gorgi, ed escavazioni sotto la stessa linea PQ nel semplice terreno del canale; ma pure si potrebbe il medesimo fondo per qualche ulteriore tratto assicurare anche più con una moderata spesa, ficcandovi de' pali, e inchiodando sopra di essi de' tavoloni orizzontali, in un fondo tale, che siano abitualmente coperti dall'acqua, o dall'arena bagnata. Così il tavolato reggerà, senza corrompersi, e il fondo non si guasterà, come si è guastato nel zocco vecchio.

Questo è quello, che mi occorre tanto sulla divisione delle acque, quanto sulla sicurezza del lavoro, e che propongo in ossequio di S. A. S., e in esecuzione de' suoi comandi, rimettendomi e in ordine a tutto questo, e in ordine alle individue determinazioni di ogni particolarità al più purgato giudizio del Sig. Abb. Vandelli, che come tanto più illuminato di me, e più pratico del luogo, e delle più minute circostanze de' fatti, condurrà, come spero, felicemente al suo termine l'opera saviamente ideata, e prosperamente cominciata ad eseguire.





9  
**Lettera a Clairaut**  
**(1761)**



*Ritratto di Alexis Claude Clairaut*

Al termine del suo soggiorno modenese, Boscovich riprese il proprio viaggio verso Roma, dove giunse a maggio del 1758. La situazione era notevolmente cambiata: oltre alla nomina di un nuovo generale dell'ordine, Lorenzo Ricci<sup>89</sup>, era da poco stato eletto il nuovo pontefice, Clemente XIII, che subentrava a Benedetto XIV. La permanenza di

---

<sup>89</sup> Lorenzo Ricci (Firenze, 1700 - Roma, 1775) fu generale della Compagnia di Gesù dal 21 maggio 1758 al 16 agosto 1773.

Boscovich nella capitale fu piuttosto breve: ad agosto del 1759 egli si preparò a partire per un viaggio che lo avrebbe portato prima in Francia (agosto 1759-maggio 1760) e poi in Inghilterra (maggio-dicembre 1760)<sup>90</sup>.

Durante il suo primo soggiorno nella capitale francese, Boscovich ebbe modo di entrare in contatto con i principali esponenti della nobiltà, della diplomazia e della cultura, tra questi gli astronomi Nicolas de Lacaille, Joseph Jerome de Lalande<sup>91</sup> e Dortous de Mairan, e come socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Parigi, Boscovich prese parte a diverse sedute, nel corso delle quali incontrò gli accademici Lalande, Charles Marie de la Condamine, Joseph Nicolas Delisle. Particolarmente rilevante fu l'amicizia instaurata da Boscovich con il matematico ed astronomo Alexis - Claude Clairaut (Parigi, 1713 - ivi, 1765), a quel tempo già piuttosto noto nell'ambiente scientifico francese. Membro dell'Accademia delle Scienze di Parigi dal 1731, aveva presentato numerose memorie *Recherches sur les courbes à double courbure* (1731), *Théorie de la figure de la Terre* (1743), *Théorie de la Lune déduite du seul principe de l'attraction réciproquement proportionnelle aux quarrés des distances* (1752), *Tables de la Lune* (1754), fornendo importanti contributi alla geodesia teorica e pratica e all'astronomia. Dal 1758 aveva iniziato ad interessarsi allo studio delle comete, argomento sul quale presentò all'Accademia diverse memorie, ad agosto del 1759 e successivamente a marzo del 1760, *Théorie du mouvement des comètes*. In questo periodo particolarmente intenso dei suoi studi, Clairaut entrò in contatto con Boscovich, a fare da tramite tra i due studiosi fu il padre minimo François Jacquier<sup>92</sup>. Testimonianza dei rapporti di cordialità tra Boscovich e Clairaut fu la corrispondenza piuttosto regolare che i due instaurarono e che proseguì fino a luglio del 1764, qualche mese prima della morte dello scienziato francese. Lo scambio epistolare tra i due studiosi fu avviato dal francese a maggio del 1760<sup>93</sup>. L'estratto di una lettera di Boscovich a Clairaut fu pubblicata sul *Journal des Savants*.

L'opera di carattere prevalentemente astronomico presentava una riflessione sul fenomeno delle maree. La marea era definita come una periodica oscillazione del livello delle acque dell'oceano, sia in mare aperto, sia nelle insenature, prodotta dall'attrazione

<sup>90</sup> Sui soggiorni francesi di Boscovich si vedano i lavori di BÉDARIDA [1982], VIDAN [1982], TATON [1996].

<sup>91</sup> Joseph Jerome de Lalande (Bourg-en-Bresse, 1732 - Parigi, 1807), astronomo, coordinò il progetto per l'osservazione del transito di Venere sul Sole, il primo nel 1761 ed il secondo nel 1769. Tra il 1765 ed il 1766 effettuò un viaggio in Italia, parte del quale in compagnia di Boscovich. Nel 1795 fu nominato direttore dell'osservatorio astronomico di Parigi.

<sup>92</sup> TATON [1996], p. 418. François Jacquier (Vitry-le-François, 1711 - Roma, 1788) entrato nell'ordine dei Minimi fu inviato a Roma per completare il proprio corso di studi. Qui fu allievo di Thomas Le Seur (Rethel, 1703 - Roma, 1770) al quale fu legato da un intenso sodalizio umano e scientifico. La figura di Jacquier è stata oggetto di un recente convegno internazionale organizzato nella sua città natale in occasione del terzo centenario della nascita: *François Jacquier (1711-1788). Un religieux dans la république des lettres et des sciences au siècle des lumières*. Vitry-le-François, 14-15 ottobre 2011

<sup>93</sup> TATON [1996], pp. 429-458. Della corrispondenza si possiedono solo le lettere di Boscovich a Clairaut.

gravitazionale della Luna e del Sole sull'acqua e sulla Terra stessa. Trovandosi molto più vicina alla Terra rispetto al Sole, la Luna era la principale causa delle maree. Passando sulla verticale di un punto della superficie terrestre, essa esercitava una forza di attrazione sulle acque, che pertanto si innalzavano al di sopra del loro livello normale. Erano soggette a questa forza anche le acque che si trovavano dalla parte opposta della Terra, alla massima distanza dalla Luna. Le acque alte (flusso) e basse (riflusso) si alternavano in un ciclo continuo. In ogni sito costiero si verificavano due alte maree, una diretta e una opposta, e due basse maree per ogni giorno lunare.

Durante le fasi di luna nuova e luna piena, quando cioè Sole, Luna e Terra si trovavano in allineamento, le onde solari e lunari coincidevano. Ciò produceva le cosiddette maree sigiziali, durante le quali l'acqua alta raggiungeva il livello massimo e l'acqua bassa il livello minimo. Nelle sigizie le forze attrattive dei due astri, o la forza attrattiva del Sole e la forza centrifuga, si sommarono, provocando un maggior innalzamento del livello del mare.

Quando la Luna era al suo primo o terzo quarto, invece, si trovava ad angolo retto rispetto al Sole e le due forze di attrazione interferivano negativamente, la forza attrattiva del Sole e quella della Luna si neutralizzavano, provocando effetti di marea pressoché nulli. Questa condizione produceva le maree di quadratura, durante le quali l'acqua alta era più bassa del normale e l'acqua bassa più alta.

Per spiegare il fenomeno delle maree Boscovich concepì la Terra perfettamente sferica e avvolta dalle acque dei mari ("globo fluido") e immaginò che per effetto del Sole e della Luna diventasse un ellissoide. Il problema era trovare il punto in cui l'azione del Sole e della Luna produceva la maggior elevazione.

Nella spiegazione Boscovich si servì dapprima della costruzione geometrica e poi dei calcoli numerici. Sfruttando le proprietà del cerchio e dell'ellisse e richiamando alcune relazioni trigonometriche, ricorse alla teoria delle proporzioni per risolvere il problema.

La distanza Sole-Luna veniva espressa in termini di un angolo con vertice nel centro della Terra e i cui lati rappresentavano la distanza della Terra rispettivamente dal Sole e dalla Luna.

Fatta la costruzione, il calcolo numerico seguiva facilmente: Boscovich fece ricorso ad alcune nozioni elementari della geometria euclidea, quali le proprietà dell'angolo esterno di un triangolo e la relazione tra angolo al centro e angolo alla circonferenza. La costruzione geometrica consentì successivamente di calcolare una tavola delle anticipazioni e dei ritardi delle maree.

Nella seconda parte della lettera Boscovich si soffermò sulla parte astronomica del problema, descrivendo il percorso fatto da un generico punto durante le quattro fasi lunari (Luna piena, Luna nuova e quadrature).

Il problema preso in esame da Boscovich rientrava nella risoluzione del più generale "problema dei tre corpi", per il quale Clairaut nel 1747 aveva ottenuto una soluzione approssimata che applicò al moto della Luna. Tale problema consisteva nel descrivere il moto di corpi soggetti all'azione reciproca di più di una forza, ad esempio il sistema Sole - Terra - Luna oppure due pianeti in moto attorno al Sole.

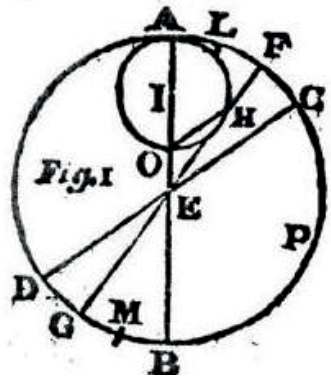
Il fenomeno delle maree e in particolare quello del flusso e riflusso del mare erano stati studiati dai più importanti matematici di quel secolo, primo fra tutti Leonhard Euler. La memoria di Euler, insieme a quelle di Daniel Bernoulli e di Colin Mac Laurin furono pubblicate nel terzo volume dell'edizione dei *Principia* di Newton curata da Jacquier e Le Seur<sup>94</sup>.

Il fenomeno del flusso e riflusso del mare era stato discusso più ampiamente da Boscovich nella memoria *De maris aestu* (Roma 1747), nel quinto opuscolo dell'opera *De litteraria expeditione* (Roma 1755) e nei supplementi alla *Filosofia* di Benedetto Stay (Roma 1755-60). Nella lettera a Puccinelli dell'8 febbraio 1764 Boscovich così si esprimeva sull'argomento: "Sul flusso e riflusso del mare, ho dati i fondamenti nell'Opera *de Expeditione Litteraria* nel 5 opuscolo, in cui ella troverà molte cose bene interessanti. Il teorema della forza del Sole, e della Luna fuori delle quadrature, e Szigie, l'ho dimostrato in una dissertazione nel giornale di Pagliarino"<sup>95</sup>. (mgl)

*Extrait d'une lettre du R.P. Boscovich a M. Clairaut, sur un problème relatif à la théorie du flux & reflux de la mer*<sup>96</sup>

Que  $A D B C$  soit un globe tout fluide qui par l'action de la Lune située sur la prolongation du diamètre  $A B$ , deviendrait un ellipsoïde dont le grand axe est  $A B$ , & qui par l'action du Soleil placé sur la prolongation de  $C D$  deviendrait un ellipsoïde dont l'axe serait  $B C$ . On demande l'endroit dans lequel l'action réunie des deux Luminaires produira la plus grande élévation.

Voici ma construction. Qu'on coupe le rayon  $A E$  en  $I$ , dans la raison de l'effet total du Soleil à celui de la Lune. Ensuite du centre  $I$ , avec le rayon  $I A$  qu'on décrit un cercle



<sup>94</sup> DANIEL BERNOULLI, *Traité sur le flux et reflux de la mer*; COLIN MAC LAURIN, *De Causa Physica Fluxus et Refluxus Maris*; LEONARD EULER, *Inquisitio Physica in causam Fluxus ac Refluxus Maris*, in JACQUIER - LE SEUR [1739-42], vol. III, pp. 101-342.

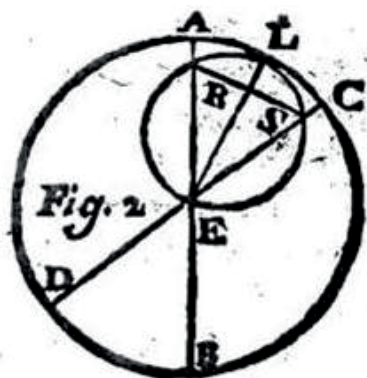
<sup>95</sup> TOLOMEO [1991<sub>a</sub>], p. 67.

<sup>96</sup> *Le Journal des Sçavans pour l'année MDCCLXI, juin*, Paris, chez Michel Lambert, pp. 438-441.

$AHO$  qui coupe le rayon  $EA$  en  $O$ . Qu'on tire la corde  $OH$  parallèle à  $BC$  & par les points  $E, H$ , le diamètre  $FG$ . Qu'on coupe enfin par la moitié les arcs  $AF, BG, AG, FB$ , en  $L, M, N, P$ , & l'on aura dans les deux premiers points la plus grande distance du fluide au centre, & la moindre dans les deux derniers.

La construction est simple, mais le calcul l'est encore plus. Qu'on fasse, comme la somme des effets entiers du Soleil & de la Lune est à leur différence, ainsi la tangente de la distance du Soleil & de la Lune, à la tangente d'un arc, qui étant ôté de cette distance, il restera le double de l'arc cherché  $AL$ ; c'est-à-dire, de la distance du lieu de la plus haute élévation de celui de la Lune & de son opposé. Le complément de cette distance donnera les points  $H, D$ , de la moindre élévation. Or comme les deux premiers termes sont constants, le calcul sera facile au moyen du 3<sup>e</sup> terme qui est le seul variable.

L'analyse Géométrique d'où dérive cette construction est facile. Si dans la Figure 2,



$ACBE$  est une ellipse dont le grand axe est  $AB$ , & dont le demi-axe  $EA$  surpasse son conjugué d'une petite quantité  $A$ , le rayon  $EL$  le surpassera d'une quantité  $\frac{ER^2 \times A}{EA^2}$ ,  $LR$  étant perpendiculaire à  $EA$ . Ce théorème est connu, & on le démontre par une propriété fort simple de l'ellipse & du cercle. Ainsi en supposant que le grand axe fût  $CD$ , & que la plus grande hauteur en  $C$ , fût  $G$ , l'excès en  $L$  seroit par la même raison  $\frac{ES^2 \times G}{EA^2}$ . Il faut donc faire que  $ER^2 \times A + ES^2 \times C$  soit un *maximum*,  $EA$  étant constant.

Maintenant lorsqu'on cherche le *maximum* de deux termes, il faut que la différence de l'un détruise celle de l'autre, afin que leur somme soit = 0. On aura par conséquent  $d(ER^2):d(ES^2)::G:A$ . Or c'est un théorème connu que si la différence de l'arc  $AL$  est appelée  $L$ , on aura  $d(ER) = RL \times L$ , & la différence de  $ES$  sera

$$-\frac{LS \times L}{EL} \text{ . Donc } d(ER^2) = \frac{2LR \times ER}{EL} \text{ \& } d(ES^2) = \frac{2LS \times ES}{EL} \text{ . Ainsi il faudra que}$$

$LR \times RE, : LS \times SE, :: G : A$  . Enfin le premier rectangle est au second comme le triangle  $LRE$  au triangle  $LSE$ , ou (ces triangles étant rectangles) comme  $RT$  à  $TS$ .

On tirera aisément de cette proportion la construction précédente, en faisant attention que le quadriligne  $RESL$  doit être inscrit dans un cercle dont le diamètre est  $LE$ . Dans ce cercle  $RLS$  est un arc double de celui qui mesure l'angle  $RES$ , & les arcs  $LR, LS$  sont doubles des angles  $AEL, CEL$ . Les sinus de ces arcs, (que je ne tire point, crainte de confusion) seroient comme  $RT$  &  $TS$ . Ainsi le problème se réduit à celui-ci : diviser le double de l'angle  $AEC$ , qui exprime la distance de la Lune au Soleil, en deux parties telles que leurs sinus soient entr'eux comme l'effet total du Soleil est à celui de la Lune, & les moitiés de ces segments donneront les deux angles  $AEL, CEL$ . Or c'est ce qu'on a fait dans la Fig. 1. L'angle  $AIH$  est le double de  $AOH$  ou de  $AEG$ ; de plus, comme externe, il est égal aux deux  $IEH, IHE$ , & les sinus de ceux-ci sont comme  $IH$  ou  $IA$ , à  $IE$ ; c'est-à-dire, comme l'effet total du Soleil à celui de la Lune. C'est pourquoi l'angle  $IEH$  est double de  $AEL$  dans la Fig. 2, & par conséquent en coupant  $AF$  par la moitié en  $L$ , on aura (dans la Fig. 1) le point  $L$  de la seconde.

Le calcul numérique suit aisément de cette construction. Car il n'y a qu'à faire, comme la somme des côtés  $IH$  &  $IE$  est à leur différence, ainsi la tangente de la demi-somme des angles en  $E$ , & en  $H$ , c'est-à-dire, de la moitié de  $AIH$  ou de l'entier  $AOH$ , ou de  $AEC$  distance du Soleil à la Lune, à la tangente de leur demi-différence, qui ôtée de la demi-somme, donnera le moindre ou l'angle  $IEH$ , & par conséquent l'arc  $AF$  double de  $AL$ .

Cette proportion fournit un calcul numérique très-simple pour former les Tables des anticipations & retardements des marées. Il n'y a qu'à faire un proportion dont les deux premiers termes sont constans & dont le 3<sup>e</sup> est la tangente de la distance de la Lune au Soleil, le quatrième sera la tangente d'un angle qu'il faudra ôter de la moitié de cette distance; le reste sera le double de la distance de la plus grande élévation du lieu de la Lune. La construction donne aussi avec la plus grande simplicité & la plus grande évidence tout les cas, & les quatre oscillations que le point  $L$  fait dans chaque Lunaison autour du point qui est immédiatement placé sous la Lune. Les voici.

Qu'on conçoive dans la nouvelle Lune, le point  $G$  en  $A$  (Fig. 1) lequel ira en s'éloignant vers l'Occident; ensorte que dans la pleine Lune il arrivera en  $B$ , pendant que  $B$  passera en  $A$ . Le point  $H$  sera aussi dans ce cas en  $A$ , & alors les points  $F$  &  $L$  y seront aussi. Mais la Lune s'éloignant du point  $A$ , le point  $H$  s'en écartera aussi, de même que  $F$  &  $L$ , jusqu'à ce que  $EF$  devienne tangente de la circonférence  $AOH$ . Ce cas donnera le plus grand éloignement du point  $F$  & du point  $L$  de  $A$ . Ensuite le point  $H$  s'approchant de  $O$ , ces points rebrousseront chemin, & le point  $A$  passera en  $O$  dans la première quadrature, & par conséquent les points  $F$  &  $L$  arriveront de nouveau en  $A$ . Après la première quadrature, le point  $H$  passera dans le demi-cercle opposé  $OVA$ , & par conséquent  $F$  &  $L$  se trouveront dans l'arc Occidental  $AN$ . Ainsi ils s'éloigneront d'abord de  $A$ , ensuite ils s'en rapprocheront dans un ordre opposé à celui du premier quart de Lunaison. Dans la pleine Lune le point  $H$  se trouvera de nouveau en  $A$ , ainsi que  $F$  &  $L$ , & on verra renaître la même suite de dispositions.



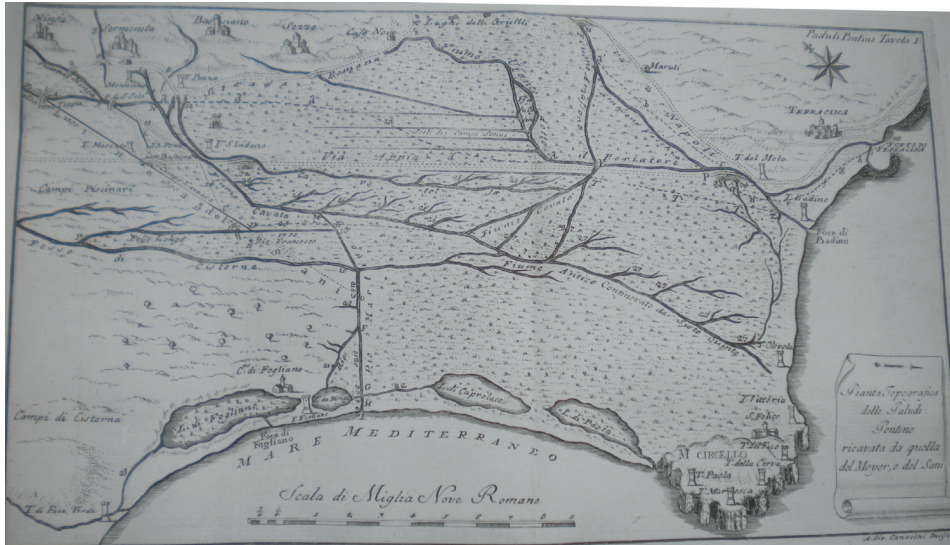
Ainsi le point  $L$  se trouvera en  $A$ , tant dans les sysigies que dans les quadratures, mais dans celles-là il ira d'Orient en Occident, & dans celles-ci en sens contraire. Il y aura quatre plus grandes élongations qu'on déterminera facilement. Dans le cas du contact de  $EF$  en  $H$ , on aura l'angle  $EIH$  droit, & l'on aura  $EI$  à  $IH$ , ou l'effet total du Soleil, à celui de la Lune, comme le rayon au sinus de l'angle  $IEH$  double de la plus grande élongation, dans laquelle le point  $L$  sera comme stationaire.

L'angle  $IHE$  est toujours double de la distance  $LO$  de la plus grande élévation au lieu du Soleil, comme on le conclut de la démonstration ci-dessus. Cet angle dans le cas du *maximum* est droit; donc quand le lieu de la plus grande élévation sera éloigné de celui de la Lune, le plus qu'il est possible, il sera éloigné de  $45^\circ$  de celui du Soleil.

Ainsi vous voyez, M. que toutes les petites circonstances se tirent de ma construction géométrique. Elle donne tous les cas & un calcul fort simple. Vous voyez enfin que la Géométrie bien maniée donne des solutions élégantes & utiles dans bien des cas. Quand elle a de l'élégance, elle me plaît beaucoup, quoiqu'elle ne puisse pas prendre un essor aussi sublime que les grands calculs.



## 10 Le paludi pontine (1764)



*Pianta topografica delle Paludi Pontine ricavata da quelle del Meyer e del Sani<sup>97</sup>*

A maggio del 1760 Boscovich lasciò la Francia per dirigersi in Inghilterra dove si trattenne fino alla fine dell'anno. Da qui ripartì alla volta dell'Italia attraversando Belgio, Olanda, Lorena e Germania e giunse a Venezia a metà di aprile. Qui era atteso dall'ambasciatore veneziano Pietro Correr, a cui si unì per un nuovo viaggio che lo avrebbe portato verso Costantinopoli, la Turchia, la Bulgaria, la Moldavia e infine la Polonia<sup>98</sup>.

Rientrato a Vienna a gennaio del 1763, ospite del collegio dei gesuiti, vi rimase fino a maggio di quell'anno, poi ripartì per l'Italia. A luglio del 1763 si recò a Lucca, fu poi a Venezia, Bassano, Brescia, Milano, infine giunse a Roma all'inizio di novembre. Durante la primavera del 1763 Boscovich aveva ricevuto ed accolto l'invito da parte dell'Università di Pavia per ricoprire la cattedra di matematica presso quell'ateneo<sup>99</sup>.

<sup>97</sup> XIMENES [1785].

<sup>98</sup> Del viaggio, iniziato il primo luglio 1761 e conclusosi alla fine di dicembre del 1762, Boscovich fornì un resoconto dettagliato in BOSCOVICH [1784].

<sup>99</sup> Boscovich accennò alla nomina all'Università di Pavia nel carteggio con G. S. Conti: "Ella avrà udita l'acclamazione insolita, con cui il Senato di Milano mi vuole a Pavia colla provvista di 300 zecchini annui di primo botto, e co' futuri aumenti. Le circostanze sono state tali, che il P. Generale non ha potuto dir di no, ed io non mi sono voluto opporre". PROVERBIO [2008], vol. V/1, p. 124.

Prima di prendere servizio a Pavia, su incarico del pontefice Clemente XIII, Bosovich si recò nelle paludi pontine per esaminare un progetto di bonifica proposto dagli architetti pontifici Gabriele Manfredi e Romualdo Bertaglia<sup>100</sup>.

Il territorio pontino, attraversato dalla via Appia, compreso tra i monti Lepini a est, il mar Tirreno a ovest, i colli Albani a nord ed il golfo di Terracina a sud ed esteso per circa 20.000 ettari, fu per una lunga serie di secoli dominato da una vasta palude. La principale causa dell'impaludamento era il flusso disordinato dei tanti torrenti che dai monti Lepini scendendo a valle con andamento tortuoso raggiungevano il mare con più difficoltà e maggior tempo. Prima di sfociare nel Tirreno nella comune foce del Badino, poco distante da Terracina, tutti i corsi d'acqua (tra questi l'Amaseno, l'Uffente, il Ninfa) vagavano per chilometri nella campagna, spesso parallelamente al mare. Questa situazione fu all'origine del continuo e disordinato spaglio delle acque, della costante sommersione delle terre e della formazione di acquitrini perenni<sup>101</sup>.

Tentativi di bonifica erano stati fatti già nel II secolo a.C. ad opera del console Marco Claudio Cethego che nel 160 a.C. per evitare i continui allagamenti di un tratto della via Appia fece realizzare un primo tratto del gran fosso, oggi noto come Rio Martino. Con tale canale navigabile parallelo alla via Appia, denominato Decemnovio poiché lungo 19 miglia romane, si voleva limitare l'avanzamento della palude e dare alle acque uno scolo in mare. I lavori riuscirono solo in parte a rallentare l'espansione della palude. I successivi interventi di parziale bonifica ad opera degli imperatori romani furono tutti orientati ad assicurare la percorribilità della via Appia.

Fino al XIII secolo molti eventi tumultuosi contribuirono a rendere nuovamente paludose e inospitali queste zone. Dopo gli assalti dei saraceni molte delle popolazioni cercarono rifugio nell'interno, verso i monti Lepini. Il centro di Ninfa, sorto intorno al XII secolo, sottomise i comuni rivali di Sermoneta e Sezze. Furono avviati nuovi progetti di bonifica e grazie alla sua posizione strategica la città prosperò. In età medievale le paludi pontine divennero feudo della famiglia gaetana dei Caetani, il cui ramo pontino ebbe sede a Sermoneta e a Cisterna. Il pontefice Bonifacio VIII durante il suo pontificato occupò Ninfa e vi insediò la propria famiglia, che ne rimase padrona per molto tempo. Fu questo un periodo storico particolarmente favorevole per la città, il pontefice fece intraprendere opportuni lavori per la bonifica delle paludi pontine. La decadenza di Ninfa fu dovuta al mal governo delle paludi pontine in età moderna: il

---

<sup>100</sup> Romualdo Bertaglia (Ferrara, ca. 1688 - ivi, 1763) fu, insieme a Teodoro Bonati (Bondeno, 1724 - Ferrara, 1820), il più importante idrostatico ferrarese del XVIII secolo. Sull'argomento si vedano BORGATO - FIOCCA - PEPE [1992]; BORGATO - FIOCCA [1980]. In merito al problema della bonifica delle paludi pontine, Bertaglia fu interpellato dai pontefici Benedetto XIII (1729) e Clemente XII e nel 1732 aveva presentato una scrittura sull'argomento. Dopo la visita del 1760, promossa da Clemente XIII, alla quale intervenne anche Gabriele Manfredi, i due professori diedero alle stampe il proprio resoconto: *Relazione delle Paduli Pontine de' Sigg. Gabriele Manfredi, e Romualdo Bertaglia, da essi firmata in Roma l'anno 1761*.

<sup>101</sup> BEVILACQUA - DORIA [1984], p. 31.

peggioramento delle condizioni igieniche della zona costrinse gli abitanti a stabilirsi a Norma, Sermoneta e Cisterna<sup>102</sup>.

Nel 1514 Leone X diede inizio ad una lunga serie di tentativi di bonifica, volti ad eliminare gli acquitrini nei pressi del litorale attraverso lo scavo di un canale detto Portatore o Giuliano che consentisse alle acque stagnanti del fiume Uffente di proseguire fino al mare anziché impaludarsi nelle campagne. Pio IV avrebbe voluto proseguire l'impresa bonificando la parte alta del comprensorio, ma il contrasto con i duchi di Sermoneta, che vedevano minacciati i propri proventi dallo sfruttamento della palude, impedì la realizzazione di qualsiasi opera. L'intervento di bonifica, promosso da Sisto V nel 1586 e mirato a prosciugare i territori di Sezze e Priverno, non interessò il Rio Martino ma si concentrò principalmente sul fiume Antico, successivamente noto come Sisto, regolandone il flusso, aumentandone la profondità e aprendo lo sbocco presso Torre Olevola nei pressi del Circeo. Alla morte di Sisto V, il lavoro si interruppe per mancanza di fondi e le zone parzialmente bonificate tornarono paludose.

Nel 1589, sempre sotto il pontificato di Sisto V, furono previsti alcuni interventi al porto di Terracina. Si valutarono due diverse proposte: ripristinare l'antica struttura romana o realizzare un porto completamente nuovo. Il rinnovato interesse per questo porto era dovuto al ruolo che esso avrebbe potuto svolgere come punto d'imbarco delle derrate agricole prodotte nelle aree bonificate e dirette a Roma<sup>103</sup>. I lavori al porto di Terracina proseguirono sotto il pontificato di Clemente VIII (1592-1605)<sup>104</sup>.

Nel XVII secolo ci fu una parziale ripresa dei lavori, ma le operazioni furono vanificate dai continui contrasti tra le diverse comunità, ciascuna delle quali rivendicava interessi particolari per i territori da bonificare.

A seguito di alterne vicende il progetto per il porto di Terracina fu parzialmente accantonato a favore di quello di Anzio. Quando nel 1764 Boscovich si recò nelle paludi pontine, valutò la possibilità di ripristinare il porto di Terracina. A presiedere alla realizzazione del progetto era stato designato prima il cardinale Baldassarre Cenci e, alla sua morte, il cardinal Bonaccorsi<sup>105</sup> con cui Boscovich effettuò il sopralluogo. La

<sup>102</sup> L'abbandono di Ninfa ebbe luogo tra il 1675 ed il 1680. Sulle vicende della città di Ninfa si veda TOMASSETTI [1979], pp. 459-475.

<sup>103</sup> SIMONCINI [1995], p. 25.

<sup>104</sup> Dalla seconda metà del Cinquecento i pontefici iniziarono a manifestare la volontà di avere a disposizione, oltre al porto-canale di Fiumicino, riservato alle esigenze del mercato romano, due porti lungo la costa tirrenica, in corrispondenza delle province di Patrimonio (comprendente la zona di Viterbo e della Tuscia, a nord di Roma) e Marittima (che si estendeva nella zona di Velletri e della Ciociaria, a sud di Roma, fino ai confini col Regno di Napoli). I territori a nord di Roma erano serviti dal porto di Civitavecchia, mentre per la zona a sud della capitale erano possibili due alternative: il porto di Anzio o quello di Terracina. Sulla possibilità di rendere agibile il porto di Anzio ci furono molte discussioni, nel dibattito settecentesco intervennero, tra gli altri, il francese Jacques - Philippe Maréchal, Luigi Vanvitelli e lo stesso Boscovich. Si veda SIMONCINI [1995], pp. 16-60, in particolare pp. 52-53.

<sup>105</sup> Simone Bonaccorsi (Macerata, 1708 - Roma, 1776) nel 1763 fu nominato delegato apostolico e commissario per la bonifica delle paludi pontine.

sua partenza da Roma era prevista per il 18 gennaio 1764, come confermò egli stesso in una lettera a G. S. Conti: “A’ 18 di questo parto per le paludi col Card. Bonaccorsi, e vi starò due mesi”<sup>106</sup>.

Il cardinale sottopose a Boscovich quanto era stato fatto e scritto, in particolare la relazione di Gabriele Manfredi e Romualdo Bertaglia. I due si trattennero nella zona nei mesi di gennaio e febbraio del 1764, raccolsero informazioni ed effettuarono numerose visite nei territori da bonificare. Boscovich aveva in precedenza esaminato la scrittura di Monsignor Bolognini<sup>107</sup> e il progetto di Angelo Sani<sup>108</sup>, con cui concordò per molti aspetti. Del suo soggiorno nelle paludi pontine Boscovich diede notizie in molte lettere inviate in quel periodo, raccontando le difficoltà dell’impresa e le attente misurazioni effettuate<sup>109</sup>. Egli era convinto della buona riuscita sia della bonifica della palude, seguendo e perfezionando le indicazioni dei due professori, sia della realizzazione del porto di Terracina e riteneva che il vantaggio di entrambe le imprese sarebbe stato molto maggiore della spesa sostenuta<sup>110</sup>.

La relazione di Boscovich era costituita da undici articoli, preceduti da un proemio, nel primo venivano analizzate le cause dell’impaludamento: lo straripamento dei fiumi e la difficoltà dello scolo, successiva al “travasamento”. Le inondazioni erano dovute a diversi agenti, la pendenza ridotta della strada, la strettezza e l’interrimento degli alvei, la mancanza o devastazione degli argini, mal costruiti e poco curati. Dal momento che l’acqua sparsa non aveva uno scolo immediato a causa di impedimenti sia naturali (alzamento dei fondi, ingombro di alberi ed erbe palustri) che artificiali (ordigni da pesca, in particolare quelli di Caposelce e del Canzo), le campagne inondate diventarono paludose. Appurato che il terreno delle paludi non era sorgivo (articolo II), Boscovich esclude che il ristagno fosse dovuto ai bassi fondi (articolo III). Tali affermazioni erano supportate dalle testimonianze di pescatori e cacciatori e dalle osservazioni fatte sul campo. L’articolo IV era dedicato ai progetti presentati da altri, in particolare alla scrittura di Monsignor Bolognini e al progetto di Angelo Sani. Nell’articolo V Boscovich discusse della qualità del terreno: confermò quanto sostenuto da Manfredi e Bertaglia, ossia che il terreno era di ottima qualità e adatto “per formare e sostenere argini”. Suggerì poi di conservare inizialmente quelli esistenti e di costruirne di nuovi in un secondo momento. Boscovich individuò i siti per i nuovi argini distinguendo quelli per le acque alte (il nuovo pezzo di alveo tra la Cavata e il

<sup>106</sup> PROVERBIO [2008], vol. V/1, p. 137.

<sup>107</sup> Emerico Bolognini, *Memorie dell’antico, e presente stato delle Paludi Pontine, rimedj, e mezzi per disseccarle*, presso gli Eredi Barbiellini, Roma 1759.

<sup>108</sup> Angelo Sani, agrimensore ed ingegnere, affiancò Boscovich nella visita, fu inoltre autore di un progetto e di una pianta delle paludi pontine: *Relazione dell’accesso alle Paludi Pontine esibita con sua Pianta il dì 15 Luglio 1759 a Monsignor Bolognini, per ordine del quale furono intraprese le operazioni*.

<sup>109</sup> ARRIGHI [1980], p. 113.

<sup>110</sup> Una copia manoscritta della relazione di Boscovich è conservata in University of California, Berkeley, ms. Carton 1, Folder 64-66, Item 57’, cc. 27.

Rio Martino e la continuazione di questo tra i laghi dei Monaci e di Fogliano) da quelli per le acque basse (la deviazione dell'Amaseno).

L'articolo VI conteneva un resoconto delle livellazioni eseguite da Manfredi e Bertaglia, accennando anche ad alcune misurazioni prese dal professore ferrarese già nel 1726 in occasione di una precedente visita. Boscovich fornì le indicazioni relative ad "ordine, e genere de' lavori" nell'articolo VII, che era diviso in tre parti: la prima relativa alla direzione delle acque alte, la seconda a quella delle acque basse e la terza dedicata al porto di Terracina. A proposito delle acque alte Boscovich riscontrò alcune supposizioni false fatte dai due professori, che furono discusse in maniera critica e opportunamente corrette. Tra le proposte di Manfredi e Bertaglia c'era quella di lasciar andare il Teppia e il Ninfa uniti fino al fosso di San Nicola e poi di farli confluire tutti nella Cavata, mentre secondo Boscovich si doveva lasciar andare nella Cavata solo l'acqua che già vi era e scavare un fosso che raccogliesse le altre acque e le portasse nella Cavatella insieme alla Ficuccia. Per garantire la bonifica sarebbe stato necessario mandare il Teppia per il suo antico letto ripulendolo oppure per la nuova linea progettata da Sani, unendogli il Ninfa poco sotto Tor tre Ponti, sgravando la Cavata di tali acque. I due professori suggerirono di aprire un alveo per condurre la Cavata al passo di San Donato: prescissero che il nuovo pezzo di alveo fosse una continuazione del Rio Martino con la stessa pendenza e che la terra dello scavo si usasse per formare due argini. Per Boscovich sarebbe stato meglio "venire colla stessa escavazione dal passo di S. Donato in sù verso la Cavata con un letto più acclive, e incavato in modo, da trovarsi nella congiunzione o sullo stesso fondo della Cavata, o solo un pajo di palmi sotto". Boscovich discusse dei lavori da fare nel Rio Martino, in particolare l'escavazione dal passo di San Donato fino al sito vicino alle mura di San Donato distinguendo due tratti: dalle mura ai laghi prescrisse un semplice pulimento del fondo, nei laghi invece una arginatura con palizzate e graticci a difesa degli argini. Fatta l'escavazione del Rio Martino, vi sarebbero entrati la Cavata e tutte le acque del fosso di Cisterna ora straripate. Dopo l'escavazione manuale la natura avrebbe provveduto a scavare il Rio Martino e anche gli alvei superiori si sarebbero abbassati senza bisogno di argini. I provvedimenti da adottare nel tratto dal Rio Martino ai laghi per Boscovich non presentavano problemi, mentre tra i due laghi individuò due difficoltà, una riguardava gli argini, per i quali sconsigliò di usare l'arena, l'altra era relativa alla pesca in quanto le proposte dei due professori, oltre a rovinare la pesca, avrebbero ristretto l'alveo. Per risolvere le difficoltà Boscovich presentò delle alternative: per gli argini suggerì di ricorrere alla terra buona che si trovava dalla parte opposta ai due laghi, per migliorare la pesca bisognava che il pesce andasse dal mare al lago, inoltre si dovevano rinfrescare i laghi con acqua dolce per mezzo di chiaviche. Sarebbe stato conveniente aprire due nuove foci al mare, da una parte e dall'altra del Rio Martino. Nel tratto finale, vicino allo sbocco in mare, rimaneva incerta la direzione che avrebbe preso il fosso di Cisterna, se per il rio Francesco o per il fosso Lungo. Di queste due soluzioni sarebbe stata preferibile la prima. Boscovich assicurò che l'abbassamento dei fondi, fatto dalla natura con lo scorrere dell'acqua e promesso dai due professori, era sicuro, bisognava però prestare

attenzione agli effetti delle corrosioni laterali: il timore era che le acque, nel tentativo di acquistare minor pendenza, incurvassero l'alveo. Si dovevano quindi porre rimedi e ripari, smuovere e arare il fondo per facilitare la corrosione del fondo piuttosto che quella laterale. Per impedire "stravasazioni" anche nelle piene si poteva pensare ad arginetti per incanalare le acque, evitando che andassero tutte nella Cavata. Risolti i problemi delle acque alte, Uffente ed Amaseno potevano scorrere liberamente e ricevere tutti gli scoli, a patto che si tenessero puliti gli alvei. Eliminate le due pesche e le passonate, l'Uffente si sarebbe abbassato, le rotte sarebbero state meno frequenti e gli scoli più liberi. Ripulito l'Amaseno, questo avrebbe potuto scorrere liberamente, facilitando la corrosione e l'incassamento. La terza parte dell'articolo VII era dedicata al porto di Terracina ed al suo prospettato ristabilimento. Manfredi e Bertaglia prescrivevano di deviare il corso dell'Amaseno, conducendolo diagonalmente per i campi di Sonnino, e di unire l'Uffente e l'Amaseno vicino alla Torre delle mole portandoli al sito dell'antico porto interrito e facendoli sfociare in mare alla punta del molo: "Prescrivono la forma dell'alveo, e degli argini. Aggiungono due altri archi al ponte di pietra, ... formano due lunghi muri da esso ponte fino allo sbocco colle colonnette per legarvi le navi, e fanno un muolo nuovo alla punta del vecchio, per difendere l'imboccatura". Erano convinti che il porto avrebbe giovato alla bonifica perché l'Uffente, entrando più tardi nell'Amaseno, sarebbe stato "più libero da' rigurgiti delle sue piene".

Boscovich individuò alcune difficoltà nel progetto di Manfredi e Bertaglia: era eseguibile, ma il porto sarebbe stato assai infelice e costoso da mantenere, sarebbe stato migliore se non vi si fossero condotti i due fiumi. A sostegno della sua tesi addusse alcune motivazioni: le materie torbide portate dall'Amaseno, responsabili dell'interimento del porto antico, il mare che vicino al porto urtava e corrodeva la scogliera e a poca distanza dalla riva era quasi subito profondo e privo di una spiaggia che portasse arene. Poste queste cose sarebbe stato meglio "pensar a ripulire dalle arene, e scavare una buona parte di esso porto vecchio, scavandone una superficie, che superi anche considerabilmente quella assai piccola dell'ideato stretto canale dal suddetto ponte fino al mare". I fondi, fatti una volta, si sarebbero mantenuti per lungo tempo; l'arena scavata, per evitare che ricadesse nel porto, si poteva contenere con una palizzata e si poteva usare dopo averla spianata sulla parte pantanosa del porto per togliere gli effetti dell'aria malsana. La bocca antica del porto non era adatta per le imbarcazioni: esse non avrebbero potuto navigare a causa del vento contrario e del piccolo fondo, a mala pena sufficiente per le "feluche". Sarebbe stato meglio fare l'imbocco nel punto di rottura del molo, opportunamente allargato in modo da agevolare l'entrata e l'uscita delle navi.

Nell'articolo VIII Boscovich consigliò di eseguire i lavori tra metà novembre e giugno in modo da evitare pericoli per la salute. Gli articoli IX e X fornivano indicazioni in merito alla pianificazione dei lavori, stabilendo l'ordine delle priorità e i tempi di realizzazione dell'opera. Il primo anno sarebbe stato dedicato alla pulizia e regolazione del Rio Martino, successivamente sarebbero stati eseguiti gli altri lavori: il taglio del passo di S. Donato fino alla Cavata, la pulitura del rio Francesco, del fiume antico e del fosso Lungo, lo scavo di un fossetto nei campi Piscinari tra il fosso Lungo e il rio



Francesco, la demolizione degli ordigni da pesca e delle soglie di Caposelce e Canzo, la pulitura di alvei e ripe della Cavata, dell'Uffente e dell'Amaseno. Alle indicazioni di carattere organizzativo Boscovich aggiunse alcuni consigli, tra i quali progettare una carta degli scoli particolari e prendere provvedimenti per il mantenimento dell'opera. A questo proposito sarebbe stato opportuno vigilare per mantenere scavati gli alvei e puliti gli argini e le ripe, estirpando le piante, evitando che si formasse una boscaglia che potesse nascondere eventuali punti bisognosi di riparo, prevedendo un'autorità pubblica che sovrintendesse all'opera.

L'ultimo articolo era dedicato all'esame delle spese: il progetto proposto da Boscovich era meno dispendioso di quello di Manfredi e Bertaglia. La deviazione del Teppia sarebbe stata meno costosa di quella per il Rio Martino, inoltre avrebbe garantito la perfezione dell'opera. Ridurre a coltura la campagna sarebbe costato considerabilmente, ma la spesa sarebbe stata compensata dalla gran quantità di legna da tagliare e vendere. Infine sarebbe stato vantaggioso il ristabilimento del porto di Terracina che avrebbe fatto risorgere il commercio nella città e nella provincia.

I sopralluoghi di Boscovich nelle paludi pontine si conclusero alla fine di marzo del 1764. Attraverso il carteggio con G. S. Conti si apprende che Boscovich partì da Terracina il 2 aprile e che giunse a Roma la sera seguente<sup>111</sup>.

Anche dopo la visita di Boscovich, le paludi pontine continuarono ad essere oggetto di studio: Pio VI durante il suo pontificato (1775-1799) diede notevole impulso alla bonifica, avvalendosi della consulenza tecnica del bolognese Gaetano Rappini (1734-1796). Tenendo presenti i passati tentativi di bonifica, fu accantonata l'idea di ripristinare l'antico Rio Martino come collettore principale del comprensorio e si pensò di ricorrere al vecchio canale parallelo all'Appia opportunamente allargato, ripulito e prolungato. Tale canale di scolo, che dal pontefice prese il nome di Linea Pio, attraversava la pianura longitudinalmente e sfociava in mare nei pressi di Terracina. Alla fine degli anni ottanta del Settecento l'opera era pressoché conclusa e consentì di potenziare la rete di canali e fiumi per la navigazione interna. Successivamente furono costruiti due alvei indipendenti per separare le acque alte da quelle basse allo scopo di alleggerire la portata del nuovo canale. Le acque dei fiumi e degli altri corsi d'acqua naturali della palude furono convogliate attraverso alcuni canali costruiti ex novo. Le fosse miliari, così denominate perché tracciate in corrispondenza delle pietre miliari della via Appia, furono destinate allo scolo delle acque piovane. Nel progetto di bonifica di Pio VI si collocarono alcuni interventi al porto di Terracina: in corrispondenza dell'antico porto si iniziò a scavare un porto-canale e furono edificate alcune strutture di supporto<sup>112</sup>.

Durante il periodo di dominazione francese (1808-1814) la bonifica fu proseguita con poco successo. Gli scarsi risultati prodotti dai lavori degli anni passati portarono ad escludere il progetto per migliorare il porto di Terracina, preferendo ricorrere alla

---

<sup>111</sup> ARRIGHI [1980], p. 132.

<sup>112</sup> SIMONCINI [1995], p. 59.

realizzazione di un nuovo porto alla foce del Portatore che presentava il vantaggio di essere collegato alla Linea Pio, principale canale di scolo della pianura pontina<sup>113</sup>.

Nel 1826, sotto il pontificato di Leone XII (1823-29), fu colmato l'antico porto di Terracina, sostituito dal porto-canale realizzato al tempo di Pio VI, mentre al tempo di Gregorio XVI (1831-46) l'ingegnere Gaspare Salvi fu incaricato di progettare un nuovo porto-canale dotato di molo, di cui fu avviata la costruzione, ma che rimase incompleto a causa dei moti del 1848<sup>114</sup>.

A metà dell'Ottocento Pio IX decise di costituire un consorzio per la cura e la migliore delle terre bonificate dai suoi predecessori: nacque nel 1862 il Consorzio della Bonificazione Pontina. Fu solo alla fine degli anni venti del Novecento che iniziarono i lavori per la bonifica totale dell'Agro Pontino, la cui direzione fu assegnata all'ingegnere Natale Prampolini. Il progetto, con cui si individuavano percorsi più brevi per ottenere il deflusso delle acque in mare, prevedeva di separare le acque montane da quelle di pianura, raccogliendo le prime in un canale proprio, detto Canale delle Acque Alte, mentre le altre, suddivise in acque medie e acque basse, venivano raccolte da una serie di canali e attraverso i due collettori, il Sisto e il Rio Martino, venivano fatte defluire in mare<sup>115</sup>. (mgl)

*Esame del progetto del Manfredi e Bertaglia in riguardo alle Paludi Pontine, e porto di Terracina fatto dal P. Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù*<sup>116</sup>

#### Proemio

Dopo di avere per due mesi continui visitati tutti i siti in persona con S. E. il Signor Cardinale Bonaccorsi, e pigliate sul luogo tutte le informazioni, e stesa a lungo la relazione dettagliata di tutte le visite, avendo letta, e innanzi, e dopo con attenzione la Relazione de' Signori Manfredi e Bertaglia, per esaminare la quale ho fatte con tante fatiche, e per meglio giudicarne ho osservato, ho interrogato, ho lette molte altre memorie correlative; vengo finalmente ad esporre in questi fogli, que' deboli lumi, che sull'argomento da essi trattato si sono presentati alla mia mente, non pretendendo in conto alcuno, che sieno preferiti a' loro, o a quelli di chiunque altro; anzi desiderando positivamente, che sieno posposti, per entrare meno garante col Principato, e col pubblico riguardo ad un affare di tanta importanza. Non mi sarei mai pigliato un tanto

<sup>113</sup> Il progetto rimase inattuato sia per la breve durata della dominazione francese, sia per la mancanza di finanziamenti. SIMONCINI [1995], p. 65.

<sup>114</sup> SIMONCINI [1995], p. 75.

<sup>115</sup> Tra il 1932 ed il 1938, a bonifica ultimata, furono fondate cinque città: Littoria (ora Latina), Sabaudia, Pontinia, Aprilia e Pomezia. Durante la seconda guerra mondiale le opere furono parzialmente distrutte ed abbandonate, solo dopo l'armistizio gli enti incaricati del mantenimento e della bonifica ripresero la propria attività grazie ai finanziamenti derivanti dapprima dal piano di ricostruzione economica europea (ERP) e successivamente dallo stato italiano, con l'istituzione della Cassa per il Mezzogiorno.

<sup>116</sup> XIMENES [1785], t. I, pp. 75-116.

ardire, trattandosi appunto di un affare pubblico, e così importante, e del progetto di due uomini, che coll'Italia e coll'Europa tutta io venero, ed ammiro mancati ultimamente in gran parte per le tante fatiche tollerate appunto in queste loro tanto accurate, e tanto laboriose ricerche; se non ne avessi avuto premurosa istanza da un Porporato sì degno, a cui il mio Ordine deve tanto, confermata con un Sovrano comando, a cui non potevo non ubbidire.

Comincerò col dire in generale, che io son persuaso pienamente, senza minimo principio di dubbio, de' seguenti due articoli essenziali, e interessantissimi. Dico in primo luogo, che si possa ottenere l'uno; e l'altro fine, cioè tanto della bonificazione di quasi tutta la vasta estensione delle paludi, quanto di avere un sufficiente porto a Terracina, e che il primo di questi due oggetti possa, e debba ottenersi mantenendo il fondamento principale, e la serie delle operazioni prescritte da' suddetti Professori, benché io pensi, che si possa desiderare almen per dopo alcuna cosa di più per perfezionare, e render sicura, e stabile la grande impresa: che in ordine al Porto si possa avere per altra via meno anche dispendiosa un effetto assai migliore.

Dico in secondo luogo, che il vantaggio dell'una, e dell'altra impresa sarà senza menomo dubbio incomparabilmente maggiore della spesa, che possa occorrervi.

Ma per proceder con ordine anderò in altrettanti articoli toccando que' punti, che i medesimi hanno nella loro Relazione trattati, sotto il titolo di Osservazioni. In quella copia, che ho presso di me, comunicatami da S. E., è stato messo per isbaglio ne' titoli delle Osservazioni, due volte il VII. Io la seconda VII, la metterò per VIII e così in poi. Quando avrò a citare i medesimi, dirò per brevità i due Professori, e quando citerò la suddetta mia relazione delle visite che è distinta in tanti numeri, dirò il mio, nel mio, secondo il mio numero tale, etc.

#### Articolo I

##### Cagioni dell'impaludamento

Queste cagioni essi molto bene le riducono a due: e sono il travasamento de' fiumi, e lo scolo impedito dopo il travasamento.

Per trattare del travasamento de' fiumi, essi li enumerano tutti, come pure i principali torrenti, e molto approposito li distinguono in alti, e bassi, e in chiari, e torbidi.

Gli alti son quelli, che nascono nella parte superiore de' paesi adjacenti alle paludi, e i bassi nella inferiore, i primi restano a chi da Sezze guarda il monte Circello tutti a destra verso la parte Occidentale, e i secondi verso l'Orientale a sinistra.

Tra li primi portano acque torbide il Teppia, e il fosso di Cisterna, con due torrentelli, che si chiamano Fossato, o sia Fossa di Sermoneta, e Portator di Bassiano: porta acque chiare il Ninfa, il Fosso di S. Nicola, il Portatore di Sermoneta, con tutta la serie delle acque sulfuree, una delle quali pel fiume Coperto, v'è in un alveo, che si chiama la Cavata, e che porta già ivi tutte le acque suddette chiare, e torbide, toltone il fosso di Cisterna, e andando tutte le acque sulfuree nella Cavatella.

Tra li secondi vi è l'Amaseno torbido, e l'Uffente chiaro: ad essi si può aggiungere un piccolo torrentello torbido, detto il Brivolco, che veramente sbocca nella pianura

sotto Sezze a man diritta, ma subito va ancor esso a man manca, e le acque chiare della fossa Gottarda, che porta le sorgenti vicine a' laghi Gricilli, e della Pedicata, che porta una serie di sorgenti nate accanto alla strada Romana sotto la porta de' Marusi, come pure un'altra serie di sorgenti più vicine a Terracina, che ricadono con varj fossi o nell'Uffente, o nel piccolo fiumicello di Terracina, il quale per l'ordinario è chiaro, ma nelle piogge si intorbida.

Queste acque da essi sono tutte ben descritte, toltine pochi siti ne' quali ho trovata qualche differenza notevole, e che richiedono per questo qualche provvedimento particolare. Di queste ho parlato nella relazione delle nostre visite dal numero 29, e dal 132, e risguardano le vicinanze de' laghi Gricilli, le sorgenti delle acque sulfuree che si chiamano acque puzze, tra le quali entra anche quella, che essi chiamano acqua Ficuccia, e il Fosso di S. Nicola, che essi per colpa de' loro indicatori confondono col Portator di Sermoneta.

Tutte queste acque toltone il solo piccolissimo fiumicello, che va nel porto di Terracina per dare comunicazione per acqua co' sandali, non hanno altro esito in mare, che la sola bocca dell'Uffente a Badino due in tre miglia lontano da Terracina.

La lunghezza della strada, che rende minore del bisogno la pendenza, la strettezza, e interrimento degli alvei, la trascuratezza in ordine all'allacciare le lunghe serie delle sorgenti, la mancanza totale degli argini, o la loro bassezza, e devastazione come pur quella delle ripe ove essi mancano, sono la vera cagione, per cui rimane inondata una vasta campagna, che ha da 22 miglia di lunghezza con una varia larghezza, che ragugliata viene ad essere poco minore di 4 miglia.

In ordine all'interrimento degli alvei, oltre alla torbide portate seco da suddetti fiumi, e torrenti, colla pendenza minore di quello, che richieda la loro qualità, e agli ostacoli de' tronchi, e rami che li ingombrano, e de' lavori da pesca, de' quali parlano i due Professori, ho trovato, che ven'è un altro, di cui al mio num. 261, consistente nelle legna, che gettate ne' fiumi, e fossi, per portarle giù con minore spesa, si affondano.

In ordine alla devastazione degli argini e delle ripe, oltre alla loro cattiva costruzione, e posizione, e poca cura, delle quali cose essi parlano, ho trovato inoltre, che ne sono in gran parte cagione anche i tagliatori delle legna, che aprono, dove torna loro a conto, e in più luoghi, senza alcun freno, e le bestie, massime i buffali, che fanno danni infiniti, e rovinano affatto si gli argini generali, come molto più tutti gli arginetti, che talora anno fatto i particolari per difendere dalle acque i loro campi, de' quali disordini ho parlato in molti luoghi della medesima mia relazione.

Se l'acqua sparsa potesse scolare presto; la campagna sarebbe soggetta alle inondazioni, ma non paludosa: ma essa non ha scolo, e gli impedimenti sono parte naturali, parte manufatti.

I naturali sono gli stessi alzamenti de' fondi de' fiumi, e fossi, gli ingombri d'alberi folti, e cannuce, ed erbe, tanto di essi quanto delle campagne inondate, e la troppa lunghezza delle vie per trovar l'esito unico di Badino.

Gli artificiali sono i tanti ordegni da pesca tanto ne' fiumi, e fossi generali, quanto per tutta la campagna, formati di passoni frequenti, e file lunghissime di cannuce

serrate insieme, e che col pesce fermano ancora le acque. Di questi anno parlato con enfasi ancor essi enumerando i principali. Nella mia relazione si incontrano ad ogni passo, ma in modo particolare a' numeri 223 e 241 si trovano i due di Caposelce, e del Canzo, che sono tanto orribili, e tanto pregiudiciali. Io son sicuro, che gli ordegni da pesca sono una delle essenzialissime cagioni dell'impaludamento di moltissimi terreni.

#### Articolo II

Se il terreno delle paludi sia sorgivo

I due Professori affermano, che il paese paludoso non ha sorgive, e ne portano de' documenti. Che le sorgenti son tutte alle radici de' monti, e in qualche terreno alto, o nelle macchie, nelle quali trapelano le acque raccolte nelle cavità irregolari, come pure trapelano in qualche luogo per gli argini, o pel terreno le acque de' fiumi tenuti in aria.

In molti luoghi della mia relazione si trova, che abbiamo nelle nostre visite esaminati su questo molti pescatori, e cacciatori, e che tutti ci anno assicurato del non trovarsi sorgive nella vasta estensione delle campagne paludose.

Delle trapelazioni nelle macchie se ne trovano al num. 335, e negli argini al num. 179; ma non mai delle sorgenti nel basso.

Pure vicino alle radici de' monti vi sono de' siti impaludati dalle sorgenti contigue, come accanto a' laghi Gricilli al mio num. 31 e 47, alle acque puzze al num. 134, e vicino al Portator di Sermoneta al num. 136: vene devono essere ancora accanto a Montecchio per le sue sorgenti delle quali al num. 137. In tutti questi luoghi le sorgenti disposte in lunga serie quasi continua, e contigue al paese piano, non essendo allacciate, formano palude, e ricercano quel provvedimento, che conforme al num. 352 attualmente si dà a quelle, che son vicine al porto di Sermoneta sopra la tenuta della Tuffetta, che consiste appunto nell'allacciarle, per condurle unite al suo recipiente.

#### Articolo III

Se il ristagno provenga da' fondi bassi

Dicono di no, se non al più in qualche sito vicino a Terracina, e lo provano colle cannuce, e alberi, che si vedono dappertutto senza specchi d'acqua.

Gli esami, che abbiamo fatto, ci dicono lo stesso, e si trova la conferma di questa verità in molti luoghi della nostra relazione.

Che generalmente il terreno nella vasta estensione delle paludi superiori sia di molto superiore alla superficie del mare, onde sia capace di scolo, si prova bene col vedere, che verso il passo di S. Donato, il pelo delle acque della palude è almeno 36 palmi superiore al pelo del mare, e l'altezza delle acque sopra il terreno, in tutti que' contorni è di pochissimi palmi. Pur nelle vicinanze dell'Uffente sopra la via Appia il pelo delle acque deve essere molto superiore a' quel del mare, giacché l'Uffente è tanto tenuto in lode dalle peschiere conforme a num. 223, e 252, e ha tanta velocità più giù conforme al num. 247, eppure da pertutto là vi vanno i cacciatori, onde il fondo è piccolo.

Convieni eccettuare i laghi Gricilli, e le vicinanze di Terracina massime verso Olevola conforme al num 272, come pure qualche alveo abbandonato, come quello del

fiume di Olevola conforme al num. 273. Alcuni di questi siti potranno servire per ricettacolo degli scoli come osservano i due Professori: alcuni, come io credo, si potranno, quando si voglia sanare per via di colmate colle torbide dell'Amaseno prese a regola, e nell'alveo abbandonato de' fiumi d'Olevola se si tema troppa corruzione delle sue acque potrà introdursi l'acqua vicina a S. Felice conforme al mio num. 374.

#### Articolo IV

##### Sulli progetti degli altri

Si loda ivi la scrittura di Monsignor Bolognini, e il progetto del Sani: si dichiarano riuscibili i loro piani: sene recede in alcune parti, che ivi non si esprimono, come neppure i motivi, per li quali si recede; ma l'uno, e l'altro si ricava dall'articolo VII, e sono principalmente tre.

Il Rio Martino, che il Sani conduceva diritto al mare tra li laghi di Caprolace, e de' Monaci, lo conducono per la continuazione sua benché più tortuosa, e lunga alla foce di Fogliano.

Il Teppia col Ninfa, che il Sani levava dalla Cavata conducendoli per altra via al passo di S. Donato, li lasciano andare per la via presente.

L'escavazione del Rio Martino la fanno maggiore.

La ragione del primo recesso è semplicemente l'economia: la spesa sarebbe assai maggiore, perché si incontra l'alveo a passare per luoghi alti, e le palizzate, e arginature vicino al mare sarebbero assai più lunghe: vi vorrebbe nuova torre, e torriere per guardia della foce. Questa spesa non rimane compensata da quella piccola abbreviazione e dirittura della linea.

In questo son d'accordo: l'abbreviazione della linea è di sole 500 canne: son sicuro, che queste non portano seco più che neppure un palmo, e mezzo di alzamento nell'alveo commune indietro, e che la pendenza avanza senza di questo risparmio.

Aggiungono, che questa mutazione farà migliorar la pesca. Questa da se credo, che anzi la rovini conforme al mio num. 343, se non si adopra il rimedio, di cui al num. 344, e di cui si parlerà qui giù.

La ragione di non deviare il Teppia, e Ninfa si è principalmente l'Economia, e si aggiunge il far, che più presto si unisca il Teppia alle acque chiare.

Nell'economia convengo, che la spesa della deviazione sarebbe considerabile: ad ogni modo non son sicuro, che non abbia, ad essere necessario o il far detta spesa, o un'altra pure considerabile col dilatare tutto l'alveo della Cavata. Credo bene, che vi sarà tutto il tempo per pensare a questo anche dopo, che si sarà veduto l'effetto della escavazione del Rio Martino.

Dico solo, che l'alveo presente della Cavata non è certamente capace di contenere tutte le acque, che vi entrerebbero, se le espansioni si impedissero. Quello è un alveo escavato solo per le acque chiare, e non troppo abbondanti del Fosso di S. Nicola, del Portator di Sermoneta, e di una parte dell'Acqua Puzza. Vi fù dopo unito il Ninfa, e nel 1644 fù chiusa ad arte la bocca del Rio Martino, e buttate tutte le acque Sermonetane nella Cavata Sezzese. Il pregiudizio di Sezze fu grandissimo: le liti furono strepitose:

si ordinò, che almeno si lasciassero libere le espansioni della Cavata verso Sermone-ta. Si può veder tutto questo presso il Corradini nel Latium Vetus al Lib. 2, cap. 27. Dopo la libertà delle espansioni quell'alveo ad ogni modo è sempre pieno anche in estate: gli argini Sezzesi sono in continuo grande pericolo. Ma di tutto questo tratterò all'articolo VI.

Per la maggiore escavazione del Rio Martino son con loro, per dar subito una sufficiente chiamata, e un bastante ricettacolo alla grande quantità delle acque destinate per un tale alveo.

#### Articolo V

##### Qualità del terreno, se atto agli argini

Dicono, che il terreno da per tutto è di ottima qualità, e capacissimo per formare, e sostenere argini: se ne portano le prove, prese dalle loro osservazioni e dall'esame de' cacciatori, e pescatori. Aggiungono, che sperano non vi sarà alcun bisogno di argini, o solo di piccoli arginetti superiormente al Rio Martino.

In questa occasione dicono non esservi in alcun luogo di que' paesi terreni instabili, ondeggianti, e analoghi alle Cuore del Bolognese.

Che generalmente il terreno sia sodo, e capace di formare, e sostenere argini lo confermano i nostri accessi, nella relazione de' quali ad ogni tratto si incontrano de' passi, ne' quali noi abbiamo interrogato ogni genere di persone su questo, essendo assicurati di una tale costituzione del terreno. Non è però, che questa costituzione generale non abbia la sua eccezione, come ora si vedrà: fortuna, che questa eccezione non cade ne' siti de' lavori da farsi, o non è tale da non potersi facilmente superare.

Credo bene, che non vi vorrà col tempo altezza considerabile di argini, ma sul principio converrà conservar quelli, che vi sono, e farne qualche nuovo, il quale se non si potesse sostenere in se stesso, o non potesse essere sostenuto dal suo fondo, farebbe andar a male i lavori, come le Cuore della valle di Gandazzuolo anno fatto andar a male il progetto del Cavo Benedettino.

Questi siti per le acque alte in ordine agli scavi, e argini nuovi sono il nuovo pezzo di alveo tra la Cavata, e Rio Martino, e la continuazione di questo fra li laghi de' Monaci, e di Fogliano. Per le acque basse tutta la deviazione dell'Amaseno da essi proposta, è una continuazione dell'Uffente lungo la via Appia.

Ne' siti di queste ultime deviazioni il terreno da per tutto è sodo, e atto a tener ferme le ripe dello scavo e il formare, e sostener argini, come ho ben conosciuto nelle visite: ma io non son portato per questa deviazione, come vedremo nell'articolo VII.

In ordine alle acque alte i siti degli argini nuovi sono il nuovo pezzo d'alveo tra la Cavata, e il Rio Martino, e la continuazione di questo sito al mare per quel pezzo di questa continuazione, fino a' laghi, non vi è difficoltà alcuna ne nel fondo, che deve sostener gli argini, ne nel terreno contiguo, che deve formarli: tutto è sodo da' riscontri, che ne abbiamo avuti.

Pel pezzo, che va tra li laghi de' Monaci, e di Fogliano, il fondo è sodo per sostenere gli argini: vi è della difficoltà nella materia proposta da' due Professori per formarli.

Essi la pigliano dal tumuleto, che è fra li laghi, e il mare, e il sito di detto tumuleto lo fanno ivi alto 24 palmi. Ora quella era tutta arena pura affatto sciolta, e di fatto, come ho osservato io stesso, neppure vi è più ivi, avendola il mare, e i venti portata via, e spianato ogni cosa, sicché non vi sono più che due, o tre palmi di altezza. Credo, che se anche vi fosse, o si volesse pigliare la materia dal TUmuletto contiguo, per fare gli Argini, non sarebbe adattata con tutti i graticci, e terraficcoli, che essi prescrivono. Del rimedio parlerò all'Art. VII.

Per l'altro pezzo, che resta fra i laghi, e il mare, vi è al contrario la difficoltà della troppa sodezza del fondo, trovandosi ivi a pochi palmi sotto l'arena un dorso di scoglio naturale, che sotto a' tumuleti va lungo la spiaggia, ed è probabilmente una continuazione del Monte Circello. Di questa ho parlato nella relazione al num. 346, e ne ho fatte fare al Sig. Sani una pianta collo scandaglio. Se esso fosse da per tutto assai alto, e fosse largo assai, vi sarebbe stata l'impossibilità di aprire in esso un alveo senza spesa esorbitante. Fortuna, che è stretto, e che ho trovato un sito, in cui è abbastanza inferiore al pelo del mare.

Intorno a' terreni instabili, e vere Cuore, pur troppo se ne trovano in quelle parti, e benché ivi si chiamino Tremolierem conforme al mio num. 351, mi maraviglio, che i due Professori non ne abbiano avuta notizia. Ve ne sono conforme a' num. 9, e 35 accanto a' Laghi Gricilli. Conforme al num. 134, accanto al Fiume coperto, e a tutte le acque puzze. Conforme al num. 351, ne' Laghi di Ninfa, e di Caprolace. Se vi fossero nel tratto paludoso, che divide il Lago de' Monaci da quella di Fogliano, pel quale essi conducono la linea, l'ultima gran parte sarebbe riuscita inutile, e avrebbe convenuto, o mutar la linea, rifacendo le spese, o abbandonar l'impresa.

#### Articolo VI Delle Livellazioni

In ordine alle Livellazioni, i due Professori, non ne hanno fatta niuna per le acque inferiori, benché descrivano una lunga deviazione dell'Amaseno, e corta dell'Ufente. Stima il Bertaglia di avere abbastanza determinata a occhio la possibilità del progetto, e un limite, oltre al quale non passerà la quantità dell'escavazione. Credo bene, che in questo non abbia potuto errare, trattandosi massimamente di un sito, in cui vi sono varj Canali, e di un'Alveo, che per la maggior sua parte ha ricevuto l'Amaseno un'altra volta, e per l'altra, se non lo ha ricevuto, come egli crede, è vicinissimo alla via, che ha già tenuto, e per cui attualmente vi ha una qualche quantità delle sue acque, massime nell'escrenze. Di questo ho parlato a lungo al mio numero 304.

Pel Rio Martino hanno fatta fare una livellazione, che secondo il mio num. 356 fu fatta ad acqua stagnante. Hanno trovato il pelo del Rio Martino al passo di S. Donato sopra il pelo del Mare Palmi, (dice la copia della livellazione, che ho io,) trentaquattro, once due. Ma so, che dal Sani, e da un profilo venuto alla Segreteria di Stato di Ferrara, con annotazioni ad alcune riflessioni fatte da un Personaggio sul progetto di essi Professori, che deve dire trentasei, e dal medesimo profilo si vede quello, che ho veduto nelle visite, che ivi il pelo dell'acqua delle Paludi è prossimamente lo stesso,



che detto fondo. Dicono, che questa determinazione è uniforme a una Livellazione fatta dal Bertaglia nel 1726, e ad un'altra del Sani con pochissima differenza. Il Sani mi ha detto, che l'ha trovata di palmi 38.

Io non ho potuto verificare questa altezza, non avendo potuto far ivi la mia Livellazione, per le ragioni da me esposte al mio num. 361. Ma non posso in conto alcuno temere, che sia minore di palmi 36, giacché il metodo dell'acqua stagnante è sicuro; se sbaglia, piuttosto sbaglia in meno, che in più. Questa è una pendenza strabocchevolmente maggiore del bisogno per lo scolo, trattandosi di un tratto poco maggiore di Miglia 6, e de' Terreni, che conforme all'Articolo III hanno pochi palmi di acqua.

In dette annotazioni si prova bene, che la Cavata al punto della futura sua deviazione, lontana un miglio al passo di S. Donato, era poco più di due palmi superiore al detto pelo in tempo, in cui non poteva avere più di sei palmi d'acqua. Sicché fatti bene i conti, si trova, che il suo fondo deve essere ivi superiore al pelo basso del Mare per più di 32 palmi-

In esse annotazioni si dice, che il Bertaglia, pure nel 1726, trovò la pendenza del fondo della Cavata verso Torre S. Lidano di palmi due, once due, e mezza per miglio. Io ho fatta ivi, conforme al mio num. 192, per un tratto di cinque miglia la Livellazione del pelo dell'acqua, che dopo il primo mezzo miglio, ricevuta l'Acqua puzza, non acquista più nuova acqua, e fino a Torre S. Lidano non ne perde, ed ho trovato là su in cima palmi due, once 5 di pendenza per miglio, ma essa è ita sempre scemando fino alla suddetta Torre, ove era per due minuti minore di palmi 2. Ho preso pure varie sezioni, trovando l'altezza media da per tutto prossimamente di sette palmi. Onde anche il fondo ha prossimamente la stessa pendenza.

Sotto essendovi la Barriera della Via Appia, e perdendosi dell'acqua per le Fosselle, la trovai maggiore di due palmi per soli quattro minuti; ma non dubito punto, che generalmente nelle altre quattro miglia inferiori, dove per i pantani contigui non potei continuare la Livellazione, la pendenza non sarà maggiore di due palmi per miglio, e che nel Rio Martino, in cui vi saranno molte ragioni di più, per scemare la pendenza, essa, ridotta al suo stato naturale, abbia ad essere anzi minore di palmi 2.

Aggiungono i due Professori due altri profili, che appartengono a due linee, che erano state spese, o progettate dal Sani, ma sono state abbandonate da essi, e sono la inalveazione del Teppia verso Tor tre ponti sulla via Appia, e la continuazione del Rio Martino per linea retta in mare. In questa seconda essi trovano solo il totale dell'altezza del ponte di Teppia delle due luci sulla strada Romana fino ad essa Tor 3 ponti, che è grandissima, effetto della quale sono le tante tortuosità del medesimo Teppia, e i razzai, che ha sul principio nel suo alveo, de' quali al mio num. 98.

#### Articolo VII

Ordine, e genere de' lavori

Metterò prima tutto quello, che appartiene alla direzione delle acque alte, indi quello che appartiene alle acque basse indipendentemente dal porto di Terracina, e finalmente quello, che appartiene al porto istesso.

## Parte 1

## Per le acque alte

In ordine alle acque alte fanno essi alcune supposizioni false, che non sono punto essenziali alla totalità del progetto, ma che ad ogni modo conviene avvertire per regolarsi in ordine ad alcuni siti particolari.

La falsità di queste loro supposizioni fù appurato nella nostra visita de' 10 Febraro dal num. 132, ove anche vi sono le correzioni.

Confondono essi il fosso di S. Nicola col Portator di Sermoneta: mettono il letto del Teppia e Ninfa uniti, come ultimato fino all'origine della Cavata che per essi comincia nell'unione di questi al fosso di S. Nicola: non parlano punto delle sorgenti copiose che nascono attorno alle radici di Montecchio: fanno l'origine di tutta l'acqua Puzza in un luogo unita, e la Ficuccia lontana da esse, e suppongono, che la prima, ove nasce, si divida in due rami andando uno di essi nella Cavata, e l'altro colla Ficuccia nella Cavatella.

Quindi prescrivono, che il Teppia, e Ninfa si lascino correre dove vanno ora fino al fosso di S. Nicola, che uniti con questo vadano pur come ora per la Cavata: che tutta l'acqua Puzza si mandi unita nella Cavata, chiudendo quel suo ramo, che va verso la Ficuccia: che la stessa Ficuccia si lasci per ora andar, come va per la Cavatella.

A' due torrentelli Fossato, e Portator di Bassiano prescrivono, che si faccia un piccolo alveo per uno, facendo andar il primo tra Montecchio, e la strada Romana nel supposto fosso di S. Nicola, ed il secondo direttamente nella Cavata, col pulire di tanto in tanto i loro alvei a mano da' sassi, che portano seco dalle montagne.

Prescrivono, che si apra un alveo di circa un miglio, che conduca la cavata al passo di S. Donato, gettando la terra di qua, e di là per formare al medesimo due argini, benché non li stimino necessari, che da quel sito si faccia l'escavazione del Rio Martino fino al sito vicino alle mura di S. Donato distante dal mare per 1477 canne, che è un poco maggiore di 4 miglia, facendo, che in quell'ultimo punto rimanga alto sul pelo basso del mare palmi 12, e abbia in sù una pendenza di 2 palmi per miglio, e prescrivono la forma dell'alveo, e degli argini. L'alveo deve essere nel fondo di soli palmi 10, ma all'altezza di palmi 21 deve essere largo palmi 130, venendo ivi così ad avere una media larghezza di palmi 70. Questa è la forma espressa al num. 80 della loro relazione, ed è conforme alla figura delineata nella carta ivi nominata, e non so come nello stesso numero si dica, immediatamente dopo, due volte, che così colla manuale escavazione si devono riddurre le ripe a una scarpa di un palmo, e mezzo per ogni palmo di altezza; mentre viene ad aversi una scarpa di quasi 3 palmi per palmo, come si vede anche nella figura stessa. Vi è assolutamente una qualche svista in detta enunciazione. Di là fino a' laghi prescrivono un semplice pulimento del fondo del Rio Martino; nel sito de' laghi prescrivono l'arginatura colle palizzate, e graticci per difesa degli argini, colle chiaviche, e ale di lavori per la montata del pesce ne' laghi.

Dicono, che appena fatta questa escavazione del Rio Martino, vi entrerà sicuramente la Cavata, e vi ricaderanno tutte le acque del fosso di Cisterna ora stravasate, aprendosi

la strada o pel fosso lungo, o pel Rio Francesco, o da se: che allora si vedrà, che condotti converrà far per scolare tutti i siti più bassi del fondo di questi fossi.

Credono poi, che dopo la suddetta escavazione fatta a mano la Natura da se escaverà d'avantaggio il Rio Martino per altri 12 palmi su d'una linea più bassa, ma della pendenza medesima, rimanendo l'alveo allo sbocco 5 palmi inferiore al pelo basso del mare: che allora si abbasseranno anche tutti gli alvei superiori, incassandosi, senza aver bisogno alcuno di argini, o bastando arginetti assai piccoli, e che allora anche la Cavatella potrà introdursi nella Cavata.

Questa è tutta la serie delle operazioni, che prescrivono più dettagliate nella loro scrittura. Convien andare per ordine parlando di esse a parte a parte.

Cominciando da quelle supposizioni il fosso di S. Nicola è un alveo, che raccoglie dietro a Montecchio varie sorgenti, e il Portator di Sermoneta ne raccoglie varie sotto la strada Romana, ove per altro molte se ne sperdono prima di entrarvi, e fanno impaludar la Tuffetta conforme al mio num. 352. Entra quello in questo in quel sito ove comincia la Cavata ad aver il suo nome. Il Teppia, e Ninfa uniti passato il ponte di S. Sala, abbandonarono da 35 anni addietro secondo il mio num. 108 il letto antico, che andava al Bastione e si buttarono nel fosso di S. Nicola, ma fatta un'altra rotta innanzi formarono conforme al mio num. 109 due rami, che chiudono un'isola. Vi rimangono delle altre sorgenti non allacciate sotto Montecchio, che formano una palude tra esso e il Portator di Sermoneta. L'acqua Puzza non nasce insieme separata dalla Ficuccia, ma ivi vi è una serie continuata di acque sulfuree, una delle quali è anche la Ficuccia: tutte quelle, che nascono dal porton di Sermoneta verso Sezze vanno colla Ficuccia loro compagna nella Cavatella: quell'unica, che nasce dalla parte opposta sotto la catena vicina ad esso portone va nel fiume coperto nella Cavata.

Quindi se ora si ha da mandare tutta l'acqua Puzza nella Cavata, non vi resta nulla per la Cavatella, ne è cosa commoda il voltarvela tutta. Credo, che anche a mantenere lo spirito del loro progetto, vada lasciata andar alla Cavata quella sola, che vi va ora: che vada fatto un fosso, che allacci tutte le altre, e le porti insieme colla Ficuccia alla Cavatella. Come vi sono delle cuore, o sieno tremolicci verso quel sito, conviene assicurarsi del terren sodo, che gli uomini del paese sanno dove sia, per far detto fosso con frutto: così pure convien portare al Portator di Sermoneta allacciate tutte le acque della serie delle sorgenti a lei vicina: con un simile fosso converrebbe allacciare le altre, che nascono alle radici del Montecchio.

Questa operazione non è essenziale alla bonificazione generale delle paludi Pontine, ma tende a sanare quel paese vicino. Così pure non interessa la bonificazione generale il regolamento de' due torrentelli Fossato, e Portator di Bassiano. Essi non portano acqua, che nel tempo della pioggia attuale. Tante volte siamo passati nelle visite, anche poco dopo le piogge, massime accanto a questo secondo, e non abbiamo mai trovata in essi una goccia. Ad ogni modo va provveduto anche ad essi come un fosso, e per quel del Fossato basta condurlo fino all'Osteria di Sermoneta che già secondo il mio num 92 vi è ivi il fosso, che conduce al Portatore medesimo di Sermoneta l'acqua della Fontana, e delle Mole vicine.

Tutti questi ponno computarsi fra li provvedimenti, che converrà prendere per gli scoli particolari dopo la generale inalveazione de' fiumi, o sia la bonificazione generale. Come questi torrenti son piccoli, e spandono i loro sassi per siti alti sotto la strada Romana, sarà cosa anche assai facile l'espurgare il loro alveo da' sassi a mano, come gli stessi due Professori prescrivono; e lo confermano coll'esempio del Brivoldo, che si espurga così sotto Sezze. Anzi conforme al mio num. 94; anche ora ciò si pratica nel Fosso di Sermoneta, o sia Favato. Ma quando anche vi fosse in questo genere qualche mancanza, ne patirà solamente un piccolo tratto del terreno adjacente, senza alcuna conseguenza pel sistema generale della grande impresa.

Quando il Teppia, e Ninfa si debbano lasciar'andare, come ora vanno, col fosso di S. Nicola nella Cavata, pare, che sarebbe bene l'unire que' due rami, chiudendo nella diramazione il ramo sinistro, che è minore, per mantenere l'unione, che facilita l'escavazione.

Passando presentemente la Cavata sopra la via Appia poco più giù di Tor S. Lidano, quando si voglia aver l'effetto della escavazione de' fiumi superiori tenuto per sicuro da' due Professori, converrà rompere a mano nel sito di essa Cavata la stessa via, con tutto il suo gran fondamento per la larghezza del letto di essa Cavata; perché altrimenti rimane quella una barriera insuperabile, che non potrà essere corrosa, qualunque abbassamento possa seguire di sotto.

Ma come ho accennato all'articolo 4, io ho timore della unione di tutte le acque insieme nella Cavata, la quale unione verrebbe dietro a un tale abbassamento, ed ho timore dell'abbassamento medesimo per le ragioni, che vo ad esporre.

La Cavata è come si è detto ivi, un canale troppo angusto per contenere tante acque, e camina troppo in aria. Esso conforme al mio num. 193 più su della torre di S. Lidano ha 50 soli palmi di larghezza, e sotto si restringe in modo che in qualche sito si riduce a 40, anzi a 35 soli palmi di larghezza, e ad alveo sempre pieno non ha che verso 7 palmi di altezza d'acqua. Per vedere ad evidenza la insufficienza di un tale alveo per tante acque, basta confrontarlo con quello, che i medesimi due Professori apparecchiano nel Rio Martino a queste acque medesime, accresciute dal solo fosso di Cisterna, che è incomparabilmente minore. Apparecchiano un cavo alto 21 palmi, largo raguagliatamente 70, con di più delle larghe golene.

Si aggiunga, che sempre dalla Cavata sono tagliate a piombo, e in molti luoghi senza punto di banchine con argini da una sola parte e deboli, e poco più alti del pelo ordinario, e privi affatto di scarpa, e con pochissima contrascarpa che inoltre la campagna Sezzese fino a sotto Tor S. Lidano giace 12 palmi sotto al pelo della sua acqua, e però per 5, o almeno 6 palmi sotto il suo fondo benché 2 miglia più giù abbassato l'alveo e restando sensibilmente orizzontale la campagna, rimanga questa in faccia alla Trova a un di presso uguale al fondo. Si aggiunga che continuamente è pieno l'alveo, e per quello mi viene detto, anche in estate, sicché le piene del Teppia, e tutte le acque piovane de' contorni, che vi ricadono, escono liberamente parte prima di arrivare alla Cavata, parte sormontando le ripe disordinate a destra, sicché nelle piene, se l'acque fossero raccolte, sarebbe il loro corpo anche a tre, e a quattro doppj maggiore del corpo ordinario, che pur empie detto alveo.

Poste queste cose, se colla corrosione il fondo si abbassa, e viene ad essere spinto l'argine Sezzese con tanta acqua di più, e a una altezza di tutti i palmi 12; non credo, che in conto alcuno potranno reggere gli argini medesimi a questo urto; quando anche non vi sia pericolo della corrosione di essi, della quale io pure temo assai, giacché sarà più facile il corrodere lateralmente i fianchi, che il fondo.

Se per mala ventura vanno giù questi argini; rimane inondata tutta la bella campagna dell'agro Setino, e sconcertato tutto il piano. Sarà ben difficile allora il rimedio, e i clamori si alzeranno alle stelle, rimanendo abbandonata l'impresa, e deteriorato il paese, quando anche vi si potesse dare un pronto, opportuno riparo.

Per questi motivi per assicurare, e mantenere stabile la bonificazione, io per me manderei il Teppia per l'antico suo letto, di cui al mio num. 120 ripulendolo, o per la nuova linea progettata dal Sani, a tor de' 3 ponti, mandando verso là ad unirsegli poco sotto anche il Ninfa, sgravando così la Cavata di tante acque non sue, e che contro la ragione le sono state buttate addosso a forza conforme a quel, che ne dice il Corradini al suddetto Lib. 2 capo 17 del Latium Vetus, conforme al mio num. 198. In questo caso, se si volesse aprire un nuovo alveo, converrebbe livellare tutta la linea, per cui dovesse passare, per non incontrare qualche sito, che per l'inuguaglianza del terreno richieda troppa escavazione, o arginatura.

Le due ragioni, che i due Professori anno addotte per non fare questa restituzione di cose nel suo stato primiero, non mi muovono punto. L'unire più presto le acque torbide del Teppia alle chiare, e l'unirle a' una maggiore quantità di esse, non mi muove punto; si perché addirizzato il Teppia verrebbe a ricevere il Ninfa ugualmente presto; si perché essendovi già una pendenza tanto maggior del bisogno, come dimostrano le medesime sue tante tortuosità, e i razzai, la quale deve di più crescere tanto colla escavazione manuale del Rio Martino, e con quella, che vi aggiungerà l'acqua da se, non vi è bisogno di quella unica, che è necessaria solo, ove la pendenza è minor del bisogno. L'economia neppur mi muove in un'impresa, in cui già si spende tanto, da cui si spera con tutto il più sodo fondamento tanto guadagno, e in cui si corre rischio altrimenti di rovinare ogni cosa; mentre con questa aggiunta io credo, che non vi sia alcun pericolo menomo, ma tutta la possibile sicurezza di una eccellente riuscita. Di fatto questa medesima deviazione del Teppia dalla Cavata l'aveva già adottata prima il Bertaglia, essendosene dopo ritirato solamente per li suddetti due motivi.

Quando la deviazione non si faccia, credo, che sarà inevitabile lo slargamento della Cavata, anzi anche del Teppia unito col Ninfa almeno verso il sito del fosso di S. Nicola, in cui si son buttati, la quale sarà pure dispendiosa assai.

Considerando tutto questo io credo, che almeno per ora non vada toccata la barriera della via Appia, illesa la quale non si potrà abbassare al di sopra ne la Cavata, ne il fosso di S. Nicola ne il Teppia unito col Ninfa prima di entrarvi. Così astenendosi anche dall'arginare, resteranno tutte le cose di sopra in riguardo a fondi nello stato medesimo presente, senza pericolo maggiore, se non che il pelo della Cavata si abbasserà per la pendenza tanto maggiore, che acquisterà per di sotto, colla maggiore celerità, scemandosi per più palmi l'altezza presente, come accade sulle soglie, dalle quali le acque cascano, e con

quel poco di velocità maggiore, che si propagherà alle parti superiori, si leveranno anche alcuni degli interrimenti fatti là sù dopo l'ingresso del Teppia, e Ninfa nel fosso di S. Nicola, de' quali ho parlato al mio num. 199, ma non tanto da temerne conseguenze cattive per gli argini. Seguiti poi gli abbassamenti degli alvei inferiori, e avuto l'asciugamento di tutto quello, che resta a man manca della Cavata, e della maggior parte di quello, che rimane alla diritta, si avrà il tempo da pensar dopo alla perfezione maggiore dell'opera, e intanto le acque, che nelle piene saranno uscite dal Teppia o solitario, o unito, e dalla Cavata, avendo la caduta maggiore verso i campi Piscinari, e il passo di S. Donato si faranno delle strade da se, senza ristagnare, e far paludi, e daranno de' lumi maggiori per quello che vi rimane. E questo è quello, che ho avuto in vista nelle espressioni, che ho adoperate qui sù nel proemio prima di scendere agli articoli particolari.

Andando innanzi nell'esame del progetto, si incontra quel pezzo di alveo nuovo, che si deve escavare per condurre la Cavata al passo di S. Donato. Si prescrive, che esso sia una continuazione del Rio Martino colla stessa pendenza di 2 palmi per miglio, e che la terra dello scavo si metta da ambe le parti a formare in una giusta distanza da esso due argini benché non necessarj.

In ordine alla prima parte, si verrebbe così col fondo di questo scavo tanto sotto il fondo della Cavata, che vi resterebbe uno scalino terribile maggiore di palmi 12. Il fondo del Rio Martino deve rimanere per l'escavazione manuale superiore al pelo basso del mare 12 palmi verso le mura di S. Donato 4 miglia sotto il passo di S. Donato, e 5 sotto la deviazione suddetta. L'inclinazione di 2 palmi per miglio aggiunge 8 altri palmi di altezza sul passo di S. Donato, onde esso Rio Martino verrà ivi ad essere superiore solo per palmi 20. Ora lo è almeno palmi 36 conforme all'articolo VI; sicché ivi l'escavazione l'abbasserà di 16 palmi. Andando in sù fino alla Cavata, si alza questo fondo due altri palmi in quel tratto di un miglio; ma ivi presentemente il suo pelo è più alto pure del presente fondo di S. Donato per lo stesso articolo almeno di palmi 2. Quindi il nuovo alveo sarà ivi inferiore al pelo della Cavata almeno per gli stessi palmi 16. Ivi il fondo della cavata non ha l'acqua, che per 6 palmi; onde vi resta uno scalino almeno di 10 palmi. Secondo la livellazione del Sani sarebbero anche 12; anzi, se il pelo della Cavata è ivi per tre palmi superiore al pelo delle paludi, come vi è ragion da credere, lo scalino sarà anche almeno di palmi 13.

Con un'altezza di scalino così enorme, l'acqua nell'aprir la Cavata cascherà con troppo impeto, farà de' gorgi, o delle espansioni a' fianchi, e corroderà con una irregolare violenza non solo il suo ultimo fondo, ma anche gli argini laterali, e dall'altra parte empiendo subito lo scavo fatto colle materie asportate dal suo letto, renderà inutile una buona parte della spesa della escavazione. Quindi io crederei più a proposito di venire colla stessa escavazione dal passo di S. Donato in sù verso la Cavata con un letto più acclive, e incavato in modo, da trovarsi nella congiunzione o sullo stesso fondo della Cavata, o solo un pajo di palmi sotto. Tanto l'inclinazione resterà grande assai di verso 10 palmi in un miglio, onde l'acqua della Cavata vi correrà giù subito con impeto dopo l'apertura laterale, e l'intestatura della continuazione del suo alveo, e la stessa velocità scaverà di più da se l'alveo nuovo, come scaverà il suo.

In ordine a' nuovi argini di quel pezzo d'alveo, convien badar di lasciare disarginato il suo fondo vicino al passo di S. Donato per dar l'ingresso nel Rio Martino dalla destra a tutte le acque del Rio di Cisterna erranti per le paludi, e a tutte le acque che perdono le paludi medesime da' stravasamenti della Cavata, e alla sinistra allo scolo delle acque, delle quali sono ora caricate le paludi da quella parte. Converterà bene fare buono l'argine sinistro del nuovo cavo in vicinanza della Cavata, e chiudere tutte le aperture, che per sorte vi sieno nel suo argine superiore fin lì, per impedire così, che non esca più acqua verso quella parte; anzi anche dopo, che si sarà scolata la campagna vicina, si potrà allora attaccare l'argine nuovo con quello del Rio Martino, per togliere ogni comunicazione alle acque superiori colla campagna posta a mano manca della Cavata, e alveo nuovo, la quale così rimarrà sanata, e si potranno scolare le sue acque piovane nella Cavatella, e nel residuo inferiore della Cavata.

Il dare ora due palmi di pendenza per miglio al Rio Martino, e il supporre, che l'acqua in esso, riddotte le cose allo stato naturale, non la richiederà maggiore, è cosa a mio credere giustissima, anzi dopo la mia livellazione sono persuaso, che essa resterà anche considerabilmente minore. Non ha ora quell'acqua più di due palmi di pendenza verso Tor di S. Lidano: coll'aggiungersi tante acque, coll'accrescersi la velocità per la stessa continuazione del corso inclinato, e coll'accostarsi al mare infallibilmente scemerà la pendenza considerabilmente.

In quest'alveo conviene aver riguardo a' due torrenti, che vi entrano precipitosi da un miglio sotto il passo di S. Donato, e strascinano delle materie grosse, de' quali al mio num. 360. Di questi non hanno parlato i due Professori, ma parlano le suddette Annotazioni alle Riflessioni, e si prescrive nell'articolo ultimo il rimedio approvato dal Bertaglia poco prima della sua morte, di alcuni rittegni da farvisi alquanto indietro per impedire quello strascinar delle materie grosse, che possono cagionare de' terribili intormentimenti.

Il Rio Martino convien pulirlo dagli alberi, e levare almeno dal suo fondo tutti i ciocchi, e le radici pulendolo bene, conforme al mio num. 358, perché possa l'acqua corroderlo liberamente, e abbassarlo quel di più. Potrà andar facendosi la ciocatura per maggiore facilità del lavoro nell'atto delle scavare. In questo articolo del taglio, e dello scavo vi sono delle riflessioni non inutili ne' miei num. 358, 359. Il taglio o la ciocatura son cose necessarie anche nel sito del nuovo cavo tra la Cavata, e il passo di S. Donato, le quali ivi, ove le legna ponno portarsi via con facilità per acqua, e ove gli alberi anno poche radici, sono assai più facili.

A questo proposito non voglio lasciar di suggerire una riflessione assai utile. Quando sia già finita di rissolvere l'esecuzione dell'impresa, cominciandosi a metter mano a' lavori, si potrà metter mano ancora a fare un taglio generale nelle paludi, dal quale la Camera ricaverà somme grandissime, se si taglia ogni cosa, almeno in que' siti, che saranno lontani da' fiumi. Quelle legna finché vi sono paludi, si ponno portar co' sandali, e vender: asciugate queste, moriranno da se, o se si tagliano, la spesa de' trasporti assorbirà tutto il loro prezzo.

Il resto de' lavori nel Rio Martino fino a' laghi non ha a mio giudizio alcuna particolare difficoltà. Ve ne sono due in quel pezzo, che passa fra li due laghi una delle quali riguarda gli argini, e l'altra i lavori prescritti per conto della pesca de' laghi.

La difficoltà, che riguarda gli argini l'ho già toccata all'articolo V. Una parte di essi dovrebbe essere fatta coll'arena del tumuleto. Essa è tanto sciolta, che i venti, e il mare l'anno già portata via in modo, che ve ne rimane ora pochissima in quel sito, e certamente io temerei di servirmene per far argini in mezzo alle acque con tutti gli ajuti di passoni, e graticce, e terraficoli. Il rimedio per altro è facile. Si può pigliare la terra buona dalla parte opposta de' due laghi, e portarsi al sito suo co' sandali: il trasporto per acqua scema molto la spesa, e la difficoltà.

In ordine alla pesca ho esposti a lungo gli inconvenienti, e i rimedj dal mio num. 341. Se si fa quel solo, che prescrivono i due Professori, si rovina la pesca, e si restringe troppo l'alveo del fiume nel sito delle chiaviche, che essi prescrivono colle ale superiori. Per aver la pesca due sono le chiamate al pesce necessarie: una dell'acqua dolce per farlo venire dal mare al lago, e a questa essi anno bene provisto collo sbocco di un fiume così vicino sempre aperto, colle chiaviche da tener aperte nel tempo della montata, e con le ale superiori internate nel fiume, che determinino il pesce il quale sempre monta rasente le ripe, ad entrare ne' laghi per esse chiaviche. La seconda chiamata è quella dell'acqua marina, che insinuatasi nel lago determina il pesce annojato già della dolce a cercar la salata, e lo spinge così verso i lavori, ne' quali è preso. Questa seconda è tolta affatto. L'acqua salsa, che prima entrava ne' laghi per la foce a mare alto, e molto più a mar burrascoso, certamente non potrà entrarvi pel fiume. Conviene dunque aggiungere qualche cosa a quello, che anno prescritto. Converterà a questo effetto aprire due nuove foci al mare di qua, e di là dal fiume in qualche distanza, e un tale lavoro non può costar che pochissimo per la vicinanza di esso mare. Già anche prima la foce interrita dalle onde, spesso si apriva a mano.

Le due ale internate del fiume lo restringono. Si scema questo male per metà, se le chiaviche non si fanno l'una in faccia all'altra: si toglie, se ivi l'alveo si fa un poco più largo.

Per la pesca è anche necessario il rinfrescare di tanto in tanto i laghi coll'acqua dolce. Questa si potrà pigliare dalle chiaviche istesse, e quando mai si trovi, che l'acqua non vi si insinui dentro abbastanza; sarà facile il pigliare con un incile fatto al quanto superiormente nel fiume, e un fossetto, un rametto d'acqua, che introdotto ne' laghi dalla parte di dietro li rinfreschi.

Avverto solo, che portando il nuovo fiume delle torbide, seguiranno delle deposizioni avanti alle chiaviche dovendo esse rimanere chiuse in tal tempo, giacché dietro alle ale l'acqua perderà tutta la sua velocità; ma sarà facile lo sgombrare a mano quel piccol tratto, che spesso abbassato il fiume coll'abbassarsi del mare, e collo scemare delle sue piene, sarà anche meglio pulito all'aprirsi delle cataratte dall'acqua che con qualche velocità ne uscirà da' laghi.

In ordine alle palizzate, e alla fabbrica delle chiaviche, toccherà a chi dovrà eseguire, il veder, che il lavoro sia esatto, e stabile in mezzo a tante acque.



Resta per ultimo lo sbocco in mare. Esso avrebbe la difficoltà dello scoglio, di cui si è parlato pure all'articolo V; ma essa è stata levata dalle mie ricerche. Nella pianta, che ne ho fatta fare, si vede il sito per cui potrà andare lo sbocco, e conforme al mio num. 349 o non vi sarà bisogno alcuno di romperlo, o se ne dovrà rompere poco assai.

Questo appartiene a' lavori, che essi prescrivono. Viene ora l'effetto dello scolarsi subito dentro al Rio Martino la Cavata, e tutte le acque superiori. Questo effetto, come ho detto più sù, è sicuro. Ora l'acqua sulle campagne è di pochissimi palmi conforme all'articolo III, ed il suo pelo è al pari del fondo del Rio Martino sul passo di S. Donato, anzi trovo nelle suddette annotazioni alle riflessioni, che due miglia più sù verso i campi Piscinari è stato trovato anche 4 palmi maggiore, eppure l'escavazione manuale abbasserà ivi detto alveo per ben 16 palmi ogni cosa correrà là. Solo mi rimane una difficoltà nella strada, che essi dicono, che terrà il fosso di Cisterna. Dicono, che andrà pel Rio Francesco, o pel fosso Lungo. Credo, che vi sia un equivoco del fosso Lungo col fiume antico. Il fosso Lungo non arriva al passo di S. Donato: stà un pezzo più in su. Esso prolungato per li campi Piscinari, ne' quali oramai si è sperduto affatto, forma col Rio Francesco un alveo solo. Il fiume antico viene pure vicinissimo al passo di S. Donato, e giù per un pezzo corre accanto al Rio Francesco. Anche pel suo alveo ponno venire giù le acque del fosso di Cisterna ora dilatate per le paludi e le altre delle superiori peschiere.

Conviene solo, che qui accenni una cosa, che si trova notata al mio num. 369. Converrebbe assolutamente sfrascare il Rio Francesco, e molto più levare i fili di cannuce, che lo attraversano: sarebbe anche bene il riprendere alcune delle rotte de' suoi argini, e lo scavare sulli campi Piscinari dopo la prima apertura del Rio Martino un fossetto, che dirigga le acque del fosso di Cisterna dal fosso Lungo al Rio Francesco, e le determini ad escavarsi per quella via diritta, e breve il suo alveo, che faciliti poi il rissamento de' terreni adjacenti.

La distruzione generale de' fili da pesca è troppo essenziale per avere un libero scolo in tutte le paludi, e la cosa parla da se. Sotto Tor tre ponti, e in quelle vicinanze vi vorrà pure qualche ajuto di qualche pulimento di fosso, per dar lo scolo a' pantani contigui alla via Appia. Varj di questi ajuti, dove vadano dati si conoscerà bene, come avvertono a proposito i due Professori, dopo che si sarà scolato il grosso colla chiamata al passo di S. Donato.

Viene ora l'ulteriore abbassamento de' fondi, che i medesimi promettono, da farsi dalla Natura col corso delle acque. Esso è sicuro. Il Rio Martino dopo l'escavazione avrà in poco più di 2 miglia 12 palmi di pendenza sul pelo del mare; onde dovendo subito ivi il suo pelo spianarsi su quello del mare istesso, e però il fondo andar giù anche per almeno 5 altri palmi, vi sarà in due miglia una caduta precipitosa di palmi 17. Questa subito farà un orribile corrodato.

Un'altra simile più orribile corrosione vi sarà sul fin della Cavata, dove in un miglio vi saranno almeno 12, e forse anche 15 palmi di pendenza. In questa corrosione tanto violenta converrà bene in amendue i luoghi stare sul principio continuamente in guardia per impedirne que' pessimi effetti, che si ponno fare colle corrosioni laterali,

delle quali ho parlato qui poco più sù. Le acque assolutamente tenteranno di farle, e in questo modo collo slungare l'alveo incurvandolo, acquistare quella minor pendenza, che esse ricercano, e questa certamente è la vera cagione delle tante tortuosità di tanti fiumi. Converrà dunque stare con cento occhi aperti per porre subito ripari valevoli a qualunque principio di corrosione laterale. Gioverà anche assai l'andare cogli ordegni opportuni smuovendo, e come dicono arando il fondo, per facilitare alle acque la sua corrosione, e farla trovare più facile, che la corrosione laterale.

Questo abbassamento si comunicherà certamente più in sù alla Cavata, e si comunicherebbe a tutti i suoi influenti superiori, finché si acquistasse da per tutto una pendenza proporzionata alla quantità e qualità delle acque, e degli alvei; se non ostasse la barriera della via Appia, la quale per altro io non ho coraggio di consigliar che si levi, conforme ho detto, se non si provvede in altro modo all'eccesso delle acque, che vi entrerebbero o col deviare da essa il Teppia, e Ninfa, o col dilatare il suo alveo.

In ordine al vedere, se in alcun luogo vi sarà bisogno di arginetti dopo l'abbassamento per finir di incanalare tutte le acque, già ho detto, che io temo assai di portare nella Cavata tutte le acque unite, se non si slarga il suo letto. Se il Teppia col Ninfa si deviano, o se si slarga il letto della Cavata, si potrà pensare al finir di impedire ogni stravasazione anche nelle piene; altrimenti converrà lasciare, che le acque troppo eccessivamente soprabbondanti vadano altrove, e il tempo darà lume bastante sui modi da condurre al basso le acque stravasate. Un mediocre diversivo scema poco o nulla le piene e assicura poco gli argini, mentre intanto accresce gli interrimenti: ora quando si tratta di divertire quantità uguale, o dupla anche nelle piene verrebbe in un alveo sempre pieno anche senza di esse, e il divertire è essenzialmente necessario.

Come l'abbassamento nella Cavata pur seguirà sotto la via Appia, potrà sicuramente introdurvisi dopo qualche tempo anche la Cavatella, come notano i due Professori. Ma in ordine a questa mi hanno rappresentato varj Signori a Sezze, che converrebbe lasciar andare questa, come va ora giù nell'Uffente, si per mantenere una comunicazione per acqua con esso, e Badino, e Terracina che non si avrà più per la Cavata, si perché altrimenti rimarrebbe quella vasta pianura tutta senza acqua perenne, per altro necessarja a mille usi, e in particolare per abbeverare le bestie. Io sono pienamente del loro avviso.

Così si è veduto tutto quello, che appartiene alla inalveazione, e ricapito di tutte le acque alte, rimanendovi solo il parlare di un qualche sistema generale degli scoli particolari; ma questo è commune anche alle acque basse, delle quali passerò ora a dire quello, che mi occorre.

## Parte 2

Per le acque basse independentemente dal Porto di Terracina

Rimediato agli sconcerti delle acque alte dicono i due Professori, che l'Uffente, e l'Amaseno potranno senza disordine portare le acque loro, e ricevere tutti gli scoli, purché si levino tutti gli acconci delle pesche, e puliscano gli alvei.

Son sicuro, che distrutte le pesche di Caposelce, e del Canzo, col levare le passonate, e le soglie, subito si abbassará l'Uffente per più di 6, e forse per 10 palmi, e allora si

abbasserà l'Amaseno pure, e le rotte saranno assai meno frequenti, e gli scoli di tutti i terreni adjaceti, ora paludosi, resteranno liberi. Faranno il loro effetto la Saltella, la Schiazza, la Gottarda, il Fiume della Torre, e tutti gli altri influenti. Col pulire a dovere il letto dell'Amaseno, si ajuterà molto più il suo libero corso, la corrosione del suo fondo, e il suo totale incassamento.

Quando altro non si faccia, si ridduranno le cose al più al pericolo di qualche inondazione per rotte di argini, ma senza impaludamento per la facilità che vi sarà degli scoli, come ora succede ne' campi di Sonnino, conforme al mio num. 308, e ne' campi alti Sermonetani conforme al mio num. 100. Stimo bensì essenziale il pulir bene l'alveo dell'Amaseno, e liberarlo da' ciocchi, che vi sono nel fondo. Si avrà, se non altro il tempo, da respirare, e aspettare gli effetti della bonificazione generale, e allora se mai le rotte seguitassero ad essere troppo frequenti, e pregiudiciali, si potrà pensare a slargare l'alveo, e ritirare, e far migliori gli argini, o alla deviazione progettata, di cui parleremo nella parte 3.

Solo qui aggiungo, che converrà pensare ad allacciare le sorgenti vicine a Laghi Gricilli, del quale allacciamento già si è parlato qui sù all'articolo 2, e di aver in vista il provvedimento, che ho ivi suggerito per rinfrescare l'acqua del fiume d'Olevola, che rimarrà una specie di lago, quando ciò si riconosca necessario per impedire la corruzione.

### Parte 3

#### Del porto di Terracina

Per formare un porto in Terracina, prescrivono che l'Amaseno si devii dal suo corso presente in un punto, che rimane da 4 miglia più sù della tenuta de' Signori Gavotti, e si porti diagonalmente per li campi di Sonnino in un punto in cui arriva alla tenuta medesima il fosso de' Maruti, poco più giù della porta di tal nome, e vi trova un alveo, che si chiama il fiume vecchio della Pedicata costeggiando il piè de' monti. Per questo alveo bene escavato, e arginato, lo portano a passar la via Appia sotto alcuno de' ponti che vi sono e aggiungono essere credibile, che l'Amaseno sia già ito altre volte per quella via. Intanto fanno, che l'Uffente passi la via Appia sotto il ponte maggiore ove la passava similmente una volta vicino al sito delle Macerie, ove ora la passa unito già coll'Amaseno. Lo fanno tirar innanzi lungo la via Appia, finché trovi l'Amaseno vicino alla Torre delle mole, indi uniti li portano al sito dell'antico porto interrto, ove li fanno sboccare in mare alla punta del muolo. Prescrivono la forma dell'alveo, e degli argini. Aggiungono due altri archi al ponte di pietra, che vi è sotto la città sul fiumicello: formano due lunghi muri da esso ponte fino allo sbocco colle colonnette per legarvi le navi, e fanno un muolo nuovo alla punta del vecchio, per difendere l'imboccatura.

Dicono, che questo sarà un porto a canale migliore assai di quello di Sinigaglia, e che per altro gioverà anche per migliorare la bonificazione, perché così l'Uffente entrando più tardi nell'Amaseno, sarà più libero da' rigurgiti delle sue piene. Aggiungono molti altri minori vantaggi, che se ne ricaveranno.

Di questo progetto io ho parlato a lungo in molti luoghi della mia relazione nelle ultime giornate di Terracina, esponendo varie difficoltà, che vi ho. Io son persuaso

che il progetto è eseguibile, benché creda, che l'Amaseno non sia ito mai per quella diagonale de' campi di Sonnino, ma per un'altra via, che espongo al mio num. 304, la quale forma il circondario della tenuta Gavotti, e ora pure seguita a chiamarsi fiume vecchio. Credo però, che il porto formato in questo modo sarà assai infelice, che converrà spendere continuamente per mantenerlo, e che tanto farà del danno: che già vi sia stato un'altra volta, e ne sia stato levato per li disordini, che vi cagionava: vedo finalmente, che il porto si possa ristabilir molto meglio senza condurci questi fiumi, e con una spesa anche minore. Desideravo di abbozzarmi su tutto questo con M. Carròs tanto pratico del mare, e de' porti; ma mentre appunto speravo di vederlo arrivare presto, ne ho perduta ogni speranza. Accennerò qui in breve le mie idee, le quali, se si giudicherà di comunicare a lui, egli le rigetterà o le diggerirà meglio di me.

In primo luogo io considero, che l'Amaseno porta gran torbide. Si vede al mio num. 376 quanto il mare rimanga torbido a Badino dopo le sue piene. Ho osservato, e fatto osservare a S. E. conforme a' miei num. 237, 281, come le materie da esso portate, e ribbutate dal mare alla spiaggia l'anno fatta crescere, massime verso Ponente, verso dove v'è la corrente generale del mare. Ho notato al mio num. 258, come sul suo sbocco in mare appena vi sono tre o 4 palmi d'acqua, e in estate molto meno.

Tutti questi effetti seguirebbero nel nuovo porto. Esso fiume farebbe degli interimenti, e alzamenti di fondo vicino alla sua bocca, e il fondo ivi sarebbe tale, da potervi appena, e non sempre, entrar le feluche, se non si chiudesse, e accompagnasse per un pezzetto in mare fra due passonate, come si fa col Tevere a Fiumicino, e il rimedio non servirebbe, se ad ogni tanto non si andasse innanzi colle passonate. Ho de' motivi da credere, come ho esposto al mio num. 226, che le torbide dell'Amaseno abbiano appunto cagionato l'interrimento del porto antico: che per la sua rimozione sia tornato a crescere il fondo in vicinanza al muolo, come è cresciuto da qualche tempo, ove esso muolo si avvanza più inoltrandosi addentro verso il mare.

Dall'altra parte avendo fatti scandagliare i fondi intorno al muolo istesso, ne ho fatta fare una pianta, e ne ho anche esposto il risultato al mio num. 320. Si vede ivi, che ne' siti vicini alla presente apertura, per cui dovrebbe uscir in mare il Fiumicino, il fondo subito dopo la scogliera è di 10, e anche 15 palmi, e che in pochissima distanza arriva subito ad essere di palmi 18, e 20, e 24, mantenendosi tale da se.

Ho poi notato, che vicinissimo al porto verso Levante, d'onde vien la corrente, il mare batte lo scoglio, e rode, e ha quasi subito gran fondo, senza che vi sia da quella parte spiaggia vicina, d'onde possano venire dentro il porto le arene: che inoltre il muolo antico è ancora fortissimo, e benché sia in molti luoghi stata portata via quasi tutta la scogliera, pur resiste senza alcun pelo da tanti secoli: che l'interno del porto è empito di pura arena, la quale non si alza raguagliatamente neppure per due palmi sulla superficie del mare, e che una particella vicina al muolo ha anzi ancora un piccolo senetto.

Poste tutte queste cose io penso, che sarebbe meglio pensar a ripulire dalle arene, e scavare una buona parte di esso porto vecchio, scavandone una superficie, che superi anche considerabilmente quella assai piccola dell'ideato stretto canale dal suddetto ponte fino al mare.

Il porto vecchio gira quasi un miglio, ed è formato da un arco maggiore di mezzo circolo colla sua corda. Se si tira una corda più indentro, che lasci un segmento eguale a un area riquadrata di 150 canne di lato, la quale è assai maggiore della suddetta superficie di quel canale; quest'area sarà di 22500 canne quadrate, e quando anche si voglia escavare al fondo di 2 canne, non si maneggeranno, che 45m canne cube d'arena, e si avrà un fondo di palmi 18, troppo maggior del bisogno. I due Professori per formare la loro deviazione maneggiano verso 64m canne di terra le 19m residue a 64 ponno servire per scavare il fondo alquanto più fuor del porto nella vicinanza della scogliera. Questi fondi fatti una volta, son persuaso che si manterebbero anche da sè lunghissimo tempo, e con un lavoro congruo per mantenerli, durerebbero sempre. Di dentro, perché l'arena, che della parte, che rimarebbe non escavata, non ricadesse nel porto escavato, si potrebbe essa contenere con una passonata formata al fine della escavazione.

Si aggiunge, che il lavoro si potrebbe fare con tanto minore spesa, da galeotti, che facilmente sarebbero guardati in un sito così rinchiuso, mentre non potrebbero con sicurezza adoprarsi ne' lavori progettati per la deviazione de' fiumi: inoltre l'arena della escavazione spianata indietro sulla parte, che ora rimane pantanosa nel porto, leverebbe tutti quelli perniciosi effetti di cattiva aria, che in Terracina provengono in gran parte dalle cattive esalazioni di quel pantano.

La bocca antica del porto, la credo meno propria per li nostri legni a vela, che non anno remi conforme al mio num. 324, giacché col vento necessario per uscire a vela non si potrebbe viaggiare in Ponente, oltreche ivi appunto il fondo è assai piccolo. Stimerei più opportuna la bocca nella rottura suddetta del muolo, slargata la quale, si darebbe l'ingresso, e uscita assai più felice, e questo potrebbe difendersi con un antemurale fatto in giusta distanza. Esso antemurale con quello, che vi vorrebbe per pareggiare l'area del molo vecchio troppo mal riddotta, rimettendola in istato da caminarvi sopra, sono cose di minor mole, che il muolo nuovo da essi fatto pure per difendere la bocca del loro porto a canale, i due muraglioni dal ponte fino al porto, e le aggiunte al ponte istesso.

La corrente chiusa fra l'antemurale, e il muolo servirebbe anche per mantenere il fondo innanzi alla bocca. Questo vantaggio aveva proposto a' Signori Lucchesi il Zandrini pel loro porto di Viareggio prescrivendo in faccia alla bocca di quella lor piccola foce, che ad ogni tanto si interrisce, un muolo come un capello, tra il quale, e la spiaggia rimanesse imprigionata la corrente, e mantenesse il fondo escavato. Ivi non si poté pensare all'esecuzione del progetto, perché si trovò, come feci loro vedere, quando ero ivi per le loro liti colla Toscana, che quella spiaggia non in quel sito solo, ma tutta insieme dal Monte Nero di Livorno a' monti della Spezia cresce, e cresce molto ogni anno per le materie portate dall'Arno, Serchio, fiume di Camajore, e Magra fatti torbidi, onde presto la spiaggia sarebbe ita a trovare il capello progettato: dall'altra parte si trovò pure, che dentro quel seno la corrente non vi si insinua. Qui non vi è chi cagioni interramento, e i fondi anche da se da tanti secoli si mantengono, e la corrente è sensibile vedendosi il suo effetto a Badino nella spiaggia di Ponente cresciuta.

Qualche poco di danno può farlo il fiumicello, che conforme a' miei num. 234, 244, 286, 386, spesso si vede fangoso: ma oltre che esso è piccolo, si può facilmente regolare in modo, per via di chiaviche, che non entri in porto, se non quando è chiaro.

Queste sono le mie idee sul ristabilimento di questo porto, e con queste finisco il presente articolo lungo, ma il più essenziale di tutti.

#### Articolo VIII

##### Della salute, se se ne tema pregiudizio

Questo di nuovo nella copia della relazione, che ho io è detto VII, ma deve dire VIII, come tutti i seguenti vanno accresciuti di un unità.

Decidono i due Professori, che non vi è alcun pericolo per la salute, purché i lavori si facciano ne' tempi debiti, cioè da mezzo Novembre, finché cominci a riscaldar la stagione in Giugno, e lo provano così bene massime con tanti esempj, che non credo vi possa rimanere per questo capo menoma difficoltà.

#### Articolo IX, e X

##### Del tempo, e modo de' lavori

Espongono qui a lungo i due Professori l'ordine, con cui convien procedere, e sono con essi nelle parti più essenziali: ecco quello, che io ne giudico.

Convien pensare prima d'ogni altra cosa al Rio Martino: conviene prima d'ogni altro sgombrare il suo alveo dagli alberi, e conviene conforme alla parte I dell'articolo VII pulire almeno il fondo da' ciocchi e dalle radiche.

Sgombrati gli argini, e il fondo col taglio si potrà fare una livellazione esatta per regolare lo scavo, alzando o negli argini o nel fondo una serie di pali lunghi, e grossi, ne' quali si segni una linea pendente a ragione di 2 palmi per miglio. Potranno mettersi alla distanza di un pajo di centinaja di canne, o di un centinajo, e in quello, che si metterà al punto vicino a' muri di S. Donato, in cui il fondo deve restare 12 palmi superiore al pelo basso del mare si potrà cominciar a' far il segno in un punto, 27, o 32, o 37 palmi superiore a detto palo, per dover sempre andar a trovare il fondo 15, 20, o 25 palmi sotto il segno fatto. I ciocchi si potranno levare, e tagliar le radiche nell'atto di far lo scavo.

Mentre si fa il taglio, servendo lo stesso fondo per portar via il legname, si può fare tutto il lavoro fra li laghi. Vi rimarrà del tempo per fare il primo anno qualche parte d'escavazione, che non patirà, se si lascia per l'anno seguente. L'anno seguente si potrà terminare lo scavo del Rio Martino, e far il taglio del passo di S. Donato fino alla Cavata, che deve essere l'ultimo, essendo in sito più esposto a patire.

Nel medesimo tempo si potrà pulire un poco il Rio Francesco, il fiume antico, il fosso lungo, e fare il fossetto ne' campi Piscinari tra il fosso lungo, e il Rio Francesco.

Almeno nel Principio del secondo anno conviene fare una distruzione generale di tutti gli ordegni da pesca, che richiedano passoni, e cannuce, e proibirli sotto pene gravissime, bandendoli totalmente per sempre da que' paesi, e conviene demolire le soglie di Caposelce, e Canzo, facendo ogni diligenza per svellere i pali, ed estrarre, o almeno dissipare i sassi del fondo.

Nel tempo stesso, si dovrà far lavorare in amendue gli anni a' pulimenti degli alvei, e delle ripe della Cavata, dell'Uffente, e dell'Amaseno, pulendo anche bene i loro argini.

Se si volesse la deviazione del Teppia, e Ninfa, si potrebbe far lavorare nello stesso tempo alla escavazione de' loro alvei, e allora si potrebbe subito rompere la via Appia nel fondo della Cavata: altrimenti conviene lasciar questa al suo luogo.

Nel medesimo tempo si può eseguire l'allacciamento delle sorgenti intorno a Montecchio, vicino al porto di Sermoneta sulla strada Romana, nel sito delle acque sulfuree vicino al porton di Sermoneta, e verso i Laghi Gricilli.

Se si risolvono i lavori pel porto di Terracina possono farsi nel medesimo tempo, o lasciarsi per dopo.

Tutti questi lavori possono farsi insieme dovendosi fare in diversi siti: quest'ultimo si può differire anche qualche anno, gli altri conviene farli i primi due anni.

Fatti questi lavori resterà asciugata subito la maggior parte della superficie paludosa. Allora essa sarà trattabile; e si potrà far fare una carta esatta di tutti i fossi, che vi si trovano, e su essa colla ispezione locale far da un uomo del mestiere, e di mente capace formare un piano generale per gli scoli particolari. Questo punto importa assai, e noterò solamente, che in tale occasione converrebbe regolare le cose in modo, da poter anche inaffiare le campagne, come si fa in Lombardia, cosa, che a mio giudizio in questa costituzione di fiumi alti, e pianura dolcemente declive potrebbe riuscire egregiamente, e gioverebbe infinitamente. Si potrebbero anche in luoghi distanti dalle popolazioni far delle risare cosa, che riuscirebbe utilissima, uscendo da Roma, e da tante parti dello stato Ecclesiastico tanto denaro, per un genere sì necessario.

Intanto si dovrà star a vedere per uno, o due anni l'esito degli scoli generali, per migliorar il progetto de' particolari, e per vedere, che cosa possa occorrervi di più massime circa l'Amaseno, e il Teppia. Spero, che per l'Amaseno non occorrerà altro. Desidererei pure, che si risolvesse presto la deviazione del Teppia, o slargamento della Cavata, dalla quale cosa dipende a mio giudizio la perfezione, e la durazione stabile di tutta la grande impresa.

Converrà dopo badare a' provvedimenti necessarj per mantenere l'operato. Per questo credo in primo luogo cosa essenzialissima il bandire per sempre 1° le pesche a cannucce, e passoni, permettendo unicamente quelle delle reti, e ami. 2° le buffale. Quanto sia impossibile il mantenere le bonificazioni, essendovi detti animali, l'ho espresso in varj luoghi della mia relazione. Ne l'esempio è nuovo. Già sono bandite dal territorio di Sezze tolte alcune, che adoprano per pulire gli alvei: ma come la pulitura degli alvei non può riuscire a dovere con questo metodo, dovrebbero bandirsi anche queste. 3° il buttare le legna ne' canali, o fiumi perché scendano da se, e il far tagli negli argini, anzi anche il portar li colle bestie, carri, strascini attraverso a fossi, e arginetti necessarj per mantenere diffesi i campi.

Converrà inoltre invigilare che si mantengano escavati con buon metodo gli alvei de' fiumi, e i fossi, e puliti gli argini, le ripe, col rissarcire subito, ove patiscano. Pel pulimento degli argini, e ripe converrà vegliar molto da principio, giacché le radici, che vi resteranno per qualche tempo, anderanno riggettando. In questo convenien levare il

pregiudizio generale di queste parti, ove tutti gli argini si lasciano divenire boscaglia, e spinai, senza che si possa vedere, dove abbiano bisogno di ajuto, e riparo, e col lasciare il sito, dove si infradiciano le radiche, che l'acqua vi entri, e trapeli.

Questo intento non si otterrà, se si lascia alla disposizione di ogni particolare il mantenimento della sua parte. Vi vuole un provvedimento publico analogo al Tribunal de' fossi di Pisa, o a' Giudici d'argini di Ferrara; che vi sia chi pressieda con autorità publica, e vi sieno persone dell'arte capaci, fedeli, e bene stipendiate, le quali stiano abitualmente sul luogo, con obbligo di invigilare unicamente a' questo, e fare delle frequenti visite da per tutto, con autorità di far riparare il necessario. Per li loro stipendj si possono fare gli assegnamenti necessarj sull'istesso prodotto delle bonificazioni, che sarà molto grande, come or ora si vedrà.

#### Articolo XI Delle spese

Lo scandaglio delle spese occorrenti nel Rio Martino dipende da' prezzi de' particolari lavori, che tutti sono individuati in questo articolo da' due Professori. Questi prezzi scemeranno molto, se si useranno le dovute diligenze per informarsi de' metodi, co' quali si sono fatte operazioni simili pochi anni addietro in Toscana, e nel Bolognese: molti si sapranno da' Camerali stessi, che devono far fare delle passonate, e delle escavazioni.

Tutto quello, che si prescrive da' due Professori per le acque alte, pare che non dovrebbe passare li 100 mila scudi, e altrettanto quello, che prescrivono pel Porto. Ma in ordine al porto, come io vò per un'altra strada, così vi vogliono nuovi scandagli. Io son persuaso, che il mio progetto sarà molto meno dispendioso, massime se si adoprano i forzati. Ma su tutto questo potrà molto meglio giudicare tanto per la sostanza del progetto, quanto per li prezzi il Signor Cavaliere Carròs, e il Signor Architetto Marchioni, che fa tanti lavori in acqua in Ancona.

La deviazione del Teppia o la dilatazione della Cavata aggiungerebbero una spesa considerabile, ma incomparabilmente minore di quella del Rio Martino, e darebbe assolutamente la perfezione all'opera. Il pulimento del Rio Francesco, e altre cose simili sono di minore conseguenza, ma la riduzione di tutta la campagna ad essere coltivabile colla esecuzione del piano degli scoli costerà considerabilmente, ma sarà molto compensata la spesa dalla gran quantità di legname, che vi è nelle paludi, e può tagliarsi, e vendersi a tempo, come ho detto nella parte 1 dell'Articolo VII.

Il maggiore compenso però verrà da tanto terreno eccellente, che resterà coltivabile. Questo è veramente assai minore di quello, che lo faceva Monsignor Bolognini, il quale lo faceva ascendere a più di 30 mila rubbia, e dal nuovo circondario fatto dal Sani si trova prima del calcolo minuto di sole 9 in 10 mila. Al mio num. 392 ho esposte le mie congetture sull'origine dell'equivoco. Ma ad ogni modo questo istesso è assaissimo attesa la qualità del terreno.

Quello delle case di Sezze contigue alle paludi è tale conforme al mio num. 179, che abitualmente ogni anno rende 3 fruttati, e tra questi qualche sua parte da spesso



un 36 per uno. Non vi ha dubbio, che il paese liberato dalle paludi, e che ha riposato per tanti secoli, e si è ingrassato con tante deposizioni, riuscirà anche assai migliore massime per li primi anni.

Ma facciamo, che si riducano a coltura sole 6 mila rubbia, e rendano di solo grano il 27. Bastano le 7 per cuoprire le spese della coltivazione, e rimangono libere le 20, cioè 120 mila rubbia di grano. Già questo si vede da se, che vantaggio debba essere, e si conosce in modo particolare dopo le tante miserie dell'anno corrente. Ma si vende questo a soli 5 scudi per rubbio. Si avranno annui 600m scudi. Quale è quella spesa che possa spaventare a confronto di questo Lucro. Vantaggiosissimo pure sarebbe il ristabilimento del porto di Terracina, che farebbe risorgere non solo essa Città, ma anche tutta la Provincia, che languisce appunto per una totale mancanza di commercio: il vantaggio diviene maggiore, e sempre più necessario col vedersi manifestamente, che il porto d'Anzo va a finire e bene presto senza alcuna fondata speranza di opportuno rimedio. Questo oggetto pure merita qualunque spesa, e la compenserà con abbondanza.

#### Conclusione

Così ho scorse finalmente tutte le parti del progetto datomi ad esaminare, ho esposto, quanto mi hanno fatto scorgere i miei deboli lumi, ed ho provato quello, che ho avanzato da principio: che l'impresa della bonificazione delle paludi Pontine è sicurissima mantenendo le parti essenziali di esso progetto, e quella del Porto anche in una maniera più durevole, e sicura: e che il vantaggio di amendue le imprese è incomparabilmente maggiore della spesa, che possa occorrervi.



# 11

## Gli argini del Po vicino a Piacenza (1764)



*Il corso del Po presso Caselle Landi*

Terminata la visita alle paludi pontine, ad inizio aprile del 1764 Boscovich rientrò a Roma dove si trattenne fino alla fine del mese, per poi trasferirsi a Pavia dove gli era stato conferito l'incarico di professore di matematica presso il locale ateneo.

Risaliva a questo periodo una perizia idraulica eseguita da Boscovich su richiesta del Marchese Francesco Landi di Piacenza. Commenti assai favorevoli su questa memoria furono espressi da Giovanni Antonio Lecchi<sup>117</sup> in alcune lettere scritte a Boscovich nella primavera del 1764. In particolare il 12 giugno 1764, a proposito del *Voto* espresso da Boscovich Lecchi riferì di averlo “letto subito, e riletto con infinito piacere. Qui ella comprende tutto quello, che può dirsi, e pensarsi; dall'altezza, e distanza de' tre argini dall'opposta riva, dalla qualità di questi ripari, dal fine, per cui sono costrutti, dalla natura, e dal modo delle corrosioni, ed in somma dalle circostanze tutte più rilevanti V. R. argomenta con chiarissima evidenza l'innocenza de' suddetti argini, quanto all'essere dalla riva opposta. Io non ho veduto fin'ora Voto più bello, e comprensivo del fatto di che si tratta. Niente v'è di forzato; tutto è naturalissimo; tutto cospira allo stesso scopo, tutto è chiaro, e fondato sulle più solide dottrine, e sperienze”<sup>118</sup>.

<sup>117</sup> Giovanni Antonio Lecchi (Milano, 1702 - ivi, 1776), membro della Compagnia di Gesù, aveva studiato a Brera e dal 1738 era diventato docente presso quel collegio, prima di matematica e poi di matematica ed idraulica. Nel 1759 l'imperatrice Maria Teresa d'Austria lo nominò “matematico ed idraulico regio”. Nel 1765 Lecchi pubblicò l'*Idrostatica*, un importante trattato sul moto delle acque. Per notizie biografiche si veda la voce curata da ELENA BRAMBILLA, *Giovanni Antonio Lecchi*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, ad vocem, vol. 64 (2005).

<sup>118</sup> LUGARESÌ [in corso di pubblicazione].

La perizia di Boscovich si collocava all'interno di una controversia insorta tra la famiglia Landi e quella degli Scotti<sup>119</sup> a seguito della costruzione di tre argini trasversali nel Po. Il territorio interessato, oggi noto come Caselle Landi, all'epoca era parte del ducato farnese di Parma e Piacenza. Nella disputa tra le due casate furono interpellati due esperti, uno per parte: l'ingegnere Gioseffo Porcelli<sup>120</sup> dal Marchese Landi e il dottor Giuseppe Zanetti<sup>121</sup> dalla famiglia Scotti.

Nella premessa alla sua opera Porcelli descrisse i luoghi presi in esame e l'oggetto della controversia. La presentazione doveva servire di guida per meglio comprendere i fatti e le prove che sarebbero state addotte nel corso della trattazione<sup>122</sup>.

A partire dall'anno 1725 il fiume Po, modificando la sua precedente direzione, aveva rivolto il proprio corso verso le piarde di Sparavera, Sabbioncello e Roncarolo e, malgrado la loro robustezza, le aveva scompagnate, atterrate e sciolte in minutissime parti, trascinandole fino a quando la sua corrente ne ebbe la forza. A seguito di successive variazioni l'alveo si era interrito causando nuove corrosioni anche nei fondi delle Caselle e, urtando contro le piarde, ne aveva promosso e accelerato la corrosione. Tale corrosione oltre a danneggiare i terreni adiacenti, lasciò sulla riva opposta a quella delle Caselle delle alluvioni, in parte sabbiose e in parte boschive. La corrente del fiume in piena non si adattò all'andamento curvilineo delle piarde, ma seguendo la linea più breve attraversò le alluvioni boschive facendo dei solchi che dilatatisi si trasformarono a poco a poco in valli.

La casa Landi, prevedendo che questo fenomeno sarebbe continuato nel tempo aggravandosi stimò opportuno provvedere alla difesa dei propri fondi impedendo "l'intrusione del fiume attraverso quelle parti con le sue acque travasate, ed inondanti" e a tale scopo fece erigere e protendere fino alla chiusura delle valli tre argini trasversali, munendoli alle punte "con fascinate, perché essendo essi per la massima parte di sterile sabbia, non venissero anche per debolissimo impeto bersagliati, ed atterrati colla rovina inoltre di tutto il boschivo"<sup>123</sup>. Il primo di questi argini fu costruito nel 1752, il secondo nel 1755 e il terzo nel 1761.

Poiché la corrosione continuò fino al 1764, Zanetti, ingegnere della parte avversaria, pretendeva che la causa di ciò fossero gli argini trasversali che costringendo il fiume alla deviazione rovesciavano la sua corrente contro le piarde opposte.

Le scritture dei due periti furono sottoposte a Boscovich perché le potesse esaminare e da queste potesse ricavare un giudizio obiettivo e imparziale.

---

<sup>119</sup> Conte Francesco e Marchese Giuseppe Scotti di Montalbo.

<sup>120</sup> Gioseffo Porcelli, perito del marchese Landi, fu autore di due scritture in merito alla controversia: PORCELLI [1764<sub>a</sub>], PORCELLI [1764<sub>b</sub>].

<sup>121</sup> In qualità di perito della famiglia Scotti, Giuseppe Zanetti espresse il proprio parere in ZANETTI [1764<sub>a</sub>]. A questa memoria fecero seguito una replica contro il voto di Boscovich, ZANETTI [1764<sub>b</sub>], ed una risposta alle riflessioni di Porcelli, ZANETTI [1764<sub>c</sub>].

<sup>122</sup> PORCELLI [1764<sub>a</sub>], p. 3.

<sup>123</sup> PORCELLI [1764<sub>a</sub>], p. 4.

Nel suo *Voto* egli si dichiarò “pienamente persuaso” che gli argini fatti costruire dal Marchese Landi fossero un’opera “a difesa pura” e che la loro realizzazione non danneggiasse in alcun modo la parte contraria. Elementi a favore della costruzione degli argini erano “la loro altezza, e la distanza dalla piarda opposta, addosso a cui corre presentemente il Fiume, che la corrode”. Le misure, ricavate dalla pianta realizzata da Porcelli, mostravano che il fiume avrebbe raggiunto l’argine maggiore, quello di mezzo, solo nelle massime piene che erano molto rare. Inoltre il sito di questi argini non apparteneva al fiume, ma ai terreni della famiglia Landi, dunque qualunque lavoro ivi svolto rientrava unicamente nella loro giurisdizione.

Le motivazioni presentate dal perito della famiglia Scotti per provare la dannosità degli argini furono un maggior innalzamento dovuto al restringimento dell’alveo ed una maggiore inclinazione che il filone del fiume poteva ricevere, essendo spinto verso le piarde. Boscovich osservò che non sempre era possibile impedire che il fiume si alzasse o che cambiasse direzione: qualunque lavoro di difesa infatti produceva un innalzamento, ad esempio gli ostacoli incontrati dall’acqua espansa ne mutavano la direzione. Secondo Boscovich si potevano ritenere responsabili di un eventuale restringimento o diversione del corso del fiume solo gli ostacoli che si trovavano dentro al fiume, e non quelli, come tali argini, che erano così lontani dal corso ordinario. Pertanto chi si sentiva danneggiato dai lavori fatti, cioè la famiglia Scotti, doveva provarlo con l’evidenza dei fatti.

Dopo aver provato che gli argini erano un’opera a difesa e non ad offesa, Boscovich dimostrò che la parte contraria non riceveva “alcun danno positivo” da tali lavori. Nella pianta di Porcelli Boscovich notò che la piarda di Sparaviera aveva iniziato ad incurvarsi. Se col tempo la curvatura fosse cresciuta, parte del fiume si sarebbe potuta rivolgere verso la punta dell’argine di mezzo. La tesi di una maggiore insenatura trovava conferma nel fatto che da alcuni anni una piccola parte della corrente si era diretta da quella parte. Senza il riparo fatto dalla famiglia Landi, col passare del tempo si sarebbe formato un canale e poteva accadere che il fiume si dirigesse da quella parte completamente o in gran parte. Dunque chi aveva costruito l’argine aveva prevenuto un male che col tempo poteva essere irrimediabile.

I tre argini, oltre a costituire una difesa necessaria, producevano un vantaggio rispetto alla bonificazione: durante le grandi piene il corso del fiume si scostava maggiormente dalle piarde curvilinee concave e, seguendo il cammino più breve, esercitava meno forza contro di esse, non riuscendo a corroderle. Da questi due principi seguiva “l’innocenza de’ lavori controversi”. A seconda della portata delle piene gli argini agivano in maniera differente: in quelle ordinarie, quando l’acqua non arrivava a questi ripari, essi erano “inoperosi”, in quelle straordinarie, pur arrivandovi la corrente, non c’erano corrosioni in quanto la forza degli argini contro la piarda opposta era minore della resistenza da essa esercitata.

Nei fiumi gli effetti dovuti ad un ostacolo continuavano a vedersi, non per il principio della conservazione del moto, come credeva erroneamente Zanetti, ma perché cambiavano alcune circostanze, ad esempio il crollo di un argine o un canale che si

sprofondava, le quali facevano sì che le azioni seguenti fossero diverse da quelle che ci sarebbero state se l'ostacolo non fosse intervenuto. In questo consisteva la differenza di vedute tra le due casate: per la famiglia Landi il canale che si stava aprendo nella nuova valle era dannoso e se le piene avessero continuato a scavarlo, l'acqua vi si sarebbe diretta e l'effetto sarebbe durato anche dopo le piene mettendo a rischio tutta la penisola. Nelle proprietà degli Scotti, invece, durante le piene le piarde non subivano una corrosione o una maggiore curvatura e al termine le cose tornavano come prima, "come se detti Argini non vi fossero stati, né avessero agito mai". A proposito della sensibilità o insensibilità dell'azione di quei ripari contro le piarde di casa Scotti, Boscovich riteneva che esse non risentissero alcun danno per tre ragioni: la poca quantità d'acqua arrestata dagli argini e costretta a scorrere per una sezione più ristretta, la scarsa velocità con cui l'acqua si accostava alla piarda opposta e la breve durata di tale azione.

Gli argini agivano solo nelle massime piene, molto rare e di breve durata, pertanto l'effetto dell'azione dei ripari sarebbe stato pari alla centesima parte dell'effetto di tutte le altre cause: si trattava di azioni "piccolissime da per se stesse, ed incapaci di produrre alcun danno considerabile". Porcelli stimò che l'acqua arrestata dal maggiore degli argini fosse minore della sedicesima parte dell'acqua totale del fiume, per Boscovich la percentuale era ancora più bassa e si riduceva a meno di un cinquantesimo della massa totale.

Boscovich si soffermò su ciò che i due periti avevano detto in merito alla composizione delle forze e dei movimenti. Essendo il fluido in moto, le particelle d'acqua seguivano una linea "tanto curva, che anzi una gran quantità d'acqua appena uscita dagli ostacoli, ricade indietro dalla stessa parte sotto di essi". Per questo motivo i pennelli si internavano nel fiume e risultavano dannosi per la riva su cui erano costruiti in quanto la corrodevano, se non erano abbastanza vicini e ben saldi tra loro. Dunque "vi vuole grand'arte, e pratica locale sulla natura di ciascun Fiume, correlativa alla qualità, quantità, direzione, e celerità delle sue acque per ben dirigere una pennellatura, per non fare da una parte una spesa eccessiva inutile, e dall'altra non rendere pernizioso lo stesso rimedio".

Boscovich concluse che tutte queste riflessioni avrebbero dovuto cancellare ogni dubbio sull'utilità dell'intervento.

Del problema delle arginature del Po si occuparono in quegli anni anche altri importanti matematici: Giovanni Antonio Lecchi nel 1760 espose alcune *Considerazioni intorno alle nuove arginature di Po ne' confini del Piacentino e del Milanese* e l'anno seguente scrisse una lettera, in risposta all'ingegnere piacentino Giannandrea Boldrini, in merito alla stessa questione. Lecchi fu interpellato dal marchese Landi in riferimento alla controversia con la famiglia Scotti e in questa occasione diede alle stampe il suo *Sentimento intorno agli effetti dei tre Argini trasversali alzati sulle alluvioni boschive delle Caselle del Marchese Francesco Lando, aggiacenti al Po. Presentato a S. E. il Sig. Conte di Firmian Ministro Plenipotenziario, in sequela d'altra controversia sul Cremonese* (Piacenza 1764, Giacomazzi). Il coinvolgimento di Lecchi nella vicenda fu da lui stesso comunicato a Boscovich in una lettera dell'8 dicembre 1764 nella quale

riferiva di aver ricevuto dal marchese Landi le scritture a suo favore affinché ne desse un parere<sup>124</sup>.

Qualche anno dopo Antonio Maria Lorgna<sup>125</sup> espose il suo parere in un *Discorso intorno al ripararsi dalle corrosioni del Po ne' contorni della città di Piacenza* (Parma 1778, Stamperia Reale). (mgl)

*Voto per la verità del Padre Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù lettore di Matematica nella università di Pavia intorno agli effetti di tre Argini trasversali alzati sulle alluvioni della penisola delle Caselle del Sig. Marchese Francesco M. Lando verso il Po*<sup>126</sup>

Essendo stato richiesto dal Sig. Marchese Lando del mio sentimento sugli effetti di tre Argini trasversali, che formano l'oggetto della Lite fra esso Sig. Marchese, e i Signori Marchese, e Conte Scotti; ho accettato l'impegno di esaminare la cosa con tutta la diligenza con queste due condizioni, di avere non solo la Scrittura di chi difende la sua Causa, ma ancora quella della Parte contraria, e di dire libero il mio sentimento sincero, fosse per essergli favorevole, o contrario. Ho avute le Scritture, e in quella del Signor Porcelli la Pianta col profilo, che mi si suppongono concertati. Ho letto, e riletto più volte ogni cosa con ogni attenzione, e per farmene più padrone, ho fatti i ristretti di esse, ed ho confrontate le opposizioni colle risposte: ho inoltre fatte da me tutte quelle riflessioni, che il mio corto talento, e quel poco di pratica, che ho in queste materie mi hanno suggerito. Dopo tutte queste diligenze mi protesto di non scrivere per alcuna prevenzione per l'una, o per l'altra parte, né aver riguardo ad alcuna animosità, che vi sia in esse Scritture, ma solamente a quello, che mi comparisce di sodo, ed essenziale nella controversia, esponendo sincero, e schietto il mio debole giudizio.

Dico dunque, che io sono pienamente persuaso, senza menomo dubbio in contrario, che detti Argini sono un'opera a difesa pura, e non ad offesa: che il Sig. Marchese Lando ha avuto tutto il diritto di farli, e lo ha di sostenerli: che inoltre la Parte a lui contraria non riceve alcun danno positivo né punto, né poco considerabile da' suddetti lavori, anzi, che non ne riceve alcuno affatto.

Nell'espore il fondamento di queste mie asserzioni io non entrerò in un minuto dettaglio di tutte le riflessioni, che ho fatto, né entrerò a pesare ad una ad una le difficoltà

<sup>124</sup> LUGARESI [in corso di pubblicazione].

<sup>125</sup> Anton Maria Lorgna (Cerea, 1735 - Verona, 1796) fu professore di matematica e capitano degli ingegneri presso la scuola militare di Verona, istituzione della quale divenne responsabile dal 1784. Nel 1782 fondò la Società Italiana delle Scienze, detta dei XL, dal numero dei suoi membri; tra i soci fondatori figurava anche Boscovich. Per Lorgna un primo riferimento è Ettore Curi, *Antonio Maria Lorgna*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, ad vocem, vol. 66 (2007); si veda anche PIVA [1992]. Notizie sulla corrispondenza tra Lorgna e Boscovich si trovano in BALDINI - NASTASI [1988].

<sup>126</sup> BOSCOVICH [1764].

proposte, e quanto è stato risposto dall'una parte, e dall'altra, cosa, che porterebbe una infinita, e inutile lunghezza. Accennerò solamente le ragioni le più essenziali, e toccherò alcuno de' punti più principali controversi.

In primo luogo a giudicare innocenti i tre Argini, mi muove la loro altezza, e la distanza dalla piarda opposta, addosso a cui corre presentemente il Fiume, che la corrode: I Fiumi della natura del Po hanno una certa estensione di sito, oltre alla quale ad una certa considerabile distanza dal loro filone, massime se è congiunta con una altezza, alla quale l'acqua delle ordinarie piene non arriva, non si reputa più, che il Fiume giunga, né un tale sito posto tanto al di là, e tanto in su si reputa appartenere ad esso Fiume. Qui a Pavia la larghezza del Po si computa a trecento di queste braccia, o al più a trecentocinquanta. Certamente neppure verso Piacenza non si può mai riputare l'Alveo del Fiume, per quanto si distenda, a cinquecento di queste braccia, delle quali quattro, e mezzo formano qui il Trabucco, che è poco diverso dal Trabucco di Piacenza. Ora io trovo nella suddetta Pianta, che nel sito dell'Argine di mezzo, sul quale da tutte le circostanze vedo, che, se vi fosse difficoltà su alcuno, dovrebbe essere la maggiore, vi resta dal fin dell'Argine istesso alla piarda opposta uno spazio di ducentoventi Trabucchi, che fanno, a ragione di quattro, e mezzo per uno, braccia novecento novanta. Questo è intervallo triplo di quello, che qui si computa pel letto del Po, e deve essere incomparabilmente maggiore di quello, che possa computarsi in Piacenza. Trovo inoltre, che il fondo di questi ripari è alto sette, otto, e anche dieci, e più braccia sopra il pelo ordinario del Fiume, onde il medesimo non vi arriva, che nelle piene straordinarissime, talmente, che non vi sia giunto, che tre volte in dodici anni.

Mi pare dunque cosa evidente, che il sito di questi Argini non appartiene in alcun conto al Fiume, ma alla Casa Lando: che quello, che essa vi fa, non può mai dirsi fatto nel Fiume, ma ne' suoi beni: che la stessa distanza, e altezza lo caratterizzi per opera fatta a difesa, e non ad offesa.

Né basta il dire, che tanto il Fiume in alcune piene, vi arriva. Vi sono tanti Fiumi, che camminano anche incassati abitualmente, e nelle escrescenze un poco straordinarie escono fuora per le contigue Campagne. Il Tevere esce per Roma assai spesso, e l'Arno per Firenze, e se ne vedono allagate le Piazze, e le strade. Non per questo que' Campi, o le strade, e le Piazze di Roma, e di Firenze appartengono in alcun modo al Fiume, né quello, che ivi si fa, si può mai dire, che si faccia nel letto del Fiume. Appartiene a' Fiumi quel sito, per cui essi camminano abitualmente, e dove si estendono nelle ordinarie escrescenze, e ciò ne' Fiumi reali per una certa estensione, e altezza limitata, oltre alla quale è lecito ad ogni particolare il fare que' lavori, che vuole per ripararsi, come giudica, o per altri suoi fini.

Per questo io son sicuro, che tutti gli Autori, i quali parlano del danno, che si fa da' lavori fatti ne' Fiumi, non s'intendono in alcun modo di un caso simile a questo, e son sicuro, che tutte le autorità del Guglielmini, di qualunque altro, e ancor delle Leggi non parlano mai di lavori fatti in tanta distanza dal corso ordinario del Fiume, e tanta elevazione sopra l'ordinario suo pelo. Aggiungo solo, che quando si dice, che ritirati gli Argini, conviene distruggere i residui de' vecchj, e cose simili, ciò s'intende, non



perché que' residui farebbero danno alle ripe opposte, ma perché co' varj urti, e giri, che l'acqua farebbe ivi per quegli urti, potrebbero patire gli Argini nuovi vicini a que' residui, onde tutto ciò, che si dice degli impedimenti protratti dentro il Fiume contro il suo filone, e de' pezzi di Argini vecchj, e cose simili, che vedo citate, son sicuro, che non si devono intendere di cose fatte in siti tanto lontani, ed alti; onde non credo, che facciano forza alcuna in questa controversia.

Questo in generale: venendo al particolare, due sono i titoli, per cui s'incolpano questi Argini, come dannosi alle piarde opposte, e non credo, che altri se ne possano pensare: il maggiore innalzamento, che da essi possa provenire pel restringimento dell'Alveo, e l'inclinazione maggiore, che il filone del Fiume possa riceverne, venendo spinto verso le stesse piarde. Il danno, che si pretende si è il facilitare, e l'accrescere la corrosione della medesima.

In ordine a questi rifletto in primo luogo, che non ogni qualunque cagione, che faccia alzare il Fiume, o che faccia in qualunque maniera mutar direzione a qualche parte delle sue acque, è proibita, e può impedirsi da chi sta in faccia. Qualunque lavoro, che si faccia anche a pura difesa, impedendo una libera espansione, e irruzione sulli campi, fa qualche alzamento: ogni ostacolo, che in piena campagna nelle inondazioni è incontrato dall'acqua espansa, muta la direzione di qualche parte di acqua. Convieni, che gli ostacoli apposti sieno nel Fiume, ed entrino in esso, perché possa dubitarsi, se debbano esser creduti rei: non basta la sola generalità del restringere, o divertire: convieni, che restringano quello, che deve stimarsi l'Alveo del Fiume, e divertano l'acqua, che debba stimarsi appartenente al suo corso, per poter essere accusati. Non ponno esserlo mai quelli, che restringono le espansioni così lontane dal corso ordinario, e mutano la direzione di esse, qualunque effetto ne siegua dal loro essere ritenute, o costrette a rientrare nel Fiume, il quale effetto non può esser considerabile per se stesso, o almeno non può esser positivamente di danno.

Dico positivamente, per quanto alcune volte una opera fatta a pura difesa può essere negativamente di danno alla parte opposta. Un riparo, che impedisca una forte corrosione, impedisce alla parte opposta un'acquisto, fa, che essa abbia più acqua di quello, che avrebbe, e lo stesso fa ogni impedimento alle maggiori espansioni: ma questo non è un'agire positivamente, e offensivamente, è un'impedire un'azione contraria, cosa lecita, e lecita spesso non solo in siti simili al presente, ma anche in molti casi, ne' quali si fanno i lavori dentro i Fiumi stessi. Altrimenti non sarebbe mai permesso in alcun luogo, alcun pennello, né alcun preservativo dalle corrosioni, né alcun'Argine, che impedisca l'ulteriore espansione per le campagne.

Convieni, che chi si stima danneggiato, provi egli positivamente la qualità del danno positivo, che riceve, che lo mostri considerabile, che lo mostri indoveroso, e non basta, che generalmente dica, che pel tale lavoro egli ha più acqua, e l'ha con direzione diversa da quella, che avrebbe senza esso lavoro. Esso lavoro situato così lontano, e così in alto ha già da se la presunzione di non mandar egli positivamente quell'acqua: ma lasciarla andare, dove deve andare, impedendole l'andare, dove non deve. Chi lo accusa, convieni, che oltre alla generalità scenda egli al particolare, e provi la qualità

dell'azione positiva in ordine ad un'effetto, che non vi debba essere, e la gravezza del male, che riceve, e non dovrebbe ricevere. Su questi riflessi potrebbe la Casa Lando stare sulla sola difensiva, e dire, che non provando la parte contraria nulla in particolare, e proponendo solo in generale l'andarvi alle opposte piarde più acqua, e con direzione diversa da quella, per cui andrebbe, rimane la presunzione per l'innocenza de' Lavori.

Per questa difesa negativa si potrebbe portare anche il riflesso dell'essere cose assai diverse fra loro il restringer l'Alveo del Fiume, e l'impedire ulteriori espansioni di esso. Non può mai nel caso presente dirsi, che il Fiume viene ristretto da que' lavori. Si dia un'occhiata alla Carta suddetta, e si guardi, quanto il Fiume è ristretto più in su. Venendo al sito de' ripari, esso si dilata tanto, considerando anche il solo residuo fra' detti lavori, e la piarda opposta. Non può dirsi mai, che essi restringono il Fiume; ma solo, che impediscono una dilatazione maggiore, e di più una tanto maggiore, che gli lasciano il triplo della larghezza sua naturale, della larghezza, che esso medesimo ha poco più in su. L'impedire una dilatazione maggiore, e tanto indoverosa, è una cosa negativa lecita; non è un'azione positiva illecita.

Al modo stesso, se coll'impedire all'acqua il corso tanto fuori del naturale suo letto, si costringe il filone ad accostarsi più, e con diversa direzione alla piarda opposta, questo non è un buttar il Fiume, e il suo filone contro essa piarda, un mutar la direzione alle acque, un'agire contro il naturale stato; ma è un'impedire, che esso non vada, dove non deve andare, che non occupi que' siti, che non deve occupare, essendo cosa perniziosa pel pubblico, ed affatto indoverosa una estensione illimitata, una devastazione di ampiezza grande di sito. Quelle sarebbero azioni positive a offesa, queste sono di sua natura opere a difesa, dalle quali quando anche alcun danno positivo ne derivasse a chi sta in faccia, non si dovrebbe imputare ad esse, come ad agenti positivi, ma riputar conseguenze indirette della difesa, di lavoro in ordine a quegli effetti cagione indiretta, e negativa, non positiva.

Così mi pare di avere sufficientemente provata la prima parte della mia asserzione, cioè, che que' lavori sono un'opera a difesa pura, e non ad offesa, e che il Marchese Lando ha avuto tutto il diritto di farli, e lo ha di sostenerli. Passerò a provare la seconda, che la parte a lui contraria non riceve alcun danno positivo né punto, né poco considerabile da' suddetti lavori.

Ho detto, che non riceve alcun danno positivo: non solo dico, che non lo riceve con un'azione direttamente positiva, che da se tenda ad offenderlo, ma che neppure lo riceve considerabile positivo. Il danno positivo sarebbe una corrosione delle sue piarde considerabilmente maggiore di quella, che ora seguirebbe senza que' lavori, e questo danno io sono pienamente persuaso, che ella non riceve.

Ne riceve bensì uno negativamente in questo senso. Considerando attentamente la Carta, ho veduto, che ove sta scritto *Piarda di Sparaviera*, al sito di quel *di*, la piarda medesima ha cominciato a fare un poco di seno, di curvatura maggiore di quello, che porta l'andamento generale della spiaggia. Se quella col tempo crescesse, potrebbe a poco a poco il filone, o una grossa parte del Fiume rivolgersi verso la punta dell'Argine di mezzo, e verso quella valle, che si era cominciata a formare dietro al sito della stessa

punta, e son persuaso, che l'essersi cominciata alcuni anni addietro ad avviare di là una particella della corrente, sia una cosa correlativa a quella maggiore insenatura. Se la Casa Lando non faceva quel riparo, credo, che col tempo di là si sarebbe formato un canale, e poteva succedere, che colla facilità di quel nuovo adito si voltasse di là o tutto il Fiume, o una sua parte considerabile. Allora si sarebbe potuto mutare il sistema del Fiume, e fattasi la corrosione dalla parte di quel canale, poteva succedere, che esso Fiume si discostasse dalla piarda segnata col segno +. Questo sarebbe stato col tempo un vantaggio de' Signori Scotti, e questo vantaggio lo perdono colla provida cura di chi, fabbricato quell'Argine, ha prevenuto nel suo principio un male, che col tempo poteva divenirgli irremediabile. A primi principj bastano piccioli rimedj. Un piccolo contrasto da quella parte impedisce l'effetto, e dice in certo modo all'acqua, che vuole avanzarsi, e far danno, *tirati in là*.

Questo nel medesimo tempo fa vedere, che la Casa Lando ricava del considerabile profitto da quell'opera, che essa opera non solo è difesa, ma è necessaria difesa. Chiunque impedisce cogli Argini, o in qualunque altro modo a un Fiume il venire in Casa sua, e chiude le rotte, e fa altri lavori simili, è cagione a chi gli stà in faccia, della perdita di que' vantaggi, che esso riceverebbe dal suo danno; ma questo non è essere a lui cagione né diretta, né indiretta di un danno positivo, è un impedirgli un bene, dal cui acquisto gli cesserebbe il danno, che soffre da altre cagioni. L'effetto immediato, è la cessazione di quel bene, da cui ne siegue la continuazione de' mali, che riceve altronde.

Credo bensì, che i medesimi Argini portino del vantaggio anche in ordine alla bonificazione. L'acqua, che non corre in alcun conto, ma si ferma, depone incomparabilmente più di quella, che passa, benché passi lenta. Se non sono seguite finora grandi deposizioni; ciò proviene dall'essere appunto così rare le piene, che arrivino a que' siti: per altro neppure può esser vero quello, che trovo nella Scrittura contraria, che fra quegli Argini non si trova altro, che pura sabbia. Vedo nella suddetta carta nominata anche la terra, e non può essere veramente affatto pura quella sabbia, in cui vi ha bosco, e anche quella, in cui vi sono de' virgulti. Il fine principale di quegli Argini deve essere l'assicurarsi da' principj di qualche mutazione di corso, e un fine molto ragionevole si è anche quello di arrestare l'acqua espansa perché deponga.

Ma per venire al punto più essenziale, del non essere que' lavori cagione attuale, neppure indiretta di una corrosione punto maggiore, io ne sono pienamente persuaso, e ciò per più ragioni.

In primo luogo, e questa è una riflessione essenzialissima, è cosa troppo conosciuta, che le corrosioni considerabili nelle piarde non sogliono succedere assolutamente ne' tempi delle grandi escrescenze, quando esse durano, ma quando esse danno giù. L'acqua nel rientrare nell'Alveo, corrode, solca, si tira dietro la terra, e queste sono le corrosioni, che si fanno in cima. Le corrosioni poi, che si fanno dalla corrente del Fiume, si fanno in fondo: l'acqua scalza là giù, e la cima ricade. Questo effetto si vede continuamente, e la cagione è patente. Ogni Fiume più al basso cammina più veloce, che più in alto, qualunque sia la legge della accelerazione nelle diverse distanze dalla superficie supposta stagnante. Quindi ha più forza di corrodere più al basso, che più

in alto: la piarda formata dello stesso terreno ha d'ordinario la stessa tenacità in alto, e in basso, quindi la corrosione si fa prima in basso, che in alto, e si scalza il terreno, e rimasto senza appoggio, quel di sopra ricade.

Ora è in oltre verissimo, e notorio, che nelle grandi escrescenze il filone, e generalmente il corso dell'acqua, si scosta più dalle piarde curvilinee concave, come lo sono quelle, che stanno in corrosione, affettando la corrente in quel tempo, più che mai, il cammino più corto, per cui tanto più presto possa spingersi innanzi. Quindi in quel tempo fa meno forza contro esse piarde, e le corrode meno in cima, e in fondo, anzi non ha forza sufficiente per corroderle; imperocché, se quella forza minore, che ha allora, superasse la resistenza della piarda, già quella piarda avrebbe ivi ceduto prima.

Da questi principj ne viene ad evidenza l'innocenza de' lavori controversi, e si vede l'essenziale disparità di essi, da que', che si fanno nel corso ordinario del Fiume, e nelle comuni ordinarie escrescenze, onde di questi soli debbano intendersi gli Autori, e le Leggi. Quando l'acqua non arriva a questi ripari, essi certamente non spingono l'acqua contro la piarda, né coll'accrescere l'altezza, e rendere l'inclinazione meno obliqua accrescono la velocità, e la forza dell'urto. Allora sono inoperosi. Quando nelle straordinarie escrescenze l'acqua arriva ad essi, quello non è il tempo, in cui le corrosioni sieguono. Il filone già più discosto, benché si accosti alcun poco più, e abbia l'acqua un poco più di velocità, tanto si trovano più discosti dell'ordinario, ed in uno stato, in cui l'impressione, che ponno fare contro la ripa, o piarda opposta, è minore della resistenza di questa. In sostanza questi lavori agiscono, quando le corrosioni non sieguono, e non sieguono con tutto che essi agiscano; onde non sono essi quelli, che colla loro azione facciano nascere, o rendano maggiori le corrosioni.

Né vale punto a mio giudizio quello, che trovo alla *pag. 6* della Scrittura del sig. Zanetti intorno alla perseveranza del moto una volta impresso a' solidi, e che si trasporta ivi ai fluidi, non vale dico, per quello, che io credo di certo, contro ciò, che ho detto di sopra. Quando ad un corpo si imprime un moto, esso conserva la direzione, e la velocità del medesimo movimento per la sua forza d'inerzia, finché qualche ostacolo, o qualche nuova forza attiva non lo costringe a mutare questo stato di movimento. Ma questa conservazione si fa da quell'individuo corpo, e quella forza, che deve alterarlo è quella, che deve agire dopo in esso medesimo. Nel caso nostro l'applicazione di questa dottrina riguarda quelle individue particelle di acqua, nelle quali ha agito l'ostacolo in tempo di piena massima. Ciascuna di quelle individue particelle fu obbligata allora ad una direzione, e velocità diversa. Essa avrebbe conservata quella nuova direzione, e velocità per sempre, se altre cause, e ostacoli non l'avessero alterata: questo è verissimo; ma questo non fà, che quel movimento impresso allora a quelle particelle d'acqua da questo ostacolo debbano averlo anche dopo quelle altre particelle di acqua, che sopravvengono, e che non urtano più in quell'obice, né sono spinte da quelle, che vi urtano; giacché fuori del tempo di quella piena, niuna vi urta più.

Per comprendere meglio questa cosa, si concepisca una serie di palle, che corrano le une appresso alle altre per un pavimento. Se uno di fianco urta alcune di quelle palle, e non urta le seguenti, quelle, che sono state urtate, torcono il loro movimento,

ma quelle, che vengono appresso, vanno, come sarebbero andate senza quell'urto. Così succede alle particelle dell'acqua, che passano pel fiume dopo, che la piena è già finita: esse vanno, come anderebbero, se quelle prime non fossero state urtate. Vi è una sola differenza tra il fluido, e quelle palle, che le particelle del fluido hanno una adesione fra loro. Questa è assai piccola in ordine al comunicare la stessa direzione in parte alle seguenti, perché appunto il fluido si definisce, *illud, quod cedit vi cuicumque impressae, & cedendo facile movetur*, onde le parti seguenti poco son deviate dal loro cammino in vigore di questa coesione, che hanno colle precedenti; ma pur lo sono un pochino. Ma questa variazione siegue solo nelle parti vicine. Quelle, che vengono dopo un giorno, quando già le precedenti sono ite tante miglia lontano, non si risentono più né punto, né poco di quella mutazione, che è accaduta ad esse, quando anche esse ne conservino tutta l'impressione d'allora, cosa, che per li tanti seguenti ostacoli neppur riesce alle medesime.

È vero, che ne' Fiumi le impressioni fatte da un'ostacolo sieguono in varj casi a produrre l'effetto anche un pezzo dopo; ma ciò non succede per quel principio della conservazione del moto de' solidi applicato a' fluidi: ciò siegue, perché si mutano alcune circostanze, le quali fanno, che le seguenti azioni sieno diverse da quelle, che sarebbero, se quella cagione non avesse agito prima. Se le azioni precedenti hanno fatto buttar giù un'Argine, l'acqua seguita sempre ad uscire per la rotta, finché essa non si ripiglia. Se si è sprofondato un nuovo canale, o incurvata una ripa corrosa, l'acqua seguita ad andare pel nuovo canale, e seguita a far quel giro maggiore, che richiede la nuova curvatura. Ma questo appunto introduce la reale essenzialissima differenza tra la Casa Lando, e la Casa Scotti. Alla prima era pernizioso quel canale, che si era cominciato ad aprire nella nuova valle, e se varie piene lo avessero seguitato a scavare, l'acqua ributtata in là, massime dalla nuova maggior curvatura della piarda opposta, di cui si è parlato di sopra, vi si sarebbe avviata, e l'effetto avrebbe durato ancor dopo le piene, mettendo a rischio tutta la sua penisola. Ma non facendosi corrosione maggiore, né curvatura maggiore nelle piarde di Casa Scotti nel tempo delle piene massime in vigore di que' ripari, finita la piena, le cose tornano come prima, e le seguenti particelle dell'acqua vanno, dove, e come sarebbero andate, se detti Argini, o ripari non vi fossero stati, né avessero agito mai.

Ed ecco, che insensibilmente sono disceso al merito di un'altra controversia, che vi è nelle Scritture suddette sulla sensibilità, o insensibilità delle azioni di que' ripari contro le piarde di Casa Scotti. Quello, che ho detto finora mostra, che realmente esse piarde non ne risentano alcun danno; giacché in quel tempo in cui agiscono que' ripari, non ne siegue la corrosione delle piarde medesime, le quali restano più forti considerabilmente della forza del Fiume, per essere con tutte le azioni de' suddetti ripari il filone più lontano di quello, che lo è fuori di tale occasione, onde esercita un'azione minore della attuale resistenza, che vi trova, e assai minore; sicché, se non v'è qualche altro accidente estraneo, le corrosioni non sieguono mai in tale tempo. Ma son di parere inoltre, che le medesime azioni sono piccolissime da per se stesse, ed incapaci di produrre alcun danno considerabile, quando anche in quel tempo fossero le piarde stesse capaci di ricevere danno, e corrosione da quell'eccesso di azione.

Tre sono le ragioni, che mi spingono a giudicare così. La poca quantità d'acqua, che que' ripari arrestano, e costringono a correre per la sezione minore, e non dirò più ristretta, ma meno dilatata: la poca velocità, che quest'acqua aggiugne alla rimanente, e con cui la urta per deviarla, e farla accostare alla piarda opposta; la brevità del tempo, in cui dura l'azione.

Questa terza parte rimane abbastanza provata, quando si sia provato, che l'azione non dura dopo cessata la piena, come si è provato, levando coll'esempio della serie delle palle l'equivoco della conservazione del movimento impresso. Le piene massime, nelle quali sole agiscono que' resistenti, durano poco, ed io stento assai a credere, che esse durino quindici giorni. Ma durino pure quindici giorni. Giacché in dodici anni sono stati operosi solo tre volte, si dia pure una durata di 45 giorni alla totale loro azione. Questo forma un mese e mezzo. In anni dodici vi sono 144 mesi; sicché prossimamente il tempo della sua durata è una delle cento parti del tempo della durata delle altre cagioni. Quando dunque l'azione di que' ripari fosse uguale a tutte le altre cagioni, il suo effetto sarebbe una delle cento parti dell'effetto di quelle. Se in que' dodici anni la Casa Scotti avesse perdute cento braccia di sito, un solo braccio di perdita si dovrebbe attribuire a quegli ostacoli.

Ma niuno mai penserà, che l'azione sia uguale. Anzi si vede senza alcun calcolo l'incomparabile eccesso delle altre cagioni. Si consideri tutto il filone ribattuto di sopra, che con tutto il naturale suo impeto acquistato pel pendio, con tutta la velocità acquistata di sopra dalle particelle dell'acqua, e conservata, e accresciuta di sotto, urta la piarda, e si consideri la poca quantità d'acqua, che si sarebbe distesa per espansione nel sito così remoto dal filone, in cui stanno gli Argini, e la piccolissima velocità, che può acquistar'essa ricadendo in fianco dopo di essere arrestata dagli Argini stessi, e facendo col piccolo eccesso di pressione accelerare quel di più l'acqua del filone, o svolgerla dal suo cammino. Quanto piccola parte sarà quella di questa azione rispetto alle altre concause. Certamente si vede chiaro, che di quel braccio per ogni cento braccia di perdita, che la Casa Scotti abbia fatto, una piccolissima particella si dovrebbe attribuire a quegli ostacoli, quando essi vi avessero parte. Convien pigliare la perdita, che ha fatta in dodici anni innanzi alla costruzione di questi ripari, e quella, che ha fatta ne' dodici anni posteriori, e se questa è maggior di quella, pigliar la centesima parte di questo solo eccesso, e incolparne essi ripari, quando nel caso, in cui un tal'eccesso sussista, potesse provenire da que' ripari, e non fosse vero quello, che ho dimostrato, che essi non vi hanno parte alcuna.

Ma per stimare questo stesso rapporto dell'azione di que' ripari, o si concepiscano come restringenti, o come respingenti; se si fa un ragionevole computo, quanto mai si troverà tenue esso rapporto! Il Sig. Porcelli nella sua Scrittura riduce il corpo dell'acqua, che viene arrestata dal maggiore de' tre Argini, a non eccedere una sedicesima parte del corpo totale dell'acqua del Fiume, e ciò computando la velocità come nata dalla sola pressione nelle ipotesi delle velocità, che sieno in ragione semplice, o in ragione sudduplicata delle altezze. Da qualche scandaglio fatto, vedo, che la cosa va verso là; ma le supposizioni sono tali, che anzi scemano troppo detta quantità d'acqua. Vi è nel

Fiume un fondo di velocità precedente, che si mantiene assai più verso il filone, che lontan da esso, e le acque, che per espansione si stendono, ne partecipano assai di meno. Si aggiunga la frizione del fondo così vicino, toccata ancora da lui, e gli impedimenti degli alberi, e virgulti, ne' quali urta quell'acqua, e questa quantità d'acqua scemerà più della metà. Si aggiunga inoltre, che la Parte contraria concede, che la Casa Lando avrebbe tutto il diritto di fare delle piantagioni, per rallentare il corso dell'acqua, e far deporre. Dovrà dunque pigliarsi il solo eccesso della quantità d'acqua, che arrestano gli Argini sopra quella, che arresterebbero gli alberi piantati conforme a questo accordato diritto. Ecco, che non si avrà neppure una delle 30 parti, e a mio giudizio neppure delle 50 di tutto il Fiume. Sicché già per questa parte in vece di pigliare uno per 100 delle braccia di terreno perduto dalla Casa Scotti, si dovrà prendere una delle tre, o delle cinque mila parti.

Ma vi è di più. Questo così piccolo corpo non aggiunge una velocità proporzionale a se nel resto del Fiume, o se la aggiunge proporzionale, non fa crescere punto l'altezza. Vi è chi crede, che ne' Fiumi, finché l'aggiunta non superi molto il Fiume stesso, la superficie non si alzi sensibilmente, perché la velocità appunto cresca in proporzione del corpo d'acqua; ma molti sono persuasi dell'opposto, e si citano esperienze contro esperienze, e almeno finora l'opinione comune era contraria, ed è contraria ancora quella delle Scritture, dalle quali io discordo nella presente controversia, nelle quali di fatto si fa forza sulla maggiore alzata di superficie. Questa alzata dunque suppone un'accrescimento di velocità minore, che in ragione del nuovo corpo d'acqua, e sempre poi sarà minore anche, se si consideri la velocità precedente conservata dal Fiume. Quindi là giù in fondo ove le piarde si corrodono, e scalgano, sarà assai minore l'effetto di una trentesima, o cinquantesima parte del totale, che vi sarebbe senza i ripari.

Rimane da esaminare al fine la direzione, o sia quel corpo d'acqua, come respingente. Vedo quello, che si è detto da ambe le parti sulla composizione delle forze, e de' movimenti. È vero, che urtandosi obliquamente due corpi, quello, che è urtato viene ad essere determinato ad una nuova direzione di movimento, la quale è espressa dalla diagonale di un parallelogramo, i lati del quale esprimono due velocità: ma queste velocità non sono quelle, che avevano prima i due corpi, e quando fossero quelle, la diagonale nel nostro caso non andrebbe per mezzo, ma storcerebbe insensibilmente dalla direzione di prima la direzione delle particelle del Fiume, e particolarmente di quelle del fondo, dove le piarde si scalgano per corrosione.

Uno de' due lati esprime la velocità del corpo urtato, ma l'altro non esprime la velocità del corpo, che urta: esprime la velocità, che dal corpo impellente riceve l'urtato per quella impulsione. Quando i due lati fossero le stesse due velocità, ad ogni modo essendo tanto minore la velocità dell'acqua, che corre per espansione tanto lontano dall'Alveo, in siti così alti, con tanti impedimenti del fondo, e degli alberi, e virgulti, già tanto minore sarebbe un lato dell'altro, e però assai piccolo l'angolo della deviazione dal movimento di prima. Ma la velocità, che il corpo urtato riceve per l'impulsione, dipende dalla velocità di questo, e dalla proporzione della massa di questo, alla massa di quello. Ora questa massa, come si è veduto, non è una trentesima, non è una cinquan-

tesima parte della massa del rimanente? Quanto dunque diviene piccola la medesima velocità comunicata in fianco al corpo urtato, e però quanto insensibile la deviazione?

Essa deviazione già così svanisce: ma si riflette di più, che questo effetto di deviazione non siegue uguale in tutta la massa del Fiume, cioè in tutte le parti della sua altezza: sarebbe tale, se il Fiume fosse un corpo rigido, solido; ma essendo esso fluido, e cedente, la distribuzione si fa disugualmente: né tocca più alle parti di cima, che a quelle di fondo. Quelle di cima non hanno forza considerabile per corrodere, essendo quelle di fondo quelle, che scanzano per corrosione. Ora che piccola particella di effetto rimane mai giù in fondo?

Si aggiunga, che appunto per la somma mobilità del fluido, le impressioni ricevute si cangiano dopo; onde è verissimo tutto quello, che si dice dal Signor Porcelli della linea curva, per cui vanno giù le particelle. Questa è tanto curva, che anzi una gran quantità d'acqua appena uscita dagli ostacoli, ricade indietro dalla stessa parte sotto di essi, e appunto per questo i pennelli, i quali s'internano troppo nel Fiume, sono perniziosi alla ripa medesima sulla quale sono fatti, ricadendole dalla parte di sotto, e corrodendola, se non sono vicini abbastanza, e sostenuti così gli uni dagli altri; onde vi vuole grand'arte, e pratica locale sulla natura di ciascun Fiume, correlativa alla qualità, quantità, direzione, e celerità delle sue acque per ben dirigere una pennellatura, per non fare da una parte una spesa eccessiva inutile, e dall'altra non rendere pernizioso lo stesso rimedio.

Tutti questi riflessi fanno svanire affatto ogni sensibilità d'azione, o sia per via di restringimento, o sia per via d'impulso. Potrebbero con certi assunti minori almeno del giusto farsi de' calcoli, ma a pura vista d'occhio si vede, che sono inutili, perché darebbero un risultato insensibilissimo. Sarebbero rispetto alle altre cagioni, come un soffio di un uomo, che tendesse a far cadere un altro uomo robusto, che sta in piedi, o una mosca fermatasi sul suo capello, per accrescere il suo peso. È cosa evidente, che quando queste azioni agissero in tempo da produrre l'effetto, non si dovrebbe imputar ad esse la perdita neppure di una striscia di terreno larga quanto è una decima parte di un dito.

Così mi pare di avere ad evidenza provata anche la seconda parte del mio assunto. Basterebbe alla Casa Lando il mostrare, che la Parte contraria non dimostri positivamente un danno considerabile ricevuto dagli Argini suddetti, e danno indoveroso: ma per essa si prova così positivamente l'insensibilità dell'azione, la quale, quand'anche agisse, farebbe un'effetto insensibile; eppure non agisce in tempo, in cui possa aiutare la corrosione, che allora non siegue, e la sua azione non dura dopo. Questo apparteneva alla seconda parte, e in questa ho infinito piacere, di vedere coll'ultima chiarezza, che questo mio voto sincero, non fa menomo danno a' Sig. March., e Co. Scotti, i cui interessi mi premono ugualmente, quanto quelli del Sig. Marchese Lando, non avendo io avuta alcuna occasione di contrarre alcuna servitù, per quanto io almeno me ne sovvenga con alcuno di essi.

Si aggiunge a questa seconda parte quella prima del non essere questi lavori fatti nel Fiume, e però non essere contrarj, ne agli Autori dell'acque, che si citano, ne alle



Leggi; onde sussiste per la Casa Lando la ragionevolezza nel farli, e mantenerli, e questo tanto più, quanto che ho positivamente provata per essi l'utilità, anzi la necessità de' medesimi.

Sottoscritto Ruggiero Giuseppe Boscovich della C. di Gesù.

*Superscriptam superscriptionem fuisse, & esse factam manu propria, & caractere Admod. R. P. Ruggieri Joseph Boscovich Societatis Jesu, ac publ. in hac Ticinensi Academica Mathematicae Professoris, me praesente, & vidente attestor Ego Alexander Andreolus publ. Colleg. Papiae Notarius.*

*Nos Joannes Baptista Villanterius, Melchior Parona, et Carolus Hieronymus Ferrarius Consules Vener. Collegii Nob. D. D. Not. Civit. , et P. Papiae fidem facimus, et attestamur superscriptum D. Andreolum fuisse, et esse publicum Legalem, ac fide dignum huius Ven. Collegii Notarium Collegiatum, eidemque suo in munere semper adhibitum fuisse; indiesque adhiberi fidem in Judicio, et extra. In quorum etc.*

*Dat. e dict. Ven Collegio hac die Mercurii vigesima tertia Mensis Maji anni 1764. Indictione duodecima.*

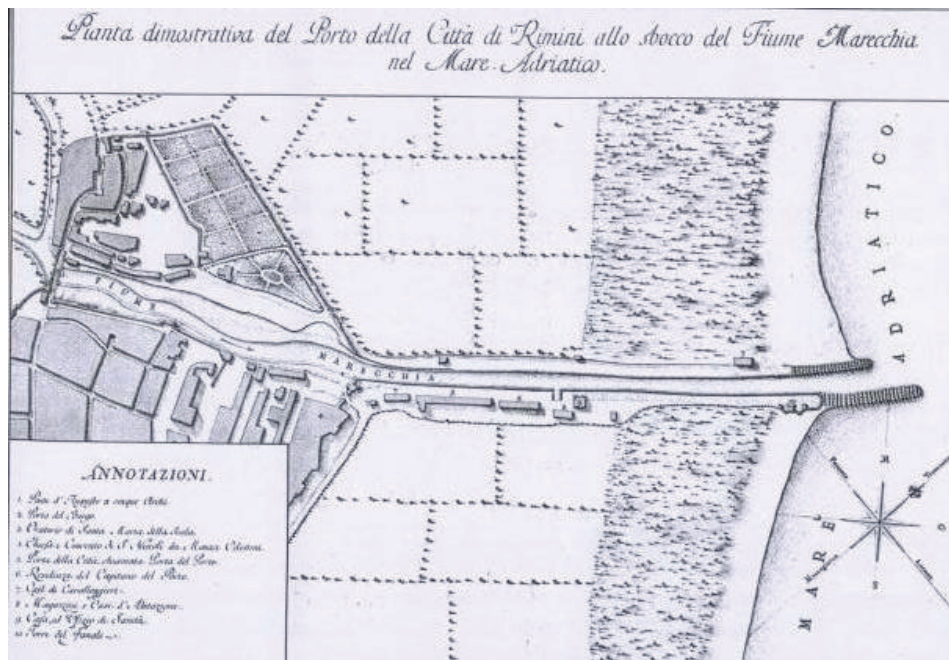


12  
Sul porto di Rimini  
(1764)



*Rimini nel XVII secolo*<sup>127</sup>

<sup>127</sup> DELBIANCO [2002], p. 68.



*Pianta del porto di Rimini alla fine del XVIII secolo<sup>128</sup>*

Dopo aver trascorso l'estate tra Pavia, Milano e Merate presso la villa Belgioioso, come attestano le lettere inviate a G. S. Conti<sup>129</sup>, il 31 agosto 1764 Boscovich fu chiamato a Rimini da Giovanni Bianchi<sup>130</sup> per cercare di risolvere il problema dell'interrimento del porto della città: "Io per altro sono oramai di partenza per Rimini, chiamato, come mi pare di averle scritto da quella Città per esaminare un progetto di un Ingegnere concernente il loro porto"<sup>131</sup>.

<sup>128</sup> STERPOS [1974].

<sup>129</sup> ARRIGHI [1980], pp. 138-168.

<sup>130</sup> Giovanni Bianchi (Rimini, 1693 - ivi, 1775), laureatosi in medicina all'università di Bologna, aveva allestito presso la propria abitazione un museo ed una scuola privata, nella quale si formarono alcune importanti personalità, tra cui Giovanni Antonio Battarra, il cardinale Giuseppe Garampi, Giovanni Amaduzzi e il futuro pontefice Clemente XIV, Lorenzo Ganganelli. Tra il 1717 ed il 1719 Bianchi iniziò ad interessarsi di idraulica, partecipando ad alcune riunioni di matematici che cercavano soluzioni alle piene del fiume Reno. Studiò il fenomeno delle maree sulla spiaggia di Rimini, argomento del quale discusse in appendice all'opera *De conchis minus notis liber* (Pasquali, Venezia 1739). Fu al centro di numerose polemiche, a seguito delle quali iniziò ad adottare lo pseudonimo di Jano Planco. Fu protagonista delle vicende legate alla sistemazione del porto di Rimini, in aperta polemica con Boscovich e soprattutto con Serafino Calindri, allievo di quest'ultimo.

<sup>131</sup> ARRIGHI [1980], p. 165.

Lo scalo marittimo, costruito alla foce del Marecchia, da sempre era soggetto ad interrimento a causa della natura torrentizia del fiume, il quale depositava in prossimità della bocca grandi quantità di detriti, rendendo difficoltoso l'accesso per le imbarcazioni. Il rimedio adottato fino a quel momento e sostenuto con grande convinzione durante il XVIII secolo da Giovanni Bianchi era stato quello del continuo prolungamento dei moli guardiani, le cosiddette "palate", a mano a mano che la spiaggia avanzava.

Il porto alla foce del Marecchia, fatto costruire nel 1059 dai Benedettini dell'abbazia di S. Giuliano, alla fine del XII secolo passò sotto la giurisdizione del comune. Nel 1371, anno in cui Rimini fu concessa ai Malatesta, erano attestati due porti distinti, "l'uno bellissimo verso la città e tutto opera del mare, l'altro formato dalla foce del fiume"<sup>132</sup>. Alla fine del XIV secolo il porto alla foce del Marecchia fu gravemente danneggiato a seguito di alcune burrasche e dell'erosione del fiume. Nel 1400 furono iniziati i lavori di sistemazione dell'ultimo tratto del Marecchia; al porto fu data la direzione che ha tuttora, ma la piena del 1410 lo danneggiò nuovamente. Nuovi interventi furono promossi da Sigismondo Malatesta a metà del secolo, ma il regime torrentizio del Marecchia rese instabile la struttura. Le piene del 1440 e del 1442 deteriorarono le sponde e l'imboccatura del porto tanto che alla fine del secolo le condizioni dello scalo furono di nuovo critiche<sup>133</sup>. Col declino della signoria malatestiana, subentrò per sei anni il dominio della Repubblica di Venezia, poco attenta ai problemi del porto riminese, che avrebbe potuto far concorrenza ad altri scali della Serenissima. Nel 1509 Rimini ritornò sotto il dominio dello Stato della Chiesa, l'importanza strategica del porto indusse i pontefici a prendere provvedimenti per il suo riattamento. A seguito della progressiva ostruzione della sua foce il fiume aveva modificato il proprio corso, abbandonando il porto e dirigendosi in mare attraverso una nuova foce. Verso la metà del Cinquecento si aggravò il degrado: l'antica darsena che fino a quel momento aveva spesso rimediato alle carenze del porto-canale, a partire dal 1566 andò prosciugandosi. A questo si aggiunse il progressivo avanzamento della spiaggia che contribuì a rendere più vulnerabile il porto di Rimini. Un resoconto sugli scali marittimi dell'Adriatico fatto da Giovanni Pietro Ghislieri tra il 1578 ed il 1580 aveva messo in luce come questi risultassero per lo più inutili e bisognosi di continue cure. L'unico rimedio conosciuto erano i moli "guardiani", ma il loro continuo prolungamento non poteva durare, anche a causa della penuria di legno per la loro realizzazione. Sotto il pontificato di Clemente VIII si tornò a discutere della possibilità di riedificare il vecchio porto sul Marecchia secondo il progetto dell'ingegnere Agostino Fontana o di costruirne uno nuovo sul torrente Ausa, come proposto da Francesco Masini. Prevalse il partito dell'Ausa e nella prima metà del 1598 si diede inizio ai lavori, accantonati nel 1600 e successivamente ripresi intorno al 1613, dopo la perizia dell'architetto Girolamo Rinaldi, il quale aveva osservato che il Marecchia trasportava grandi quantità di ghiaia e sabbia e che queste

---

<sup>132</sup> Oltre al nuovo porto alla foce del Marecchia, era ancora attivo l'antico scalo di età romana. SERPIERI [2004], p. 31.

<sup>133</sup> SERPIERI [2004], p. 34.

andavano a depositarsi in prossimità dello sbocco a mare del fiume. Dal momento che il mare si stava ritirando a causa dell'avanzamento della spiaggia, fare una palizzata dentro ad esso sarebbe stata una spesa inutile. Per questo motivo Rinaldi suggerì di pensare ad un altro sito per il porto, ossia il fiume Ausa, privo quasi completamente di detriti e il cui fondo aveva sufficiente altezza<sup>134</sup>. Il progetto, nonostante avesse tutte le caratteristiche per garantire una felice riuscita, fu abbandonato<sup>135</sup>. Nel 1614 e nel 1616 due violente inondazioni del Marecchia causarono gravi danni. Nel 1630 l'imbocco del porto era nuovamente ostruito e due anni dopo si tornò a valutare la possibilità di trasferire lo scalo alla foce dell'Ausa. Fu costituita una commissione per nominare alcuni periti che dessero un parere in merito: furono interpellati Niccolò Galli, ingegnere della Repubblica di Venezia nel 1633, favorevole ad un porto sull'Ausa, e un anno dopo il bolognese Francesco Martinelli, convinto invece della possibilità di recuperare quello sul Marecchia<sup>136</sup>. Accantonata definitivamente l'idea di uno scalo sull'Ausa, si diede avvio alla ristrutturazione di quello sul Marecchia. Nel 1638 il Comune rientrò in possesso della giurisdizione del porto e a partire dal 1650 promosse una serie di iniziative per il rilancio della struttura portuale<sup>137</sup>.

Nel 1717, durante la legazione del cardinale Gozzadini, si decise di sostituire alle palizzate in legno una struttura in muratura, ma questo esperimento si rivelò deludente quando nel 1727 una violenta inondazione travolse le nuove banchine. Nel 1732 si procedette al prolungamento della palificazione. A giugno del 1733 l'architetto Sebastiano Cipriani si interessò del riassetto del porto-canale, tre mesi dopo il pontefice inviò sul posto Luigi Vanvitelli che in quegli anni stava riqualificando il porto di Ancona, ma nella sostanza la situazione dello scalo non migliorò.

Nella seconda metà del Settecento il porto di Rimini fu al centro di un intenso dibattito, nel quale si scontrarono due fazioni, una capeggiata da Giovanni Bianchi con l'appoggio di Carlo Agolanti e del conte Federico Sartoni<sup>138</sup> che sosteneva la validità dei moli guardiani e la necessità del loro prolungamento, l'altra guidata da Serafino Calindri<sup>139</sup> col sostegno del conte Francesco Garampi che proponeva come rimedio il dragaggio del canale<sup>140</sup>.

Nell'autunno del 1762 Calindri si aggiudicò il concorso per la delineazione di una carta corografica del territorio riminese. Giunto nella città malatestiana si interessò alle condizioni del porto e con l'aiuto del conte Garampi raccolse documenti ed eseguì

<sup>134</sup> SERPIERI [2004], p. 61.

<sup>135</sup> SERPIERI [2004], pp. 61-62. Si stupì di questa decisione anche Boscovich, un secolo dopo, il quale aveva visto a casa del conte Garampi una pianta "col progetto tutto disteso, e colla stima delle spese, che non sono esorbitanti".

<sup>136</sup> SERPIERI [2004], pp. 66-67.

<sup>137</sup> SERPIERI [2004], p. 71.

<sup>138</sup> Carlo Agolanti fu deputato alla fabbrica del porto di Rimini, mentre Federico Sartoni (1730-1786) fu membro della Congregazione del porto.

<sup>139</sup> Serafino Calindri (Perugia, 1733 - Città della Pieve, 1811) studiò a Roma matematica, astronomia e architettura come allievo di Vanvitelli e Boscovich. SERPIERI [2004], p. 147.

<sup>140</sup> SERPIERI [2004], pp. 97-101.

rilievi procurandosi in breve tempo l'inimicizia di Bianchi, da tempo protagonista delle vicende dello scalo. La polemica scaturì da una memoria di Calindri sul porto, nella quale osservava che i problemi dello scalo erano gli stessi da sempre e non dipendevano dai moli in muratura come credevano alcuni. Alla replica pungente di Bianchi seguì la risposta a stampa di Calindri nella memoria intitolata *Del porto di Rimini, Lettera di un riminese ad un amico di Roma, coll'Appendice di documenti* (Roma 1768) che conteneva una serie di osservazioni sul porto di Rimini.

Una svolta nel dibattito si ebbe alla fine di agosto del 1764: la municipalità riminese decise di scrivere a Boscovich invitandolo ad effettuare un sopralluogo a Rimini in modo da avere il parere di un esperto di chiara fama. Boscovich partito da Pavia il 2 ottobre giunse a Rimini tre giorni dopo insieme ad un confratello e alloggiò presso il collegio dei Gesuiti, dove si trattenne per circa un mese. Molti si aspettavano che Boscovich avrebbe fatto da arbitro nella questione, ma egli cercò di rimanere neutrale e di non esprimere alcun giudizio prima di aver sentito tutti i pareri in merito. A questo proposito raccolse tutte le sue osservazioni in un manoscritto di una settantina di pagine, successivamente pubblicato<sup>141</sup>.

La relazione di Boscovich era divisa in tre articoli, preceduti da un proemio: nel primo esaminò lo stato passato e presente del porto individuando due argomenti essenziali da discutere, la direzione e conservazione del canale e la costituzione della bocca. L'imboccatura del porto si trovava in pessimo stato: a causa del crescente accumulo di ghiaia rimaneva solo un'apertura angustissima e pericolosa. Il secondo articolo era dedicato all'esame delle cause dei danni del porto, quelle presunte e quelle giudicate vere. Nel terzo articolo venivano proposti alcuni rimedi per la bocca e per il canale distinguendo due possibili soluzioni, a seconda che il Marecchia continuasse ad andare nel canale e questo continuasse a servire come porto oppure che si allontanasse il fiume, deviandolo.

All'inizio di novembre Boscovich partì da Rimini e solo verso la fine di dicembre fu resa pubblica la sua memoria sul porto: le cause dei mali del porto erano state analizzate e discusse attentamente. Scartata l'ipotesi che fossero le banchine ad averlo danneggiato, il degrado andava attribuito alla diminuzione di pendenza prodotta dalle aggestioni a valle del ponte perché "Non può negarsi che tutti i porti costruiti nelle imboccature de' fiumi abbiano di sua natura de' gran difetti". Vista la natura torbida e torrentizia del Marecchia, la soluzione migliore sarebbe stata quella di lasciarlo andare per la sua strada creando un porto nel quale il fiume non entrasse, quindi deviare il Marecchia a monte o a valle del ponte di Tiberio. Boscovich era persuaso che si sarebbe avuto "un porto buono e stabile, o levando la Marecchia dal Porto presente, o levando il Porto dalla presente Marecchia". Un'impresa grandiosa sarebbe stata quella di cercare "un seno di mare in queste spiagge, che naturalmente avesse un gran fondo, e fatti i moli

<sup>141</sup> BOSCOVICH [1765]. Una copia manoscritta dell'opera si trova in: University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 64-66, Item 58, cc. 47. La memoria fu successivamente inserita in *Raccolta d'autori italiani* [1823], t. VII, pp. 345-408.

lateralì, e un antemurale in faccia, formarvi un bel Porto di mare munito di due gran guardiani da' due lati". Qualora si fosse voluto mettere in comunicazione il porto con la città, sarebbe bastato costruire un canale. Se questa impresa fosse stata giudicata "troppo vasta", si sarebbe potuta rivalutare l'impresa del porto dell'Ausa. Se invece ci si fosse accontentati di un progetto meno grandioso e di un "Porto minore, ma che si accostasse più al borgo ora abitato da' pescatori, e marinari", sarebbe bastato scavare un canale tra il Marecchia e l'Ausa "nel sito del fosso, che ora mena dell'acqua del mare a quel, che chiamano laghetto, ed è adiacente al molo destro, munendone la bocca con moli, i quali andassero innanzi fino a un fondo di sette in otto piedi".

Lasciando da parte il "progetto grandioso", Boscovich propose quattro possibili rimedi: nel caso in cui il porto fosse rimasto dove già si trovava, si sarebbe potuto deviare il Marecchia prima o dopo il ponte di Tiberio, se si fosse lasciato il Marecchia dove era, si sarebbe potuto realizzare il porto nell'Ausa oppure tra l'Ausa e il Marecchia. Per Boscovich il rimedio preferibile era il primo, che avrebbe liberato "per sempre la città dalla Marecchia".

Nel frattempo, se la soluzione fosse risultata troppo costosa, difficile o impossibile da realizzare, rimanevano due alternative: dragare la foce e tamponare il ramo deltizio originante dallo squero in riva sinistra. L'attuale canale doveva essere conservato solo fino a quando non fosse stato completato il nuovo porto, poi si sarebbe abbandonato.

L'opinione pubblica, già fortemente divisa, rimase ancora più ferma nelle sue convinzioni: da un lato chi credeva all'efficacia degli interventi proposti da Boscovich, dall'altro chi temeva che i provvedimenti tampone avrebbero solamente prolungato la situazione di difficoltà attuale. Alla fine prevalse il parere di Boscovich: il 27 novembre 1764 la Congregazione dei Dodici, con l'intervento dei Deputati Ecclesiastici e degli Eletti alla Fabbrica del Porto, deliberò "di levare frattanto il banco delle ghiaie esistente sulla bocca del porto, e riparare alli muri rovinati, e che minacciano rovina, lasciandone, circa il modo, tutto il pensiero alli Signori Eletti alla Fabbrica del Porto, i quali possino per ciò servirsi dell'opera del Signor Serafino Calindri". La risoluzione fu ratificata il 22 dicembre e Calindri fu incaricato della direzione dei lavori<sup>142</sup>.

La decisione di seguire il piano proposto da Boscovich non fu gradita a Bianchi che, in una lettera polemica rivolta all'allievo Giovanni Cristofano Amaduzzi, sottolineò come egli avesse un carattere poco propenso al dialogo e tendesse a non lasciare mai parlare gli altri. Nonostante l'evidente ostilità mostrata nei confronti del gesuita, all'inizio del 1765 fu affidato a Bianchi il compito di ricavare un estratto della memoria di Boscovich e degli scritti di Calindri. Il resoconto dell'esame di Bianchi fu la pubblicazione di un *Parere*, seguito da una *lettera del signor Marco Chillenio*, che serviva di appendice al parere<sup>143</sup>. Prima dell'uscita del parere e della lettera di Bianchi, era già in circolazione la memoria di Boscovich, commentata e annotata da Calindri. Tutte queste

<sup>142</sup> SERPIERI [2004], p. 182.

<sup>143</sup> BIANCHI [1765<sub>a</sub>], BIANCHI [1765<sub>b</sub>]. L'autore adottò in diverse occasioni lo pseudonimo di Marco Chillenio.



pubblicazioni crearono ulteriore confusione tra i Magistrati, gli Eletti della Fabbrica del Porto e i Consiglieri, causando inazione e contribuendo ad aumentare la rovina del porto, tanto nelle muraglie quanto nella sua imboccatura in mare. La situazione di stallo indusse il legato milanese Ignazio Michele Crivelli ad assumere direttamente il coordinamento delle operazioni. Calindri fu incaricato di scandagliare le acque del porto per stabilire la lunghezza dei pali da piantare a difesa dei muri. Egli inoltre fu impegnato nella progettazione di due macchine, “una per tirar fuori dalle acque li marmi, benché di straordinaria grossezza, e peso, l’altra per battere pali con molta prestezza, facilità e grande risparmio”<sup>144</sup>.

Nel frattempo proseguirono gli interventi temporanei proposti da Boscovich, cioè dragare la bocca e consolidare le banchine pericolanti, armandole con una serie di pali piantati più in profondità in modo da evitare che, data la poca lunghezza delle palafitte di fondazione, durante le piene l’acqua potesse scalzare i moli da sotto. La situazione migliorò, come testimoniò lo stesso Crivelli in una lettera dell’11 giugno 1765 diretta al governatore di Rimini: nonostante le piogge, il lavoro avanzava, il muro e il molo sinistro erano stati rinforzati e la foce ripulita dai sassi che la ostruivano, ma nella notte tra il 22 e il 23 luglio una burrasca più violenta delle precedenti distrusse la bocca del porto. La responsabilità fu attribuita al direttore Calindri e nella seduta del 6 agosto 1765 egli fu costretto a dimettersi.

La situazione rimase tesa, in mancanza di progetti alternativi si consultarono nuovamente i suggerimenti di Boscovich, decidendo nella congregazione del 23 settembre 1765 di bandire una gara per una macchina “scava porto”, mediante cui rimuovere la ghiaia. L’operazione non ebbe seguito poiché il 5 ottobre la Segreteria di Stato comunicò la decisione di Clemente XIII di commissariare la fabbrica del porto, di sciogliere la Congregazione e di istituirne una nuova sotto la sola dipendenza del papa. Del nuovo organismo, nominato direttamente dal pontefice, erano membri i conti Enrico Ragazzi, Francesco Garampi, Federico Sartoni e Domenico Garatoni, l’abate Agostino Pignatti, il marchese Pietro Belmonti, ai quali si potevano unire i Deputati dei Cleri. Boscovich, che si trovava a Roma, offeso per le critiche, presentò al papa la sua versione dei fatti in maniera talmente convincente da ottenere, a novembre del 1765, il reintegro di Calindri nell’impiego. Nell’inverno di quell’anno l’ingegnere perugino si dedicò al perfezionamento della sua macchina “scava porto” che fu messa in azione a giugno del 1766. Pur producendo buoni risultati, non si andò avanti con i lavori di scavo, soprattutto per mancanza di fondi.

A settembre del 1766 Clemente XIII nominò due nuovi periti, i matematici François Jacquier e Thomas Le Seur, che giunti a Rimini a metà ottobre vi si trattennero per dieci giorni. I due religiosi, oltre a parlare con la gente del posto, esaminarono le misurazioni effettuate fino a quel momento, scandagliarono le acque del Marecchia e del mare e si recarono personalmente a vedere lo scanno di ghiaia ed arena che ostruiva l’imboccatura del porto. Il 31 ottobre partirono per Parma, ma solo a dicembre inviarono la propria

---

<sup>144</sup> SERPIERI [2004], p. 193.

memoria al papa<sup>145</sup>. Valutarono positivamente la macchina scava porto di Calindri e si mostrarono favorevoli al proseguimento dell'escavazione. Il prolungamento dei moli proposto da Bianchi sarebbe stato più dannoso che utile; a loro giudizio il progetto migliore sarebbe stato quello di unire il Marecchia all'Ausa perché "con questa diversione l'imboccatura del Porto diventerebbe libera dalle ghiaie, e di più si avrebbe il vantaggio di guadagnare, e di bonificare un vasto terreno occupato dalla Marecchia"<sup>146</sup>. Clemente XIII, benché convinto del progetto, volle interpellare "altri valenti idrostatici, che erano in Roma, e che il mondo intendente riguarda e rispetta come maestri in queste materie. Furono questi il Signor Dottor Canonico Pio Fantoni, il P. Antonio Lecchi Gesuita, il P. Francesco M. Gaudio delle Scuole Pie, i quali nel febbraio, nel maggio, nel giugno del 1767, l'uno dopo l'altro presentarono a Nostro Signore le loro Memorie", tutte elaborate a partire dalla relazione di Boscovich<sup>147</sup>. Nell'attesa Calindri aveva lasciato Rimini per Roma, poi siccome tutte le relazioni erano concordi nello sconsigliare il prolungamento dei moli a vantaggio della prosecuzione dei lavori di scavo interrotti, il papa ordinò di riprenderli e la municipalità invitò l'ingegnere perugino a rientrare a Rimini dove ricominciò lo sbancamento<sup>148</sup>.

Alla fine di novembre 1767 si sospesero i lavori al porto fino alla primavera successiva. Calindri nel frattempo, su incarico di monsignor Garampi, stava raccogliendo il materiale scientifico relativo al porto in vista di una sua pubblicazione. Nell'aprile 1768 i sostenitori dei moli guardiani, tra cui Carlo Agolanti e il governatore locale, l'abate Vincenzo Buonamici, organizzarono una rivolta contro Calindri per il giorno 22 aprile. Il tumulto fu sedato dal legato di Ravenna Michelangelo Cambiaso. Calindri, dopo essere stato nascosto per alcuni giorni, a giugno del 1768 si rifugiò a Roma<sup>149</sup>. Nella capitale fu impegnato nella pubblicazione di una raccolta di pareri sul porto di Rimini che uscì anonima ad agosto<sup>150</sup>.

Il porto di Rimini, dopo un momentaneo miglioramento, si intasò nuovamente. Nel 1775 per rimediare ai mali dello scalo fu chiamato Giovanni Antonio Battarra (1714-1789), il quale dopo aver compiuto un sopralluogo sul Marecchia, propose come soluzione alcuni pennelli secondo il sistema di Michelini: "Questi pennelli sono volti tutti all'opposto dei consueti, ma sogliono produrre il loro effetto incomparabilmente più presto colmando le corrosioni con produrre in due o tre torbide un fondo acclive,

<sup>145</sup> Jacquier e Le Seur, professori rispettivamente di fisica sperimentale e di matematica superiore alla Sapienza di Roma, nell'anno accademico 1766-67 furono chiamati a Parma dal ministro borbonico Guillaume Du Tillot per tenere in quella città un corso pubblico di fisica sperimentale e geometria analitica destinato agli allievi della Scuola dei paggi e del Collegio dei nobili, e in particolare dell'erede al trono, Ferdinando di Borbone.

<sup>146</sup> SERPIERI [2004], pp. 217-218.

<sup>147</sup> CALINDRI [1768].

<sup>148</sup> SERPIERI [2004], pp. 220-221.

<sup>149</sup> SERPIERI [2004], pp. 237-238.

<sup>150</sup> CALINDRI [1768]. La seconda parte della raccolta, curata sempre da Calindri, fu pubblicata nel 1769, ma ebbe diffusione limitatissima. SERPIERI [2004], p. 242.

che scansa il filone radente del fiume, e rende la sponda sollecitamente a scarpa”<sup>151</sup>. Il progetto di Battarra fu accolto ed egli fu incaricato della sua esecuzione.

Sotto il Regno Italico il porto veniva così descritto: “Il porto di Rimini prodotto dal confluente del fiume Marecchia forma dal ponte di Augusto alla bocca del mare un canale lungo un miglio circa, del quale due terzi servono di ricovero ai bastimenti della portata di rubbia 700 romani, ossia moggia 1400 milanesi. La sua larghezza non è minore di canne 12 ossia di piedi 120 misura riminese. Il detto canale è sostenuto nella sua imboccatura al mare da due argini detti palate costrutte di pali di rovere con riempimento di sassi di Pesaro e d’Istria, e queste ove vengano conservate da continua vigilanza e manutenzione presentano un sicuro ricovero ai bastimenti della suddetta portata”<sup>152</sup>. Dopo le polemiche settecentesche si tornò a prolungare la linea con palate di rovere ed i moli di pietra danneggiati furono rinforzati con pali.

Nel 1860 l’ingegnere Maurizio Brighenti avanzò una proposta per togliere dal porto-canale il Marecchia e spostarlo a S. Martino in Riparotta, riprendendo il suggerimento di Boscovich di deviare il fiume, ma anche in questo caso l’idea non fu approvata, preferendo il rimedio meno costoso del prolungamento dei moli<sup>153</sup>.

Dopo l’unità d’Italia, nonostante alcuni lavori di sistemazione, il porto di Rimini visse una nuova fase di declino. Nel 1890 si tornò a discutere dell’opportunità di alcuni provvedimenti per rendere la foce del Marecchia adatta ad accogliere le navi e a consentire lo scalo delle merci. La Società di mutuo soccorso tra la marineria, riprendendo i suggerimenti di Boscovich e Calindri di togliere il Marecchia dal porto o il porto dal Marecchia, presentò una serie di provvedimenti utili a migliorare in maniera duratura le condizioni dello scalo: deviazione del fiume, protrazione graduale e continuata delle palizzate, escavazione del fondale del porto per renderlo accessibile ad imbarcazioni di una certa grandezza, congiunzione della riva destra del porto-canale con lo scalo ferroviario, ma anche questa volta la proposta non ebbe seguito<sup>154</sup>.

All’inizio del XX secolo i moli guardiani erano ancora in legno e sassi e tali rimasero fino alla piena devastante del 23 settembre 1910 che li portò via. Nel 1919, dopo la fine della prima guerra mondiale, il Genio Civile elaborò un piano di massima per la deviazione del Marecchia a monte del ponte di Tiberio e per incanalare le acque in uno scaricatore<sup>155</sup>. Tra il 1927 ed il 1938 furono eseguiti i lavori di escavazione del nuovo alveo e di costruzione della diga di sbarramento del vecchio alveo, ultimati a luglio del 1942. L’8 agosto 1946, al termine della guerra, fu collaudato il canale deviatore del Marecchia, lungo 1479 metri.

Il 21 ottobre 1970 fu approvato lo studio per l’assetto definitivo della foce dalla circonvallazione al mare, ma solo dopo la piena del 19 agosto 1976 al porto-canale fu data la conformazione attuale, isolando il porto entro una vasca di cemento armato e

<sup>151</sup> SERPIERI [2004], p. 257.

<sup>152</sup> SERPIERI [2004], p. 273.

<sup>153</sup> SERPIERI [2004], p. 303.

<sup>154</sup> SERPIERI [2004], p. 313.

<sup>155</sup> SERPIERI [2004], p. 326.

convogliando definitivamente il Marecchia e l'Ausa nel ramo che attualmente sfocia a San Giuliano<sup>156</sup>. (mgl)

*Del porto di Rimini memorie del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich* <sup>157</sup>

Proemio

Chiamata, arrivo, diligenze usate, elogio delle fatiche del signor Calindri.

*Essendo stato chiamato dagl' Illustrissimi Signori Consoli di Rimini, con lettera dei 31 Agosto dell' anno corrente 1764, facendomi premura di venire quanto più presto, mi fosse permesso dalle mie occupazioni, e ciò per dare sul futuro contegno nella direzione del loro Porto il mio sentimento fondato sull' evidenza di quelle prove, alle quali potesse dare tutto il comodo l' oculare ispezione, sbrigatomi con ogni sollecitudine in Milano da' brevi impegni, e fatta una scorsa all' ordinaria mia residenza di Pavia, ne partii a' 2 del corrente mese d' Ottobre, e colla diligenza delle poste fui qui in Rimini la sera dei 5.*

*Non ostante qualche indisposizione contratta pel viaggio, che mi obbligò dopo anche a guardare un giorno il letto, mi portai subito il giorno seguente al Porto, e vi sono tornato dopo quasi ogni giorno, osservando con ogni attenzione il sito, scandagliando anche in persona i fondi, ed osservando i movimenti delle acque, e gli effetti ordinarj, come pure parte sul luogo stesso, parte dall' alta loggia del nostro Collegio, che mette innanzi gli occhi insieme il totale, ho diligentemente osservato ogni cosa nell' occasione tanto della grossa piena cominciata il dì 24, e durata due giorni, accompagnata per più di un giorno e mezzo da una fiera burrasca di Levante, e Greco Levante, quanto della tanto insolita, e strepitosa cominciata la sera de' 22, e durata quasi due giorni con burrasca della stessa specie, e tanto più furiosa, che sotto gli occhi miei ha cagionato la rovina del molo destro, e ha tanto deteriorata la condizione della misera bocca. Mi sono in oltre portato in persona sulla contigua spiaggia, e ho fatta una scorsa fino a Pesaro, e Fano, osservando la natura, e l' indole di que' Porti contigui, e scandagliando i medesimi, e le vicine spiagge per eseguire in questa guisa con tutta diligenza, ed esattezza l' insinuazione opportunissima, ed essenzialissima fattami nella suddetta lettera, di prender lume dalla oculare ispezione.*

*Non ho tralasciato nel tempo stesso di prendere tutte le più opportune informazioni da ogni genere di persone, e particolarmente da' Pescatori, e Paroni di barche i più vecchi, per intendere da essi lo stato antico, e sua serie successiva, e confrontarlo col presente, come pure da' Fattori del Porto, che hanno immediatamente diretti i lavori, e da varj di que' Signori, che ne sono stati, o ne sono attualmente i pubblici Deputati, ed ho lette varie memorie o appartenenti al Porto istesso, oppure correlative.*

<sup>156</sup> SERPIERI [2004], p. 333.

<sup>157</sup> BOSCOVICH [1765].

*Ma come nella suddetta lettera degl' Illustriss. Signori Consoli mi era stato significato, che l' impulso a questa mia chiamata l' aveva dato una memoria di osservazioni su questo Porto fattasi dal sig. Serafino Calindri; così ho giudicato mio particolar dovere di ricercare le suddette osservazioni, e prendere da esso tutti que' lumi, che la lunga ed attenta serie delle medesime tante, tanto penose, e precise osservazioni gli ha copiosamente suggeriti. Egli mi ha favorita la memoria, che lesse in pubblico, ed inoltre un' istoria del Porto arricchita da esso posteriormente, con una copia abbondante di documenti autentici, e le carte tutte, che esprimono i risultati dalle osservazioni medesime, come pure un indice copioso di una quantità di Porti costituiti sulle foci di fiumi cogl' impedimenti, che si trovano alle loro bocche.*

*Prima d' andar avanti, ed entrare nell' argomento, di cui devo trattare, non posso astenermi dal rendere alla sua incomparabile attività, diligenza, discernimento, ed esattezza quella giustizia, che gli è dovuta. Non so, se mai per alcun altro Porto siasi fatta una così continua, e così attenta, e ben considerata ricerca, e una serie di osservazioni tanto bene ideate, e con tanta diligenza eseguite, e proposte con tanto ordine al Pubblico, come pure merita somma lode, e riconoscenza l' assiduità e la pazienza, con cui ha spogliati gli Archivi pubblici, per rinvenirne fra tanta farragine di tante, tanto differenti materie quelle notizie, che appartengono al Porto. Si aggiunge a queste fatiche l' altra nulla meno difficile, e penosa cura di ricercare tanto ne' libri, e nelle memorie manuscritte, quanto per via di lettere l' istoria de' Porti vicini, e le suddette notizie di un grandissimo numero di altri Porti, massime de' costituiti alle foci degl' altri fiumi. Essendo state tante sue pene, tanti lavori, anche assai dispendiosi per esso, unicamente diretti al bene della città, e nominatamente del Porto, meritano certamente dalla parte di essa città tutta la corrispondenza, ed io mi avanzo a parlare di questo, come di una parte della mia incombenza, giacché dal tenore della suddetta lettera, mi sono creduto obbligato ad esaminare in modo particolare tutte queste sue ricerche, e ad esprimere il mio giudizio ancora sopra di esse, come sopra un istromento idoneo per trattare l' argomento direttamente propostomi, a cui dopo questo come proemio, finalmente discendo.*

#### Articolo primo

*Costituzione del Porto, e suo stato antico e presente.*

##### *I - Breve idea del Porto: ordine delle materie da discutere*

Questo Porto consiste in un canale, che dal gran ponte d' Augusto, si stende per incirca un miglio fino al mare, contenendo in se l' ultimo pezzo dell' alveo del fiume Marecchia, il quale troppo vicino a' monti, strascina seco nelle maggiori sue piene grande quantità di sassi, e ghiaia, arrivando essa ghiaia fino al mare, e ammassandosi in parte in faccia alla bocca, e in parte stendendosi lungo la spiaggia sinistra, che va a maestro verso il Cesenatico, e Cervia. La direzione di questo canale fa seno verso la parte destra, andando l' ultimo suo tratto in linea sensibilmente retta quasi verso Greco - Tramontana, giacché la direzione torce da Tramontana a Greco gradi 17, come ho

ricavato da una piccola bussola rettificata. Un gran tratto delle sue ripe verso la bocca è vestito di muri, uscendo assai più in fuori il molo destro, su cui si vede la lanterna, e in punta al quale vi è una palata piena dentro di sassi, che termina in una punta. Alla diritta in una distanza assai minore di un miglio sbocca in mare il piccolo fiume Ausa torbido spesso, ma senza ghiaie.

In questa costituzione di Porto, due mi paiono le parti essenziali, a cui si riduce tutta la materia che devo trattare: la direzione, e conservazione del canale dal ponte, fino alla bocca, e la costituzione della bocca medesima. La prima parte può considerarsi in due aspetti: prima in riguardo al canale istesso, indi in riguardo a quello, che lo stesso canale può contribuire per la stessa costituzione della bocca. Per procedere con più chiarezza, parlerò con ordine retrogrado, cominciando dalla bocca, che nelle presenti circostanze è la più interessante, e la più bisognosa di pronto soccorso, (I)<sup>158</sup> indi passando al canale in quanto ha correlazione con essa bocca, e finalmente al canale considerato in se medesimo.

## II - Stato presente del Porto in ordine alla sua bocca

Al mio arrivo ho trovata la bocca in uno stato pessimo correlativamente a tutto quello, che ho osservato nelle carte del sig. Calindri. In faccia al canale in piccola distanza dalla sua imboccatura ho osservato una barriera di breccia, che a mare basso era tutta fuor d'acqua, e unita alla ripa sinistra, onde da terra vi si poteva andar sopra a piedi asciutti, ma a mare alto copertane la parte più bassa, vi rimaneva una isoletta stretta, e lunga formata tutta di ghiaia, in cima assai più minuta, più grossa in fondo. Ho inteso, che tra l'acqua alta, o sia colma, e la bassa vi sieno di differenza tre piedi dovuti al flusso, e riflusso dopo i Noviluni, e Pleniluni, essendo anche qui, come per tutto altrove, e come richiedono le cause generali, la variazione delle altezze cagionate da esso flusso, e riflusso molto maggiore in tali tempi, che verso i quarti della Luna.

Questo ammasso di breccia, è quello che rende cattivo, e pericoloso l'ingresso in questo Porto. Ultimamente appena vi rimaneva una bocca bene angusta verso la palata, che sta al fine del molo destro: dopo una grossa piena de' 2 del corrente mese di Ottobre, se ne aprì una piccola verso il mezzo, ivi si slargò alquanto più, e si sprofondò un poco coll'occasione della suddetta piena de' 13, dopo la quale io vidi entrare due barche grosse peschereccie a vele gonfie direttamente per Tramontana, ed una di esse assai vicino al molo sinistro: ma poco dopo ito il vento a Ponente, e Maestrale peggiorò assai, onde vidi un'altra barca ad acqua colma arrenata in quel sito medesimo, pel quale avevo veduta antecedentemente passar l'altra verso la parte sinistra della bocca, e poco dopo se ne arrenò un'altra dalla parte destra, avendo urtato in un banco di ghiaia, che si trovava fra due bocche anguste, che vi erano rimaste, una sul mezzo verso Tramontana, e un'altra accanto alla palata diritta.

Quest'ultima grossa piena l'ha resa a molti doppj peggiore. Ha spinta (per quanto apparisce a occhio, che il mare non si è ancora quietato abbastanza per potere scan-

<sup>158</sup> Questo era scritto prima dell'ultima piena, che ha rovesciata una parte del molo destro.

dagliare, e prendere le misure esatte de' siti) la ghiaia qualche poco più innanzi, ma insieme l'ha fatta crescere assai, e circondare tutta la bocca in modo, che appena vi rimane una angustissima e pericolosa apertura contigua alla palata di Levante. Questa stessa sera, in cui ora scrivo, de' 26 Ottobre ho vedute, insieme col sig. Conte Garampi uno de' Deputati al Porto, rientrare per timore di una nuova burrasca, quasi tutte le barche peschereccie, che hanno dovuto scorrere verso Levante, indi farsi strascinare colle funi rasente la suddetta punta della palata.

In amendue le piene, ho veduto il corso di un grosso ramo di acqua ita fuori a sinistra per sormontazione delle ripe, e moli, che ha fatta da quella parte una come seconda bocca, avendo buttate in mare tutte le ghiaie, che vi erano prima ammassate, effetto perniciosissimo, come si vedrà in appresso.

Nelle carte del sig. Calindri si vedono le variazioni, che ha fatte la ghiaia ammassata innanzi alla bocca nel tempo delle sue osservazioni durate per otto in nove mesi, ma da esse si ricava, che quantunque nelle piene, o nelle tempeste venute con diversi venti si sia mossa, e mutata di sito quella ghiaia, che rimane in cima del banco, ad ogni modo in quel tempo il fondo di esso, il suo ceppo è rimasto sempre al luogo istesso. Vi è inoltre una sua osservazione, che ho trovata conforme a tutte le relazioni di tutti gli altri, ed è che detta ghiaia non si trova mai dalla parte diritta del Porto, cioè dalla dirittura del molo destro verso Pesaro: essa si trova bensì distesa lungo la spiaggia sinistra per due, o tre miglia verso il Cesenatico. Il suo banco in faccia alla bocca del canale non è largo, trovandosi a poca distanza da esso dell'arena con fondi di piedi Romani d'once 16 di passetto, 8 e 9, e ancora 10.

Per assicurarmi da me medesimo della mole di questo banco, andai un giorno a farne prendere gli scandagli sotto gli occhi miei: vi era presente il sig. Conte Garampi, e il sig. Carlo Agolanti, amendue deputati sopra il Porto. Stava il sig. Calindri colla sua tavoletta su d'un punto della isoletta di ghiaia, che era alquanto più a sinistra della dirittura del molo sinistro, e però fuori della dirittura della bocca del canale, e determinava la direzione, secondo la quale i rematori dovevano tenere il battello, in cui eravamo noi tutti, scostandolo prima sino alla fine della ghiaia, che si sentiva co' remi, e collo stesso scandaglio, indi dovevano accostarlo andando verso di lui, e formandolo ad ogni canna Riminese determinata da una funicella divisa con degli spaghi, e fermata nella ghiaia sotto la tavoletta medesima. Ad ogni canna di distanza scemata si pigliava il fondo collo scandaglio. Il mare era quieto, e si andò felicemente per 8. di tali rette linee distanti l'una dall'altra per una quarta di vento, la prima delle quali andava in dirittura del dorso dell'isoletta verso la dirittura del molo destro. In questa guisa con otto linee si ebbe un angolo retto, che ci dava la metà esterna di quella parte del banco di ghiaia, la quale si trova in faccia alla bocca: non vi fu tempo quella mattina da prendere la parte interna, e le piene e le tempeste sopravvenute, e la maretta de' giorni seguenti non mi permisero il pigliare la metà interna: essa era sicuramente minore della esterna, e si potrà pigliare facilmente collo stesso metodo a mare tranquillo, ripigliando l'esterna per avere le mutazioni seguite.

Questi scandagli sono espressi in una carta delineata, colla sua solita diligenza dal sig. Calindri, insieme cogli scandagli presi in faccia alla bocca, e dentro il canale a' due

lati, e in mezzo, che furono cominciati in presenza mia un altro giorno, e continuati in presenza del sig. Conte Garampi, e di due altri padri Gesuiti, essendomi io ritirato a cagione del mio incomodo di salute, che tuttavia continuava. Da quella metà del banco scandagliato si vede, che esso dall'isoletta in fuori non si estendeva per più di sei canne Riminesi, almeno in modo, che la ghiaia rimanesse scoperta, e al fine di dette sei canne già in quello stato di acqua colma, in cui si presero detti scandagli, vi erano 6 in 7 piedi di acqua, e dalla gradazione de' precedenti si vede, che una, o due altre canne più in là vi doveva essere un fondo di 8 piedi. Da questi scandagli si può ricavare la mole di quel mezzo banco, cioè a quanti piedi cubi di materia esso corrisponde, come lo ricaveremo in appresso al luogo suo.

### III - *Stato suo antico, e di questi ultimi anni*

Si è veduto lo stato presente della bocca tanto infelice, conviene ora vedere lo stato suo precedente. Ne' documenti riportati dal signor Calindri, si vede una serie continuata di gravi spese fatte da quattro secoli in qua, la massima parte delle quali è andata in fare, e rifare le palizzate, e i muri, in chiudere le rotte, e negli ultimi tempi nel vestire con tanta magnificenza di pietra i muri istessi: ma s'incontra di tanto in tanto ancora la menzione della bocca impedita dalle materie portate dal fiume, ed arrestate nel suo ingresso in mare, e si esprimono qualche volta i grandi allarme sul timore di perdere totalmente l'uso del Porto istesso.

Nell'esame che ho fatto a molti paroni, e marinaj, e uno di questi vecchissimo, anche in presenza degl'Illustrissimi Monsignori Vescovi di Rimino, e di Todi, essendovi degl'altri Signori presenti, ho espressamente dimandato, se la bocca del Porto sia sempre stata, quando essi erano giovani, in uno stato tanto cattivo, quanto lo è ora, e tutti mi hanno assicurato di nò: mi hanno detto, che abitualmente anche in tempo di acqua bassa si entrava liberamente a tutti i venti, che vi erano anche ad acqua bassa almeno tre piedi d'acqua generalmente in faccia alla bocca, e anche tre, e mezzo: che non si vedeva mai quell'isola di ghiaia fuor del pelo dell'acqua, che sotto vi era banco, ma di sabbia, e tale, che non impediva l'ingresso né alle barche peschereccie, né alle barche mercantili. Paron Sambo detto Pettola mi assicurò nominatamente, che egli colla sua barca carica per 150 mila libbre, per cui vi volevano piedi 4 e mezzo, è entrato, e uscito liberamente in ogni tempo per lunga serie di anni. Tutti generalmente mi dicono, che al tempo delle armate 22, e 23 anni addietro venivano liberamente in ogni tempo, e però anche a marea bassa de' legni, che richiedevano piedi 4 e mezzo, e che ne' tempi andati venivano abitualmente, e liberamente de' legni carichi d'olio di tale portata, che ora spesso non potrebbero entrare in conto alcuno, o almeno non potrebbero entrare senza pericolo.

Da tanti esami, e ricerche, avendo interrogato persone di ogni specie, anche prese all'improvviso per istrada, anche scoperte nel resto delle interrogazioni d'interessi, e pensieri diversissimi, anche raggirate con interrogazioni varie, ora affini a quello, che cercavo, ora disparate, onde non mi è possibile di supporre in esse un accordo per ingannarmi su questo punto, mi par di raccogliere con certezza, che la bocca del Porto



ha peggiorato assai da qualche tempo in qua; benché dalla suddetta serie de' documenti raccolti dal sig. Calindri ricavo, che il Porto è stato spesso infelice, sempre poco felice, e sempre inferiore assai a quello, che suol essere un buon Porto di mare.

Assicurato di questo peggioramento ho dimandato, da quanto tempo in qua si vede il deterioramento medesimo: e molti mi hanno risposto, dacché si sono fatti i moli di pietra, essendo essi stati forti prima di pali, altri da una quindicina di anni, altri da dieci, o sette in otto anni; ma generalmente tutti dimandati se prima, o dopo delle suddette armate, mi hanno risposto, che dopo.

#### *IV - Stato presente, e passato del Canale*

Il canale venendo giù dal Ponte, corre con direzione sensibilmente più inclinata verso Levante, indi come si vede nella pianta, s'incurva voltando a sinistra, e si scarica in mare colla direzione detta di sopra. Il suo andamento non è totalmente regolare, ma non vi sono neppure angoli arditissimi, che lo rendano troppo irregolare.

Le sue sponde, come si è detto, hanno alfine due gran tratti per parte formati di muro, e vestiti magnificamente di grosse pietre spianate, e squadrate. Al mio arrivo ho trovata a sinistra la sua parte superiore, che resta nella estremità più vicina al ponte, cominciata e tirata su per un pezzo, ma sospesa. Il resto terminato faceva una bella comparsa, ed era intero.

Fui avvisato dal sig. Calindri subito dopo li suddetti scandagli fatti da esso in presenza del sig. Conte Garampi, che la parte destra, quella appunto, che ora è caduta, era in pericolo, essendosi trovato, che ivi a piè di essa le piene precedenti avevano fatto uno scavo fino a 12 piedi, e mezzo inferiore al pelo mezzano del mare basso, un piede Romano, e mezzo sotto il sito dell'acqua colma de' gran flussi. Confrontai subito questo fondo colle relazioni avute dal Fattore della comunità in ordine alla maniera, con cui era stato fondato quel molo, e riconobbi ad evidenza il pericolo, e ne parlai suggerendo il rimedio, che avevo ideato, come si dirà giù a suo luogo, ma le due piene così terribili succedutesi così insolitamente l'una tanto poco dopo dell'altra, e tanto vicine a quelle del principio del mese che avevano prodotto il male, hanno prevenuto il soccorso per quella parte, che è rovinata, e per l'altra, che tutta inclinata e crepata minaccia rovina, e richiede ora un rimedio assai più forte e dispendioso.

Dalle suddette relazioni ho, che que' muri con gli altri che restano, sono costruiti in questa guisa. Sono stati battuti de' pali di dieci in dodici piedi Veneziani, che sono di once di passetto di palmo Romano 19 sul fondo attuale del fiume: che ove si trovava il duro, si fermava il batterli, decapitandoli per uguagliarne le teste: che su queste teste sono stati appoggiati i massi de' pietroni, murando il di dietro sullo stesso fondo del fiume: che sopra quel fondo vi sono fino al piano, su cui si cammina da sei piedi: questo piano l'ho trovato superiore al pelo alto del mare piedi Riminesi 2, e once 2, i quali piedi hanno once di passetto 29 e mezzo.

Ragguagliate queste misure, e ridotte tutte a piedi Romani di 16 once, si trova, che il pelo alto del mare resta sotto il suddetto piano piedi 4, le teste de' pali, sulle quali sono fondati i pietroni piedi 7, once 2, il fondo de' pali (supposto, che dopo la deca-

pitazione sieno rimasti come mi disse il Fattore, ficcati per incirca piedi 10 Veneziani, cioè piedi Romani 11 e once 14) piedi 19, il pelo medio del mare piedi 5 e mezzo, il fondo del canale (ove lo trovò il Calindri di piedi 12 e mezzo) piedi 18, onde quando anche ivi i pali fossero rimasti interi, o poco decapitati, non vi rimaneva, che un piede di punta sotto il fondo del fiume, che nelle seguenti due piene è stato scalzato per di sotto, facendo cedere i muri in dentro, e in parte cadere rovinati, essendo caduti affatto nel fiume i pietroni da se, e rimasto appoggiato il muro residuo sulle loro rovine.

Avanti ad essi muri vi era una, che chiamavano corona, ed era una fila di pali poco discosti alti due piedi più degl'altri, sulli quali erano appoggiati i pietroni, ma nel fondo battuti alla stessa profondità de' primi.

Ho osservato nelle due piene, che l'acqua del fiume ha sormontato le sponde nella seconda generalmente, nella prima in più luoghi, massime dalla parte sinistra, e che in modo particolare sulla parte sinistra l'acqua usciva dallo squero, che vi è da quella parte, come anche dalla destra, e si avviava al mare, formando la suddetta corrente poco lontana dal molo di quella parte.

Da altri ho inteso, che in una gran piena di sette anni addietro il fiume uscì pure da quella parte, e vi formò una specie di nuovo alveo collo spingere in mare quelle breccie, e mettere di nuovo in pericolo quel molo sinistro preso per di dietro, di nuova rovina simile a quella, che aveva sofferta pochi anni prima, onde era convenuto rifarlo.

Nell'ultima piena ho vedute chiuse affatto dall'acqua le luci degli archi del gran Ponte, che nella penultima erano rimasti aperti per un piccolo tratto. Sotto esso ponte vi è della gran breccia, e mi è stato detto, che alcuni anni addietro con l'occasione di certi lavori si era trovata la platea di esso ponte inferiore ad essa breccia per 12 piedi. Ma io sono persuaso, che questa platea sarà stata fin d'allora fabbricata sotto il fondo attuale del fiume, nel quale la breccia sarà cresciuta, ma non tanto.

Il resto del letto è inegualmente carico di breccia: ma tanto vi sono fondi sufficienti di otto in dieci piedi d'acqua anche a mar basso, e fuor di piena, e anche qualche cosa maggiori, come si vede nelle sezioni del sig. Calindri, e ne' suoi precedenti, e in questi ultimi scandagli.

Le rovine delle palizzate, e de' muri, e le continue spese per li risarcimenti si vedono ad ogni passo nella suddetta istoria di esso signor Calindri.

Determinati i fatti, conviene passare alle cagioni, per le quali questo Porto è stato sempre cattivo, ed ha tanto peggiorato di poi, per passare al capo più principale de' rimedj.

#### Articolo secondo

##### *Delle cagioni de' danni del Porto.*

Per parlare con ordine, parlerò in primo luogo delle cagioni, per le quali questo Porto non è stato mai buono abbastanza; indi di quelle, che ne' tempi posteriori lo hanno reso anche peggiore, e alfine di quelle, che lo hanno tanto deteriorato in questi ultimi anni.

*I - Delle cagioni per le quali il Porto è stato sempre cattivo*

Non può negarsi, che tutti i porti costituiti nelle imboccature de' fiumi, abbiano di sua natura de' gran difetti. Essi fiumi portano sempre seco delle materie, le quali diminuendosi la loro velocità nell'entrare in mare, e anche cessando affatto più presto, o più tardi a proporzione della portata delle loro acque, si depongono, e formano de' banchi, i quali mutando anche sito, secondo la varia forza delle diverse tempeste, che formano diverse correnti di acqua marina, e determinano le acque de' fiumi e delle diverse direzioni nel loro sbocco, continuamente si variano in modo, che anche ne' gran fiumi reali frequentatissimi da vascelli di prima portata, si richiede un piloto pratico dello stato loro presente per entrarvi con sicurezza, o di un lentissimo avanzamento collo scandaglio alla mano. Di queste difficoltà, che s'incontrano nell'ingresso de' porti formati sull'imboccatura de' fiumi, vi è il numerosissimo catalogo formato dal sig. Calindri, che ho mentovato di sopra, colla giustificazione de' Documenti, da' quali l'ha ricavato, e se ne potrebbe tessere uno anche a molti doppj più copioso.

Succede spesso ne' fiumi, anche ne' più grossi, i quali dentro al loro alveo, hanno fondi grandissimi da portare qualunque sorte di vascelli, che verso lo sbocco in mare si dividono in molti rami, e si dilatano in modo, da non permettere l'ingresso, che a' legni incomparabilmente minori. Il Tevere, ove continua il suo pieno corso verso Ostia, riceveva una volta de' grossi bastimenti, e sappiamo dagl'antichi, che su per esso sono venute a Roma le enormi moli degli Obelischi, e a tempo di Sisto V. sono venute su per esso fino a S. Paolo le galere. Ora dilatatasi la bocca, appena vi sono in essa alcune volte tre, o quattro palmi di fondo, sicché appena vi passano le barchette, e solo si naviga con feluche, e tartane il canale di Fiumicino, deviatone a destra. Il Po si dilata in tante bocche, e ha tanti banchi di arene, che appena i barconi di qualche portata vi vanno su per un ramo. Nel mio viaggio da Costantinopoli in Polonia passai il Danubio entrando in Moldavia a Gallaz due in tre giornate lontano dalle sue foci. Ivi vi era fondo per qualunque gran nave di linea, e si fabbricava un vascello di spaventosa grandezza; ma mi fu detto da quelli, che soprastavano alla costruzione di esso, che conveniva condurlo giù senza alberi e senza alcun grave peso fino al mar nero; perché sulla foce di esso Danubio diramato e dilatato si trovavano fondi assai minori, che non permettevano l'ingresso se non a Saiche moderate, quando erano ben cariche.

I fiumi minori, o i rami presi da' maggiori s'incanalano verso la foce per tenerli ristretti, e far che colle velocità delle loro acque mantengono escavato il loro alveo, ed essendo ristrette le medesime acque si alzano. Questa loro velocità fa, che vi sia maggior fondo nelle loro foci; ma tanto, se portano della gran torbida, le deposizioni si fanno a poca distanza in faccia, e si aggiunge inoltre l'altro incomodo del mantenimento di que' come freni, che tengono le acque ristrette, o sieno semplici palizzate, o come a Roma le chiamano, passonate, o sieno muri. L'uno e l'altro di questi mali ho veduti tra le altre nel suddetto canale di fiumicino, che forma l'unico Porto, per cui in oggi arrivano i bastimenti dal mare a Roma. Essendovi andato nel 1751, per vedere i danni cagionati alle passonate dalle precedenti inondazioni, una nuova e più forte, e più lunga

di esse precedenti, perché durò una settimana, svelse sotto gli occhi miei, e portò in mare tutto quel tratto della sinistra, che sporgeva in fuori e scompaginò tutta la destra in modo, che il danno fu stimato una quarantina di migliaia di scudi. Per l'altro oggetto poi delle deposizioni, benché in bocca, fin dove le acque erano ristrette, vi fossero fino a 25 palmi di fondo, in poca distanza vi erano de' banchi tali, che niun legno un poco carico poteva entrar dentro, e succede ivi spesso che per quindici giorni, per un mese e più, i bastimenti ordinarj carichi non ponno entrarvi; ma conviene che stiano di fuori sulle ancore e mandino dentro co' battelli la roba da caricar su altri legni che la portino a Roma, e spesso non potendovi rimaner sicuri conviene, che *infecta re* se ne vadano a Civitavecchia; e vi vuole una favorevole burrasca di mare, che dissipi que' banchi, e renda migliore l'ingresso per qualche tempo.

Io sono tanto persuaso di questa infelice costituzione de' Porti, ne' quali entrano i fiumi torbidi, che quest'anno stesso essendo ito col sig. Cardinale Bonaccorsi alle Paludi Pontine, e avendo insieme l'incombenza di esaminare un progetto del Manfredi, e Bertaglia, che per rimettere il Porto di Terracina volevano condurvi l'Usente, e l'Amaseno, riducendolo a porto di fiume a canale, fui totalmente contrario al progetto, e trovai dagl'indizj, che feci vedere a Sua Eminenza, i quali, credo che troppo chiaramente provino esservi stati introdotti un'altra volta que' fiumi, ed essere stati essi la principale cagione della riempitura, seguita nel magnifico antico Porto di mare, sostenutosi senza di essi per tanti secoli; onde consigliai piuttosto l'escavazione di esso porto antico, o di una sua parte, la quale impresa stimai meno dispendiosa, e più sicura. Le mie scritture lasciate allora all'Eminenza Sua, e presentate a Sua Santità mostrano, che non comincio ora a pensare così.

Questa generale cattiva costituzione di tutti i porti formati sulle foci de' fiumi, si rende a molti doppj peggiore nel porto di Rimini, per essere la Marecchia piuttosto un torrente, che un fiume, e ciò abitualmente di poca acqua, accresciuta a dismisura nelle piene, con de' sassi ruzzolati giù per tutto il letto, e grossa ghiaia fino all'imboccatura, e in mare. Fra tanti porti, che ho veduti finora, non ne ho veduto alcuno formato alla foce di un fiume, che porti ghiaia grossa fino allo sbocco. Quel di Fano era prima impedito dalle ghiaie, che il vicino Metauro strascina in mare in quantità, da cui si sono finalmente liberati col molo guardiano, di cui parleremo più innanzi, ma il canale d'acqua, che vi fanno entrare, non ne porta fino alla foce, o ne porta pochissima. Il porto di Pesaro appena fa vedere una piccolissima quantità di ghiarette minutissime, e niun altro de' porti di queste spiagge ha ghiaia, come pure di quelli, che ho veduti sul Mediterraneo, niuno ha ghiaie. Questa diversità di questo porto da tutti gli altri, essa sola rende ragione abbastanza della abituale infelicità di esso in ordine alla sua bocca, che ora si carica, e sempre si è caricata in faccia di ghiaie. Esse richiedono una molto maggiore forza di burrasche di mare per essere dissipate, che i semplici banchi di arena, e oppongono una troppo gagliarda resistenza alla continuazione della corrente del fiume che a proporzione della sua mole d'acqua, e velocità correlativa ad essa, o più o meno, ma sempre per qualche tratto si conserva, ove non venga arrestata da un ostacolo tanto forte. Si aggiunga la tanta variazione nel suo corpo d'acqua, che in que-

sta specie di torrente fa tanti salti tanto ineguali per le piogge precipitose delle vicine montagne: essa scompagina più facilmente le palizzate, e scava i muri per di sotto, onde sono avvenute tante e poi tante spese fatte in ogni tempo per riparare i danni fatti dalle pianure, e risarcire, e rifare più volte e quelle, e questi.

II - *Delle cagioni, per le quali il porto è divenuto peggiore negli ultimi due Secoli*

Vedute le cagioni generali della cattiva costituzione di questo porto stato infelice in ogni tempo, convien vedere l'origine della sua sempre maggiore infelicità ita crescendo negli ultimi due secoli. Essa è stata quella cagione medesima, per cui tante altre parti d'Italia hanno tanto sofferto, e soffrono tutt'ora senza rimedio, come si vede nelle attuali grandi contese delle parti occidentali di questa Provincia colle vicine Bolognese, e Ferrarese. L'Italia una volta era piena di selve, e prati, e massimamente le sue colline, e montagne non erano ridotte a coltura. La coltivazione sopravvenuta ha fatto sì, che ora i fiumi sono assai più torbidi per le materie smosse dall'aratro, e dalla zappa, e strascinate dalle acque piovane, di quello fossero una volta. Richiedono essi perciò una maggior pendenza per andar innanzi, onde si alzano indietro, e non solo arrestano gli scoli, ma rompendo gli argini si rovesciano sulle fertili campagne, voltandole in laghi, e marassi. Le torbide poi spinte in mare, e ributtate dal mare istesso, fanno crescere a proporzione delle loro materie le spiagge, prolungando così la linea de' fiumi, onde si alzano sempre più i loro alvei anche per questa seconda cagione.

Questo fa, che in oggi molto più, che ne' tempi andati, tutte le spiagge vicine ai fiumi assai torbidi crescono generalmente, ritirandosi sempre più il mare, e ciò, o i fiumi sieno incassati, o no, con questa sola differenza, che ove i fiumi sono incassati con moli prodotti in mare, l'accrescimento in vicinanza ad essi è incomparabilmente maggiore, che ove sono liberi, addossandosi le materie nel primo caso ad essi moli, che le arrestano, e spandendosi a maggior distanza nel secondo. Così nelle vicinanze delle due bocche del Tevere cresce la spiaggia da per tutto, ma molto più a Fiumicino, ove la Torre di S. Pio V è più di mezzo miglio dentro terra, benché allora fosse fabbricata sulla spiaggia, e la torre nuova fabbricata sul mare in questo secolo non serve più quasi a niente per guardarne col cannone la bocca. Ho trovato allo stesso modo crescente la spiaggia allo sbocco dell'Ufente intorbidato dall'Amaseno, benché non tanto, per la piccola portata di esso Amaseno. Molto più cammina tutta la spiaggia del seno, che sta tra la Spezia, e Livorno (come ho avuto occasione di esaminare nella visita fatta al piccolo porticino Lucchese di Viareggio d'ordine di quella Repubblica) in cui portano tante materie l'Arno, il Serchio, il fiume di Camaiole, la Magra, il qual seno, dove cresce poco sul detto porticello di Viareggio, va colla spiaggia innanzi dieci piedi all'anno, e in vicinanza del Serchio si avvanza ancora per 25. Tutta la spiaggia tra il monte di Ancona, e i confini del Regno di Napoli si avvanza tanto per le materie di tanti fiumi che vi imboccano, benché niuno di essi sia incassato, che 30 anni addietro, il padre Antonio Trevisani vecchio allora di sopra 80 anni, mi mostrò sulla sua casa del Porto di Fermo, dove era nato, gli anelli, a' quali mi disse, di aver veduti egli stesso da fanciullo legati i bastimenti, mentre allora vi erano innanzi a quella sua casa due

strade, con due altre file di case, e appresso tanta spiaggia, che difficilmente vi arrivava al mare un tiro di schioppo a palla. Finalmente si sa quanto sia avanzata la spiaggia in faccia a Ravenna; quanto all'imboccatura del Po, e in tanti altri siti della nostra Italia, per non uscire da essa. Corrode il mare i promontorj, come sul monte di Ancona, e su quel di Pesaro, e Fano, per uguagliare, e accostarsi sempre più a una certa continuità, che la natura affetta, come pure in qualche piccolo sito accidentale corrode per qualche accidentale costituzione; ma generalmente, ove i fiumi sboccano in mare, vi sono spiagge formate da essi, e queste crescono, e crescono in questi nostri tempi più, che ne' secoli andati, in gran parte per le coltivazioni delle colline, e montagne, che sono tanto cresciute in Italia.

Vi è un'altra ragione per cui in alcuni siti ora le spiagge crescono più, che in altri secoli, ed è il fondo maggiore, che ivi in vicinanza delle spiagge aveva il mare una volta. Per una lunga serie di secoli le materie portate da' fiumi sono ite solo rialzando il fondo: assottigliata così l'altezza dell'acqua, quello che ora sopravviene, scuopre una quantità di fondo; e per questa ragione non può argomentarsi dal ritiro presente, dove esso dovrebbe essere stato un dato numero di secoli addietro: per tacere di mille altri esempi, la spiaggia all'imboccatura del Tevere, e la spiaggia Fermana, ove i fiumi entrano in mare liberi senza ostacolo alcuno, è cresciuta in quest'ultimo secolo assai più, che in molti de' secoli precedenti uniti insieme. Su questo argomento vi sarebbe da dire assai, come pure su certe variazioni, che fa la crosta di questo nostro globo, sul quale ci ritroviamo: essa a mio credere per la forza de' fuochi sotterranei, ove si alza, ed ove si abbassa, e ondeggia alquanto, instabile sempre, come lo sono tutte le cose, e fisiche, e morali di questo misero mondo: ma questi argomenti ci tirerebbero troppo fuori del nostro proposito, e a trattarne a dovere, richiederebbero de' volumi interi.

Per tornare a noi, la coltivazione delle montagne, e colline ha fatto sì, che anche la Marecchia abbia cominciato a strascinare in questi ultimi secoli assai più di ghiaia, di quello ne strascinasse ne' precedenti; onde coll'andar innanzi esso porto, ha sempre più peggiorato.

*III - Si esclude dalle cagioni del peggioramento di questi ultimi anni la sostituzione de' muri alle palizzate, creduta tale da alcuni*

Venendo ora alla molto maggiore deteriorazione di questo Porto seguita in questi ultimi anni; molti paroni, e marinai nel darmene l'epoca, l'hanno presa dal tempo, in cui alle palizzate sono stati sostituiti i muri, e ne hanno data la colpa ad essi muri, inculcandomi replicatamente, che quando vi erano le palizzate, esso era migliore, e che la sostituzione de' muri lo ha peggiorato. Alcuni di essi in ordine a questo si sono espressi di più dicendo, che levate le palizzate, vi sono stati due mali, il primo di un maggiore tormento, che ora provano le barche dentro il canale, e il secondo della bocca più ostrutta.

In quanto al primo articolo non dubito punto, che quando le acque del fiume, o le onde del mare trovavano tutti gli interstizj de' pali, e i vani dovevano rompersi in modo,

da dare un minor urto alle barche, di quello ora facciano, scorrendo più liberamente lungo i muri medesimi lisci, che fanno una minor resistenza, e impediscono meno il movimento delle acque ivi appunto, ove le barche si fermano, cioè vicino a' moli. Ma non credo in conto alcuno, che ciò abbia potuto conferire alla maggiore ostruzione della bocca, anzi sono persuaso, che piuttosto dovrebbe ciò essere di qualche benché piccolo vantaggio, ed eccone la ragione.

Coll'essersi costituiti i muri alle palizzate, la velocità delle acque si è piuttosto accresciuta, e questo accrescimento non ha contribuito in conto alcuno al riempimento della bocca, anzi deve piuttosto avere aiutato a sgombrarla. L'aiuto allo sgombrare la bocca, che viene da questa maggiore velocità, è patente, dandosi in questa guisa un maggior urto alle materie ivi arrestate per mandarle innanzi a sgombrarla, benché questo aiuto credo che sia piccolo per questo canto, accrescendosi poco la velocità media del corpo totale del fiume da questa cagione, massime nelle piene, nelle quali esso è più attivo, come dirò poco più giù, parlando di questo articolo della maggiore velocità, e perdendosi presto ne' fiumi le velocità antecedenti anche dentro a loro alvei, ma molto più, ove sboccano in mare.

Che la maggiore velocità non porti ostacolo alla bocca, par anche più chiaro. Ne potrebbe dubitare taluno unicamente col credere, che la maggiore velocità precedente nell'alveo, faccia andare più avanti le breccie grosse, onde alla bocca ne arrivi una maggior quantità dopo che vi sono i muri, di quello ne arrivasse prima, e tanto tutte vi si arrestino dal mare. Ma facilmente a un tale sospetto si toglie ogni fondamento. I muri vi sono solo nell'ultimo tratto di canale; sicché in esso si sarebbe avuta prima quella diminuzione di velocità tolta dopo da essi muri, l'effetto della quale non poteva comunicarsi tanto più su, come per esempio sotto il ponte. Quindi sotto il ponte la quantità de' sassi, e breccia strascinata giù dal fiume, deve essere stata prima senza i muri la stessa, che dopo con essi muri. Se di questa quantità se ne fosse fermata prima abitualmente una piccola quantità più che adesso; vi sarebbe rimasta dentro il canale l'immensa somma di tutte queste abituali piccole quantità a capo di tanti anni, e il canale ne sarebbe rimasto empito più volte tutto, fino alla cima delle sponde, senza lasciare più menomo passaggio all'acqua. Quanta ne viene giù pel ponte, tanta conviene, che si scarichi giù in mare adesso, e tanta se ne scaricasse prima, spingendosi a poco per volta, e ruzzolando: al più qualche parte in tanto si assottiglia, e corrode impiccolendosi, ma poco in un tratto si piccolo.

*IV - Se ne esclude la direzione del canale, che alcuni vorrebbero voltato più a Tramontana*

Altri hanno data la colpa de' gravi mali del porto alla direzione del canale: chi, perché vorrebbe che fosse voltato più a Tramontana, chi, perché vorrebbe, che non andasse retto, ma curvo, aggiungendo inoltre, che vi vorrebbe la curva cicloidale, e che in essa curva la velocità dell'acqua sia maggiore, facendo anche delle esperienze di canali, e ricavando da esse questa maggiore velocità. Parleremo in questo paragrafo della prima parte, e nel seguente della seconda.

In ordine a queste cagioni dirò prima in generale; che esse non ponno spiegare il deterioramento di questi ultimi anni, mentre anche ne' tempi delle armate ultime, e negli anni precedenti vicini, ne' quali il Porto era meno cattivo d'ora, la direzione del canale era la stessa, che si vede presentemente. Indi in ordine alla direzione dirò, che ho veduto appunto nel suddetto piccolo Porto di Viareggio gli effetti di una simile impressione. È una cosa curiosa il vedere, come quel canale è fatto a scaletta, tutto contorcendosi ad angoli diversi, come una biscia. Trovandosi sempre male col chiudersi ad ogni tanto l'imboccatura delle materie arrestatele in faccia, sono iti voltando la direzione ora ad un vento, ed ora ad un altro, e si sono trovati sempre male a un modo stesso.

Qui vi è una ragione di più di questo poco vantaggio, che si può cavare dalle direzioni mutate, ed è che il male viene dalle ghiaie portate dal fiume stesso, ed arrestate, ove coll'entrare in mare la velocità si diminuisce, e si perde. Al più, se la bocca si voltasse contro Greco – Levante, che qui fa il maggiore fracasso, potrebbe essere la ghiaia più facilmente buttata in dentro, o arrestata più da vicino, ma essendo essa voltata tanto obliquamente rispetto al vento suddetto, quel poco di più, o di meno, che si desse di obblività farebbe a mio giudizio poco effetto.

Si aggiunge, che per un'altra ragione non si può torcere molto di più verso Tramontana la bocca: essa al presente già è molto obliqua alla spiaggia, voltando verso mano manca sensibilmente. Se si voltasse considerabilmente di più, sarebbe ben difficile il suo ingresso a chi viene a vela dalla parte destra, da Pesaro, e Ancona. Converrebbe scorrere verso la sinistra, indi per entrare nel porto dar indietro, cosa sempre difficile, spesso impossibile. Una delle cose più essenziali per li porti si è, che un bastimento possa entrarvi, ed uscirne con quello stesso vento, con cui vi arriva, o ne deve partire, e ciò si ha quando la bocca non rimane troppo obliqua alla spiaggia, o costa, sulla quale è situata.

Si aggiunge, che la direzione, in cui ora si trovava questo ultimo tratto di canale, è appunto quella, che naturalmente affettano tutti questi fiumi di queste parti, giacché tutti si vedono anche da se, ove non son forzati da alcun lavoro, entrar in mare con un poco di obblività verso la sinistra, simile a quella, che qui si vede. Credo, che la ragione ne sia la forza grande, che hanno qui le Levantare, e i Greci – Levanti sopra ogni altro vento, la quale prevale anche alla ordinaria corrente generale, che avendo fatto nel Mediterraneo il giro dell'Africa, indi dell'Asia, vien giù per l'Ionio ed entra nell'Adriatico, dopo di averlo scorso sulle coste della Dalmazia, andando verso Venezia, torna su quelle d'Italia, andando qui a destra verso Ancona, per uscire dal golfo e costeggiar poscia l'Italia tutta, e le coste della Francia, e della Spagna fino allo stretto di Gibilterra da cui era partita. Que' venti credo che qui siano più forti, perché scorrono un maggior tratto dell'Adriatico più profondo, pigliando obliquamente dalle parti più orientali di Dalmazia, e attraversandolo in una linea, che passa per li fondi maggiori, dove gli altri venti, o radono la spiaggia sottile, o vengono dal fine del golfo, ove esso verso Venezia ha poco fondo, o lo attraversano direttamente in una linea più corta. L'urto di quelle Levantare, e di que' Greci – Levanti spinge l'acqua in là nel primo uscirne, e dispone il fondo ad andare per quella via, ove si senta una resistenza minore.



Effetto della maggiore gagliardia di questi venti, si è appunto il vedere qui la ghiaia distesa lungo la spiaggia verso Ponente per più miglia, come si è detto da principio, mentre non se ne vede punto verso Levante. Le arene, e le materie più minute sono portate ancora da' Maestrali, e Tramontane a destra, come si vedono a destra distendersi le torbide per lunghissimo tratto; ma le burrasche che vengono a que' venti, non hanno forza da strascinare per lungo tratto le ghiaie tanto più pesanti. Così pure a Fano le ghiaie del Metauro sono buttate tutte, e distese verso Ponente dalle Levantare, e ciò non solo fino al Porto distante più di un miglio da esso fiume, ma anche per 3 miglia più in qua se ne vedono come ho riconosciuto in quest'ultima gita a quella parte, le quali erano strascinate fin là dalle dette Levantare, prima che fosse fatto il Molo guardiano accennato di sopra. Esso esce dalla spiaggia in vicinanza al Porto stesso dalla sua parte diritta, cioè verso Levante, e si sporge più in fuori de' Moli del Porto, arrestando così tutta la breccia, che viene dal Metauro, e facendo crescere terribilmente la spiaggia da quella parte, mentre intanto la bocca del Porto rimane libera sempre, e la contigua spiaggia sinistra, che prima era ita sempre crescendo per le nuove aggestioni delle suddette ghiaie, ora piuttosto viene alquanto corrosa in vicinanza del Molo da un come vorticcetto, che deve farvi l'urto delle onde nelle tempeste cagionate da' venti, che vengono da quella banda.

Qualunque ne sia la cagione, qui certamente le Levantare, e i Greci – Levanti hanno la forza maggiore, e i fiumi tutti si vedono naturalmente, e da se stessi piegare sullo sbocco i loro alvei alquanto a sinistra in quella guisa, in cui lo tiene il presente canale della Marecchia: onde per questo, e per quell'essere stata la direzione la stessa venti, e trenta anni addietro, quando l'imboccatura era migliore, anzi piegata molto anche più verso Ponente ne' tempi più rimoti, non può attribuirsi a questa direzione il male abituale passato, e molto meno il peggioramento di questi ultimi anni.

*V - Se ne esclude la dirittura: che non ha qui luogo la teoria della cicloide*

Ma nemmeno la dirittura si può incolpare, né per le ragioni, che ho vedute addotte, la curvatura continua sarebbe punto più opportuna, e molto meno vi ha che fare la curvatura particolare della cicloide. Si pretende, che facendosi il canale curvilineo, e molto più se cicloidale, l'acqua andrebbe con più velocità ad urtare quell'ostacolo delle ghiaie, e le dissiperebbe, e le altre che sopravvengono, le getterebbe più innanzi, senza ingombrare la bocca, e si è creduto di ricavare questa maggiore velocità con dell'esperienze fatte a questo fine. Quindi mi sembra necessario il trattare alquanto più diffusamente di questo articolo, e ciò in modo da metterlo, quanto potrò, alla portata comune.

Per isvolgere tutta questa materia, che porta seco molto del dottrinale appartenente agl'elementi di Meccanica, vi vorrebbe veramente un lungo trattato; ma io mi ristringerò a poche nozioni, e principj i più essenziali, e interessanti. La velocità del mobile è una sua affezione correlativa al suo moto per cui si rapporta lo spazio scorso con movimento uniforme al tempo in cui si scorre, o si consideri lo spazio, che attualmente si scorre da un tale mobile, o la determinazione in cui si trova di scorrerlo, se alcun

ostacolo non l'impedisce. La sua misura è lo spazio scorso in pari tempo, o in parità di spazio, il tempo in cui si scorre, ma preso il contrario in modo, che quanto il tempo è minore, tanto sia maggiore la velocità.

Ho detto con movimento uniforme, cioè tale, che in uguali parti di quel tempo si scorrano uguali parti di quello spazio, nel quale caso la velocità dura sempre la stessa. Ne' moti, che continuamente si accelerano, o si ritardano, non si può avere la misura della loro velocità da quello spazio, che scrono in un tempo determinato rapportandolo al tempo istesso. Vi è allora una serie continua di velocità tutte diverse, che si succedono, la misura prossima di ciascuna delle quali si desume dallo spazietto, che si scorre in un picciolissimo tempicciuolo, e accuratamente da quello spazio, che in qualunque tempo posteriore determinato si scorrerebbe, se non sopravvenisse alcun'azione di altra cagione, che sollecitasse, o ritardasse il movimento medesimo.

Ne' corpi gravi che cadono, si ha un movimento uniforme, ma continuamente accelerato: la gravità va in ogni tempicciuolo producendo nuovi gradi di velocità, nella quale serie di azioni convien distinguere la somma degli acquisti fatti fino ad un dato tempicciuolo dal nuovo grado di velocità, che sopravviene in esso. Questo nuovo grado dipende dall'azione, che fa la gravità in quel tempicciuolo, e quella somma di acquisti è la velocità totale, che il corpo già si ritrova nel medesimo tempicciuolo, determinando essa lo spazietto, che in esso tempicciuolo si deve scorrere, o il tempicciuolo, che si deve impiegare nello scorrere allora un dato spazietto.

Distinte queste cose, si noti inoltre, che l'azione della gravità non è la stessa in tutti i casi. Ove il grave discenda liberamente, ella è maggiore, che ove esso sia costretto a discendere obliquamente in un piano inclinato, e quanto il piano fa minor angolo coll'orizzonte piegandosi più verso di esso, tanto quest'azione è minore. Ove esso discenda per un piano inclinato, in tutti i punti di esso l'azione della gravità è uguale per la costante conservazione di una inclinazione medesima: ma ove discenda per una linea curva, essa in varj siti di quella è diversa, secondo che la sua direzione in ciascuno di essi è più, o meno inclinata all'Orizzonte. Quindi i nuovi accrescimenti, che si fanno alla velocità nel caso della discesa per un piano inclinato qualunque in diversi tempicciuoli fra se, sono uguali; ma nella curva questi acquisti medesimi sono disuguali. Gli spazietti poi, che si scrono in tempicciuoli uguali, sono disuguali tanto nella discesa per una curva, quanto nella discesa per un piano, giacché essi dipendono da quella somma di acquisti di velocità già fatti fino ad esso tempicciuolo, la quale somma crescendo sempre nell'un caso, e nell'altro, crescono sempre gli spazietti, che corrispondono a posteriori tempicciuoli uguali, e scemano in tempicciuoli, che corrispondono a posteriori uguali spazietti.

Convien notare in fine una cosa bene essenziale. Quando un mobile si muove in una retta, se all'improvviso è costretto a mutare la direzione del suo movimento, e muoversi per un'altra retta, come se mossosi per un canale diritto, debba passare in un altro pur diritto unito al primo ad un angolo, perde esso una parte della precedente sua velocità, anche prescindendo da ogni resistenza che venga dall'aria, o dallo strofinamento nel fondo, e nelle pareti, il quale strofinamento tanto più leva da movimento, quanto la

scabrosità è maggiore. Questa parte perduta dipende dalla grandezza di quell'angolo, che fanno le due rette, o i due canali fra loro, la quale, finché l'angolo è finito, è finita ancor essa; ma se l'angolo si concepisca infinitamente piccolo, dimostrano i geometri, che questa perdita diviene infinitamente piccola di secondo ordine; donde ricavano, che se in vece di una serie di rette unite ad angolo, vi sia una curva continua, la perdita svanisce affatto, e diviene nulla, conservandosi la velocità precedente in una curva continua affatto affatto, come in una retta, ove si prescinda ogni altro genere di resistenza.

Poste queste nozioni distinte, si può passare alla storia delle scoperte spettanti alla discesa de' gravi. Il Galileo, il quale avendo il primo considerati questi movimenti, è stato il fondatore di questa principalissima parte di Meccanica, trovò, che quando un corpo discenda da una determinata altezza, come sarebbe dal piano di una soffitta al piano di un pavimento; qualunque sia il piano, per cui discende o più vicino al verticale, e però più corto, o più inclinato, e però più lungo, la velocità che esso avrà nel fine di tale discesa, sarà sempre la stessa, benché il tempo impiegato sarà più lungo, o corto in proporzione della lunghezza del piano. Le azioni della gravità ne' diversi punti di que' piani saranno disuguali; ma se si pigliano le particelle corrispondenti di essi piani, il tempicciuolo in cui si scorreranno, saranno tanto più lunghi, quanto minori saranno le velocità di già acquistate; onde i nuovi gradi di velocità aggiunti saranno pure fra loro uguali, e infine le somme degli acquisti avranno l'uguaglianza medesima. Trovò poi, che questa finale velocità così acquistata, sarà tale tanto, ove il grave cada liberamente, quanto ove cada per un piano inclinato: che perseverando essa senza nuova mutazione, si scorrerebbe nel tempo in cui si è fatta quella discesa, uno spazio al doppio più grande, di quello che si è scorso.

Da queste sue scoperte unite a quella conservazione della precedente velocità nelle curve, si ricava pure ad evidenza, che se da quel piano superiore, a quell'inferiore, si discenda per una curva qualunque; ad ogni modo la velocità finale sarà quella medesima, che si sarebbe avuta discendendo per una qualunque retta. Questa finale velocità, ove si discende per una retta, si sarà acquistata con acquisti uguali fatti in tempi uguali, e ove si discende per una curva, con disuguali, ma infine sarà la stessa la somma di tutti gli acquisti nell'un caso, e nell'altro. I tempi delle discese ancora qui saranno diversi, secondo la diversa lunghezza, e natura delle curve, senza che questa disuguaglianza di tempi, osti punto all'uguaglianza della finale velocità.

Quindi se un grave debba discendere da un punto più alto, ad uno più basso, e si concepisca qualunque numero di linee curve di qualunque genere di curvatura continua, oltre alla retta, che vadano dal primo punto al secondo, i tempi delle discese per quelle diverse linee saranno diversi; ma la velocità finale che si avrà in quel punto più basso sarà la stessa.

Passò il Galileo a considerare que' tempi, e si mise a cercare, per quale di quelle linee il tempo della discesa sarebbe il più breve: pareva a prima vista, che essendo la retta la più breve, dovesse il tempo per essa essere il più corto; ma si accorse benissimo, che la cosa non andava così, ove i due punti non giacessero in una medesima retta verticale, e l'esperienza glielo fece conoscere anche meglio. Spinse innanzi la

ricerca di un tal minimo tempo, ma non gli riuscì di trovarla. Non potendo sciogliere il problema troppo arduo per le cognizioni che si avevano allora, espose solo il suo sospetto, che questo privilegio del minimo tempo l'avesse l'arco del circolo: ma s'ingannò. Sciolse il problema tanto tempo dopo il gran Bernoulli, e trovò, che fra tutte le linee il minimo tempo competeva ad un arco di cicloide situato in un medesimo piano verticale de' due punti, la cui origine fosse nel punto più alto. Per questa proprietà si segnalata di essa curva già tanto considerata prima di lui, e dopo il Galileo da tanti altri insigni Geometri, e Meccanici, chiamò essa curva con greco vocabolo *Brachistocrona*, cioè *del più breve tempo*, come l'Ugenio scoperta la mirabile uguaglianza de' tempi delle oscillazioni ne' diversi suoi archi, comunque disuguali di lunghezza, la chiamò *isocrona*, cioè *di tempi uguali*.

Parerà, come si è accennato, cosa strana a taluno, che essendo quell'arco di cicloide più lungo della retta, che lo sottende, giacché la retta è la più corta di tutte le linee, che vanno da un dato punto a un altro dato, possa il tempo della discesa per quella esser più corto, che il tempo per questa, e molto più gli parerà, che da un tempo più corto impiegato per una linea più lunga possa generalmente inferirsi, che la velocità in essa debba essersi acquistata maggiore; ma si dileguerà ogni difficoltà, se si rifletta a tutto quello, che si è premesso di sopra.

Se si considerino diversi siti di quella curva, e della retta, si vedrà facilmente, che quella sul principio sarà meno inclinata all'orizzonte, che questa: verso il mezzo lo saranno ugualmente, passando poi ad essere quella più chinata di questa. Quindi nel principio le azioni della gravità saranno maggiori nella curva, che nella retta, verso il mezzo saranno uguali, del mezzo in giù minori: e però anche i nuovi acquisti delle velocità, saranno maggiori da principio nella curva, che nella retta, indi uguali, e poi minori. Si ponno queste disuguaglianze andar distribuendo in modo, come realmente si dimostra succeder ivi, che la somma degli acquisti rimanga sempre maggiore in quella, che in questa, prima che si giunga al fine, ma nel fine si trovi la stessa. Se viaggiando per undici diverse piazze, due negozianti facessero degli acquisti disuguali in modo, che uno in ogni piazza guadagnasse costantemente sei scudi, l'altro nella prima 11, nella seconda 10, nella terza 9, e così in poi; i loro nuovi acquisti si troverebbero uguali nella sesta piazza, indi il secondo gli avrebbe minori del primo, avendo nella penultima soli due, nell'ultima uno; ma la somma degli acquisti del secondo, dopo ogni ugual numero di piazze si troverebbe maggiore, e solo alfine nell'ultima piazza amendue avrebbero acquistato in tutto scudi 66, come facilmente può veder chiunque faccia le somme istesse. Nel modo istesso gli acquisti delle velocità di que'mobili, sarebbero uguali nella retta, disuguali nella curva, e in questa da principio maggiori, indi uguali, al fine minori: le somme in questa sempre maggiori, che in quella, ma nel fine uguali in amendue. Ora come dalle somme delle velocità dipende la brevità del tempo, in cui si scorrono le particelle di quelle linee; finché l'eccesso di quelle successive somme in una curva sulle corrispondenti nella retta è maggiore in proporzione, che l'eccesso della lunghezza di quella sulla lunghezza di questa, il tempo totale della discesa è più corto, che il tempo in questa, ed il più corto, ove la differenza de' due eccessi è la massima.

Nelle curve che si discostano dalla retta meno che la cicloide, non arriva a prevalere tanto la velocità, e in quelle, che si discostano più, prevale troppo la lunghezza; il massimo vantaggio si trova nella cicloide, quando un Geometra sapendone la natura e le sue proprietà essenziali, argomenti sopra di esse, e sciolga il problema a dovere come fece il Bernoulli e fanno dopo di esso, que' che danno gli elementi compiti della Meccanica.

Questa bella proprietà si vede ancora colla sperienza. Da una linea orizzontale, ad un'altra pure orizzontale, e parallela ad essa posta più al basso obbliquamente rispetto alla medesima, si conducono varj canali, uno de' quali sia retto, uno cicloidale, e gli altri di curvature diverse ad arbitrio: si mettono in cima ad ogni uno delle palle uguali ben lisce, come si procura sieno ben lisci anche i canali, le quali palle sieno trattenute tutte da una tavola comune: sottratta questa a un tratto, si vedono correre giù quelle palle in modo, che la prima di tutte arriva al fondo la palla discesa per la cicloide, indi le altre l'una prima, e l'altra dopo, con che si vede cogli occhi il *Brachistocronismo* della cicloide. Che se ivi in fondo vi sia del sego, o della cera d'ammaccare colla percossa, o delle molle ugualmente forti da comprimere, o delle palle uguali pendenti da fili uguali da far correre in su con quell'urto, purché la direzione di esso urto, sia ridotta ad essere orizzontale senza perdita di velocità, si vedranno le ammaccature uguali in quelle sostanze molli, le compressioni uguali in quelli elaterj, gli alzamenti uguali in que' pendoli, i quali effetti uguali faranno vedere l'uguaglianza delle finali velocità.

All'istanza, con cui si diceva, che tempo minore impiegato in una linea più lunga porta seco una maggiore velocità, si risponderà in questa guisa: la porta maggiore, se il moto è stato uniforme? è vero: se il moto è stato accelerato, o ritardato, convien distinguere: la porta maggiore in qualche parte di detto moto? è vero: in ogni sua parte o nel fine, non è sempre vero. Nel nostro caso è maggiore la velocità per la curva al fine di tutti i tempi uguali contati dal principio del movimento, ma non lo è nell'ultimo finale momento, in cui si trovano uguali le somme de' precedenti guadagni, come quelle de' due mercanti, le somme de' guadagni de' quali erano state sempre maggiori presso un de' due, ad ogni modo nell'ultima piazza si son trovate uguali.

Spiegate così diffusamente, e se non m'inganno, chiaramente queste cose per altro astruse in se medesime, per metterle, quanto è possibile a portata di tutti, vengo ora all'applicazione al caso nostro. Quando anche tutta la dottrina della cicloide avesse qui luogo, e l'acqua per un canale cicloidale discendesse più presto, che per uno di altra curvatura, o pel rettilineo; tanto nulla più gioverebbe quello di questi per tenere espurgata la bocca. L'effetto di una tale espurgazione, in quanto dipende dal fiume, corrisponde alla velocità, con cui esso entra in mare, ed urta le brecce per portarle innanzi, e dissiparle. Se dunque la finale velocità è la medesima in ogni forma di canale, prescindendo dalle altre resistenze, e considerando sola la forma istessa, conviene che detto urto sia lo stesso, e lo stesso l'effetto.

Ma neppure ha qui luogo la cicloide anche in ordine alla più breve discesa. Essa ha quella proprietà solo, ove si consideri il movimento del grave cominciato nel primo punto superiore unicamente per la forza della sola gravità, senz'alcuna velocità precedente. Una velocità precedente, e una diversa direzione di essa, varia subito la natura

della curva della più breve discesa; e nel principio del canale del Porto, già l'acqua corre con una determinata velocità. La medesima determinazione richiede un piano verticale, o almeno un piano inclinato, in cui giacciono i canali, con qualunque superficie; e le superficie de' fiumi non sono accuratamente piane in un sensibile tratto. Se il piano è orizzontale, e si ha una precedente velocità, che si volti a dovere per la direzione della retta, che congiunge i due punti; la linea del più breve corso è la retta stessa, e vi è una situazione di piano inclinato in cui, quando anche il moto non abbia precedente velocità, la linea della discesa più breve è appunto la retta. Tutte queste verità fanno, che non si possa in conto alcuno adattare al caso de' canali de' fiumi la proprietà della cicloide, né che alla mancanza di essa, si possa attribuire la cattiva costituzione di questa bocca.

Ma quello che fa anche più, si è, che la suddetta proprietà della cicloide suppone, che non vi sia resistenza alcuna al movimento, la quale ne' canali de' fiumi è grandissima, e tale, che in pochissimo tempo si perde in essi quasi tutta la precedente velocità, e vi rimane quasi quella sola, che richiede tanto l'attuale pendenza regolata del loro fondo, ove essa va innanzi senza ostacolo, onde possa esser pendente anche la superficie dell'acqua, quanto l'attuale altezza dell'acqua stessa, che determina la pressione delle parti superiori sulle inferiori. La frizione delle sponde, e del fondo conferisce moltissimo a una tale somma diminuzione della velocità precedente. Io ho procurato di farlo vedere cogl'occhi stessi, formando de' canali di latta rettilinei, e curvilinei, e facendo delle esperienze presso il sig. Conte Garampi, le quali potrà facilmente replicare, chiunque avrà piacere di chiarirsene, col farne delle somiglianti.

In un bigonzo di legno si è fatto un buco laterale quadrato verso il fondo, ed un altro più grande mezzo piede di Parigi più su. Si teneva in questo l'acqua introdottavi di fuori, alla costante altezza del buco più alto, per cui l'acqua superflua ne usciva fuori di fianco. Si fece prima uscire l'acqua dal buco inferiore liberamente, e in un regolo posto sotto esso buco orizzontalmente si notò il punto situato a perpendicolo sotto esso buco, determinandone la perpendicolare distanza; indi si notò il punto, a cui arrivava il getto d'acqua, pigliando così l'altezza verticale, e l'ampiezza orizzontale della parabola descritta da esso: era la prima di pollici di Parigi 28, e la seconda di 24 e mezzo, dalle quali si ricavò con facile calcolo, che la velocità di quella sortita d'acqua era uguale a quella, che si acquisterebbe cadendo dall'altezza un poco maggiore di pollici 5 e un quarto, cioè minore un poco di quel mezzo piede dell'altezza della superficie dell'acqua sul buco, come in tali esperimenti suole ritrovarsi. Il teorema notissimo, che serve al calcolo, si è, che sta l'altezza della parabola alla sua ampiezza, come questa al quadruplo di quella altezza, da cui cadendo si acquisterebbe la velocità, con cui il grave comincia a descriverla. Si applicarono allora varj tubi orizzontali di varie lunghezze, e di varie larghezze, e notate le ampiezze de' getti col ritenere la stessa altezza, divenendo in tale caso le velocità proporzionali alle ampiezze medesime, si videro le grandissime diminuzioni di esse in un corso assai piccolo, tanto maggiori in parità di larghezza di tubi, quanto più essi erano lunghi, e in parità di lunghezza tanto più, quanto erano più larghi. Applicati i curvilinei di corda uguale a' rettilinei, non solo non si trovò vantaggio di velocità allo sbocco, ma se ne trovò dello svantaggio corrispondente a quella

maggiore lunghezza, che vi è nel tubo. Di queste esperienze se ne farà una serie più compiuta, e se ne daranno col tempo i risultati i più precisi. L'ampiezza del getto a pari altezza è un indizio sicuro della diversa velocità, che gli è proporzionale in quel caso, come si è detto, e negli esperimenti conviene badare assai a' mezzi, che si adoprano, e alle conseguenze che se ne tirano.

Un canale curvilineo slungando la strada, accrescerà quasi sempre le resistenze, e diminuirà più del rettilineo frapposto fra i medesimi termini le precedenti velocità. Può darsi, per quanto ora mi si presenta allo spirito, un caso solo, in cui esso possa giovare, ed è, ove per la troppa ampiezza del canale rispetto alla quantità delle acque, il filone vada serpeggiando nel rettilineo con delle battute, e ribattute fatte sulle sponde opposte. In un curvilineo la forza stessa d'inerzia, che richiede sempre la continuazione del moto rettilineo, costringe il filone ad accostarsi alla parte cava, e rasentarla continuamente, mentre nel rettilineo ogni piccola disuguaglianza di resistenze fa torcere ora verso una parte, or verso l'altra il corso, e così malgrado la maggiore brevità del canal rettilineo, può in esso divenire la via delle acque più lunga, che nel curvilineo, benché più lungo. Nel medesimo caso l'acqua per la forza centrifuga, con cui spinge la sponda curvilinea, ivi si alza, e corrode anche il fondo, e lo incava; onde può crescere alquanto la sua velocità attuale col peso, e scemare la resistenza del fondo, con farsi una specie di letto di quella, che chiamasi acqua morta. Ma nelle grandi piene, che sono le più attive, questo vantaggio non ha luogo, mentreempiendosi allora tutto l'alveo, si vede correre con una velocità unita anche in un canal rettilineo tutta la massa del fiume, senza alcuno di que' contorcimenti, che alla velocità nucono collo slungare la via, e slungandola accresce le resistenze, e nel canal curvilineo il filone si scosta dalla parte cava, abbreviando la strada, e accostandosi più da se stesso alla direzione rettilinea.

#### VI - *Dell'effetto, che possa fare la velocità delle acque diminuita per varie cagioni*

Vi è, chi accusa le irregolarità delle parti più alte del canale, ed i due squeri della sua parte inferiore costrutti posteriormente: vi è chi accusa molto più il tratto dell'alveo superiore al ponte dicendo, che da pochi anni in qua il fiume superiormente ha mutato il suo corso, avendo fatto delle gran corrosioni, e scontorcimenti, e che da quel tempo la bocca del porto ha cominciato ad essere più cattiva.

Quella qualche irregolarità del canale si crede, che possa essere stata nociva, perché abbia diminuita la velocità dell'acqua: ma questa, trattandosi di parti molto antiche, sarebbe cagion generale del cattivo stato anche de' tempi precedenti, e qui ne parlo solo per parlare insieme di tutto quello, che si crede nocivo, in quanto scemi la velocità delle acque. Gli squeri fatti posteriormente sono incolpati per questo capo medesimo: essi si trovano da ambe le parti l'uno incontro all'altro, e interrompono l'andamento de' moli con un taglio quasi perpendicolare alla loro direzione, nel quale arrivando l'acqua si dilata, e una parte di essa urtando di petto nelle loro sponde inferiori più vicine alla bocca, si riflette, e rigira, e perde la sua velocità, e la fa perdere alla vicina. Quest'acqua inoltre alzatasi ivi per ostacolo frapposto, va su più facilmente pel piano acclive de' medesimi squeri, e n'esce fuori formando nuove correnti nelle gran piene, credute

pregiudiciali alla bocca, sì perché diminuiscono il corpo d'acqua, sì perché quella della man manca spinge in mare la breccia della spiaggia accanto alla bocca del porto.

Le nuove tortuosità del letto superiore al ponte s'incalpano pure, perché diminuiscono la velocità delle acque slungandone la strada, e perché caricano il canale di maggior copia di materie prese, su tanti campi devastati gli uni appresso agli altri, e su questo secondo articolo mi ha con ragione insistito ancora Monsig. Illustriss., e Reverendiss. il Vescovo, facendomi insieme riflettere al pericolo di tante fertili campagne, che anderanno in rovina, se non si frena l'impeto irregolare delle acque.

In questo paragrafo parlerò solo di quello, che si appartiene all'effetto della maggiore, o minore velocità delle acque, che arrivano alla bocca, e toccherò solamente la diminuzione del loro corpo, riservando il resto ad altri paragrafi.

La diminuzione della velocità, che possa provenire da qualche piccola irregolarità delle parti superiori del canale, e quella che può provenire dalla parte dell'alveo superiore al ponte, credo, che in ordine alla bocca non possa contribuire nulla, almeno in una maniera sensibile, per quella ragione, di cui ho fatta menzione anche al § 3, e 5, ed è, che quantunque si accresca la velocità in un fiume anche per una violenta caduta, presto essa si perde tutta, e si riduce quasi affatto a quella sola, che richiede l'attuale pendenza, e l'altezza, da cui ne nasce la pressione.

Questa verità si conosce col considerare l'altezza, da cui vengono i fiumi, e la poca velocità, che si osserva ordinariamente nella loro superficie, benché l'acqua della superficie presa nel mezzo non senta altra resistenza, che quella, la quale nasce dalla sua adesione alle parti vicine, e per mezzo ad esse alle parti contigue alle sponde ritardata della frizione, e dall'adesione, con cui l'acqua si attacca a' corpi solidi. Spesso ho osservata detta velocità in varj fiumi già formati fuor delle piene, gettando un galleggiante, e camminando con esso per vedere quanti de' miei passi faceva in un minuto. L'ho trovata per l'ordinario tale da fare tre miglia all'ora. Uno di questi giorni ho fatta la stessa osservazione qui nella Marecchia assai lontano dalla bocca, e in tempo, ch'essendo il mare in istato da ritirarsi pel riflusso, non vi era ostacolo al libero corso in superficie, trovai cento de' miei passi in un minuto, e ho veduto molte volte, che per un miglio romano vi vogliono quasi accuratissimamente due mila de' miei passi. Que' cento miei passi facevano così 59 passi da miglio, e 50 presso 60 volte fa 3 mila; onde anche la Marecchia correva ivi in superficie con una velocità corrispondente a tre miglia per ora.

Ora la Marecchia non viene veramente da un'altezza di mezzo miglio, come crede taluno; giacché la cima medesima del monte di S. Marino non è alta sulla superficie del mare a perpendicolo una decima parte di miglio; ma viene ad ogni modo da un'altezza assai considerabile, e tanti fiumi reali vengono da altezze anche maggiori di mezzo miglio. Se corressero con una velocità corrispondente a detta altezza, volerebbero in una maniera ben sorprendente. Le tre miglia per ora corrispondono ad un'altezza così tenue, che non si può non rimanerne sorpresi, quando se ne fa il calcolo.

Trovò l'Ugenio, che un grave cadendo liberamente per un minuto secondo, scorre-  
rebbe prossimamente 15 piedi di Francia, che sono 16 e mezzo Romani, e dalla dottrina del Galileo rapportata sul § 5 si ha che la sua velocità finale è tale, da scorrere il



doppio cioè 35 piedi Romani. Quindi essendovi 3600 minuti secondi in un'ora, quella è velocità da scorrere ogni ora piedi 118800, che contando 5 piedi per passo, e mille passi per miglio, vengono ad essere quasi 24 miglia.

Questa velocità confrontata con quella delle tre miglia per ora, si trova a 8 doppj maggiore, ed avendo pure dimostrato il Galileo, che le altezze, dalle quali cadono i gravi, sono come i quadrati delle velocità acquistate; quest'altezza deve essere a 8 volte 8 doppj, cioè a 64 doppj maggiore di quella, da cui cadendo si acquista la velocità di tre miglia per ora. Quindi per trovare quest'altezza, converrà prendere la parte sessantesima quarta di que' 16 piedi e mezzo, che davano la velocità di 24 miglia, e appena vi resterà l'altezza di un quarto di piede, o sia di quattro once di palmo Romano, che sono a un di presso 4 dita di una mano ordinaria. Hanno dunque i fiumi in superficie, e determinatamente ha la Marecchia fuor di piena, benché in tempo, in cui non è arrestata dal crescere del mare pel suo flusso, quella sola velocità, che si acquista cadendo per 4 dita d'altezza. Dove è ita mai la velocità enorme, che corrisponderebbe all'altezza della caduta della sua origine? è svanita quasi affatto, e solo vi rimane nelle parti inferiori quella, che corrisponde all'altezza dell'acqua, da cui dipende la continuata pressione.

Questa verità che dà il calcolo, e la teoria, si vedrà bene, da chiunque considera la velocità, che piglia l'acqua in una cascata, benché alta pochissimo, di una fontana, o di certi siti ne' torrenti, o ne' fiumi, ne' quali l'acqua trattenuta da' sassi ricade. Si vede essa spumare gorgogliando, e correre con una velocità precipitosa a molti doppj maggiore di quella, che si osserva nel placido regolato movimento della superficie di un fiume.

Andando poi a Fano, si resterà più chiaramente convinti della, medesima verità, e si vedrà coll'ultima evidenza, quanto presto ne' canali, e ne' fiumi si perda la precedente velocità. Ivi con tanta spesa si fecero que' gran sostegni, che tengono tanto alta l'acqua del loro canale, e la fanno per un piano inclinato discendere sotto il ponte, formando quella, che chiamano *la liscia*. Speravano di poter tenere escavata la loro bocca con quell'enorme velocità, che quell'acqua doveva acquistare per una caduta di tanti piedi. La velocità si ottenne al fine della caduta. È un orrore a vedere la fuga precipitosa che piglia, tale da non poterla seguir coll'occhio. Ma che? Il Porto rimase ingombrato sulla sua bocca appunto come prima; né si è rimediato con altro, che con quel guardiano, di cui si è parlato di sopra, il quale ha impedito l'arrivo delle ghiaie alla bocca. L'enorme velocità si perde quasi tutta, e ancor prima di arrivare allo sbocco in mare diviene quasi insensibile. In questa mia scorsa ho buttato un galleggiante da trecento de' miei passi più su dello sbocco in tempo in cui la marea non cresceva, e accompagnatolo trovai, che in un minuto scorreva appena 63 de' miei passi, e però in un'ora passi da miglio 1890, cioè meno di due miglia, velocità dovuta ad un'altezza minore di due dita.

Si indirizzi ora il canale qui, quanto un vuole, si regoli la parte superiore come uno vuole, sicuramente non si avrà la centesima parte della velocità, che dà a tutto il gran corpo dell'acqua la liscia di Fano: quella svanisce a mezzo canale, e non produce alcun effetto in ordine allo sbarazzare la bocca: quindi molto meno qui queste cose possono sbarazzarla, e qualunque alterazione in esse non può credersi cagione de' disordini del suo ingombro.

Da quanto si è detto, si vede chiaro, che anche quell'ostacolo che formano gli squeri alla velocità dell'acqua, non può fare alcun danno sensibile alla bocca per questo conto. Essi arrestano una parte piccolissima a proporzione del totale del corpo del fiume, e ciò massime nelle grandi piene, che sono le attive, nelle quali la stessa maggior velocità delle acque fa, che sia molto minore quella parte, che si devia verso lo squero, e si aggiunge, che quella che si è già deviata, fa in gran parte come spalla all'altre, che trascorre intanto liberamente.

Quell'acqua, che uscendo si devia, e forma un'altra corrente fuora, diminuendo il corpo d'acqua, che va giù ad urtare l'ostacolo della breccia, fa perdere alcuna cosa di più. Ma come l'acqua ch'esce, è quella vicina alla superficie, ove la velocità è tanto minore, essa è pur pochissima rispetto a quella, che va innanzi, e un piede di più di altezza che abbia la piena, accrescendo la velocità di tutte le parti inferiori accresce più forza di quello, che l'acqua stravasata ritolga al fiume: eppure l'ultima piena tanto più copiosa ed alta delle grandissime degli anni comuni non ha potuto far punto migliorare la bocca.

Due cose sole aggiungo qui alla fine di questo paragrafo: la prima si è, che ne' calcoli, ed osservazioni rapportate si è parlato della perdita della velocità, che fanno i fiumi, e i canali prima anche di entrare in mare, il quale oppone una resistenza ben più forte, massime ove l'acqua è scarsa, e si divide, e spande entrandovi. Ne' fiumi reali, ne' quali l'altezza grande del corpo d'acqua genera nelle parti inferiori una velocità assai grande, essa maggior altezza spingendo innanzi tutto quel gran corpo, gli fa formare come una specie di scavo nell'acqua stessa marina, la quale gli dà luogo, e gli forma come una specie di sponde, lasciandola andare avanti per lungo tratto, e diminuendola assai meno di quello, che facciano le inegualità solide delle sponde, e del fondo nel precedente letto; ma questo non accade, ove il corpo è piccolo, e si può spandere presto, nel qual caso ad una piccola distanza dalla foce, non vi rimane più alcuna parte sensibile, non solo della piccola velocità della superficie, ma neppure di quella tanto più celere della parti inferiori.

La seconda cosa si è, che cogli sperimenti de' canali, de' quali si è fatta menzione al §. V., si vede anche chiaramente la gran perdita di velocità, che fa l'acqua in un corso di piccolo tratto, benché i canali di latta sieno tanto meno scabrosi de' letti de' fiumi, e l'acqua vi si faccia entrare con una velocità assai maggiore di quella, che sogliono avere le superficie de' fiumi, acquistata per la pressione dell'altezza dell'acqua nel vaso sopra il buco per cui essa esce. Ma le osservazioni, e i calcoli rapportati di sopra, e presi da' fiumi, e in particolare dal canale della Marecchia, e da quel di Fano, mettono sotto gli occhi la cosa con più evidenza.

#### VII - *Delle vere cagioni del peggioramento seguito in questi ultimi anni*

Escluse in questo modo varie delle cagioni credute, o sospettate da varj, vengo a quelle, che a me sembrano essere le vere, correlativamente alle quali io credo, che si debba pensare a' rimedj.

Il male della bocca consiste nelle aggestioni della ghiaia sulla stessa bocca, le quali impediscono l'ingresso alle barche. Convieni, o che il fiume ne abbia portata la mag-

gior quantità, o che le forze che la dileguavano, e portavano via, togliendo quell'impedimento, abbiano fatto in questi anni un minor effetto, o che sieno seguite amendue queste cose insieme.

Se è vero, che il fiume in questi ultimi anni abbandonata la strada antica si sia divagato assai più del solito, devastando ora una parte di campagna, ed ora un'altra, deve sicuramente avere strascinato giù maggior quantità di sassi, e di terra. Sarà seguito in questi ultimi anni per la spontanea devastazione del fiume quello, che come si è detto al §. II. e seguito a tutta l'Italia in questi ultimi secoli per la coltivazione delle colline, e montagne. Il fiume è divenuto più torbido, e più ghiaioso, e più materia ha strascinato sulla bocca.

Io son persuaso, che la maggior parte de' suoi sassi, da' quali credo, che le ghiaie si formino col moto continuato dell'acqua piena di arene, e frantumi di sassi, i quali strisciandosi con moto continuato sopra di essi gli assottiglino, e liscino, li pigli la Marecchia assai più in alto ne' valloni, pe' quali scorre a piè de' monti: ma pure se in vece di correre per un letto regolato corrode i fianchi, e gira ora di qua, ora di là, deve impregnarsene di più, e strascinarne una quantità maggiore.

Si vede nella istoria del Sig. Calindri, che anche in altri tempi si è temuto questo accrescimento di materie prese per istrada, onde si ordinò, che niuno ardisse di coltivare la terra di qua e di là dalla Marecchia alla distanza di varie canne. Credo veramente, che a proporzione di quanto essa porta da' monti, ciò che può pigliar per istrada in vigore della semplice coltivazione, sia tanto poco, che non meriti il divieto di essa coltivazione colla perdita di tanto terreno: ma una devastazione di siti prima intatti, o pieni di materie depositate prima più in alto e ammucchiate, è un oggetto di maggiore rilievo.

Questo appartiene alla prima cagione, ora conviene passare alla seconda. Le forze che dileguano le breccie dalla bocca, o sono quelle del fiume, o sono quelle delle correntie del mare nelle burrasche. Quelle del fiume, credo che non possono far altro, che spingerle fino ad una certa piccola distanza dalla bocca.

Acciò il fiume possa strascinare le ghiaie di una determinata mole, vi vuole una determinata velocità, di un determinato corpo di acqua correlativa alla pendenza del fondo, su cui convien ruzzolarle. Per questo ogni fiume, ove si allontana da' monti, e corre per una vasta pianura, si spoglia di tutte le ghiaie, e corre in materie tanto più sottili, quanto colla pendenza scemata, si scema la sua velocità, e la facilità di vincere la resistenza delle materie portate, che vanno più facilmente in giù per un piano più declive. Entrando in mare si scema la velocità, e il fondo diviene sul fine degl'alvei per l'ordinario piuttosto acclive, e più innanzi, ove la spiaggia sia assai sottile, come qui poco declive. Quindi perde il fiume la forza di spingere, e le materie rimangono.

Se i moli che stringono, si avanzano; si mantiene per più lungo tratto la velocità del fiume: questa fa, che urtate con più impeto quelle ghiaie, divenute più vicine alla bocca con quel prolungamento, il quale l'ha accostata ad esse, sieno spinte più avanti; ma arrivate a quella distanza dalla nuova bocca, che avevano dalla precedente, si fermeranno di nuovo, come si erano fermate prima.

In parità di prolungamento di moli una maggiore o minore velocità, con cui l'acqua si presenti alla bocca, e un maggiore o minor corpo di essa acqua, sono le sole cagioni, che ponno variare la forza, che ha essa per spingere più o meno innanzi le ghiaie, e allontanarle dalla bocca, e così anche spargerle più, o lasciarle ammucchiate in maggiore altezza.

In quanto alla massa delle acque si è veduto nel §. precedente, che poca a proporzione del totale ne può essere uscita dagli squeri. Le piene sono state in questi anni grandissime, e in quest'anno, e in questi ultimi giorni più grandi e più forti, e la stessa grande altezza delle piene è stata la cagione, per cui una maggior quantità ne è uscita per sormontazione; onde pare che debba esserne rimasta anche piuttosto maggiore, che minore la quantità dentro il canale; eppure non ha prodotto questo corpo maggiore un effetto sensibilmente maggiore.

In ordine a questa quantità vi sarebbe da temere una cosa sola cioè, che alzatasi più la ghiaia sotto il ponte, ne sieno rimaste minori le luci, e minore quantità sia passata per esse; o che empitosi più di prima il canale medesimo di ghiaie, ne riceva una quantità minore, facendo così, che una parte maggiore ne vada via per sormontazione senza arrivare alla bocca.

Se si avessero gli scandagli, e le sezioni sotto il ponte, e pel canale fatte ne' tempi andati con quella diligenza, con cui ora pel canale medesimo le ha fatte, e notate, e delineate per metterle sotto gli occhi il sig. Calindri, si potrebbe giudicare di questo con sicurezza; ma pel passato non si è usata alcuna di somiglianti diligenze.

In ordine al ponte, neppure basta quella osservazione accennata al §. 4 dell'Articolo I., con cui in un sito determinato si ebbe un indizio dell'essere la platea del ponte inferiore alla ghiaia palmi 16, o sia piedi 12. Può essa ghiaia essere più ammassata sotto un arco, che sotto un altro, e i fiumi ora scavano o depongono più da una parte, ora dall'altra. Converrebbe prendere una linea orizzontale, che abbia rapporto dato co' segni stabili del ponte, e notare per tutta questa linea ad ogni canna, quanto vi è fino alla ghiaia del fondo del fiume. Così si avrebbe tutta la sezione di ogni arco, e la somma di tutte le luci, la quale si potrebbe confrontare fra se in due tempi, e così giudicare della quantità dell'acqua, che passa per esse, quando il pelo di essa ha una certa altezza. Così pure dalle intere sezioni dell'alveo prese a diverse distanze date, si può giudicare della sua capacità, e confrontare in ordine a queste cose, che danno i rapporti delle moli d'acqua, i due tempi de' quali si tratta.

Mancandoci ora tutte queste osservazioni, convien andare per via di congetture. Se si confrontano le luci del ponte d'adesso con quelle, che vi erano nella gran piena dell'anno 1727, che è stata maggiore di tutte le seguenti fino a quest'ultima; si trova un indizio, che fa credere la loro diminuzione, o sia l'alzamento del fondo sotto il ponte seguito da quel tempo in qua. Vi è un segno vicino a S. Antonino, inferiore al ponte, ma poco lontano da esso, al qual segno allora giunse la piena, e al quale ora non è arrivata, e vi sono de' siti superiori, a' quali è ita l'acqua per di dietro, che sono stati ora passati considerabilmente, e gli occhi del ponte sono stati ora chiusi tutti, la qual cosa non so se allora seguisse. Ma quando anche sia seguita, allora si vede, che ora sotto il ponte

è passata minor quantità d'acqua, che allora, eppure ora n'è rimasta indietro sostenuta più d'allora, andata poi altronde in mare per di dietro sulla via Flaminia e per li campi, o ricaduta più giù nel canale: un tal fenomeno appunto deve seguire, quando per un alzamento di fondo si sieno diminuite le luci.

Pigliando questi intervalli di tempo, si ha ancora una cagione sicura di tale rialzamento, ed è, che intanto i moli sono stati prodotti alquanto, e la produzione di essi moli ha da portare infallibilmente un alzamento di fondo sotto il ponte, e in tutto il tratto inferiore e superiore dell'alveo. Ogni fiume a proporzione della qualità delle materie che porta, e della quantità delle acque relative alla larghezza dell'alveo, deve avere una determinata pendenza, rimanendo la sua superficie, e la direzione del suo fondo ragguagliato in una linea curva di un determinato andamento, che abbia una determinata pendenza per miglio, corrispondente ad ogni determinata distanza dallo sbocco in mare. Se lo sbocco in mare col prolungare i moli si avvanza, si avvanza insieme questa linea, e coll'avanzarsi di essa, si devono alzare tutti i siti determinati, corrispondendo ora una sua parte più lontana dal mare, e però più alta a que'siti, a' quali corrispondeva prima una più vicina, e però più bassa. Quindi anche sotto il ponte dovendo ora corrispondere in quella linea pendente una parte più lontana dal mare che allora, e però più alta, deve essere cresciuto il fondo, e però devono essersi diminuite le luci, e la quantità dell'acqua, che passa sotto il ponte.

Questa ragione non vale in questi ultimi anni, ne' quali non si è ito innanzi co' moli almeno d'ambi le parti. In essi vi può essere stato un alzamento maggiore solo in caso, che realmente le evagazioni del fiume sieno state maggiori, e avendo smosso più terreno, e più sassi abbiano resa l'acqua più carica di materie più grosse, nel qual caso il fiume avrebbe richiesta maggior pendenza nel suo fondo, e però ancora a pari distanza dal mare maggior altezza in esso tanto nell'alveo inferiore, quanto sotto il ponte, e in conseguenza una minor massa d'acqua portata ad urtare la breccia sulla bocca.

E' vero bensì che in ordine al ponte, questo alzamento di fondo non fa diminuire tanto l'acqua, che passa sotto di esso in quelle piene, che non arrivano a chiudere tutte le luci degl'archi, come sono state tutte le piene degl'anni scorsi, e che dopo che nelle parti inferiori dell'alveo sono stati sostituiti i moli alle palizzate, il minor impedimento laterale lasciando più libero il corso all'acque, par che abbia dovuto far escavare più l'alveo del canale in que' siti, nel quale di fatto si son trovati fondi tali, come si è detto al §. 4. dell'articolo I., che hanno al fine lasciati in aria i fondamenti de' moli scalzandoli, e gli hanno fatti cader in dentro. Essi fondi maggiori si sono trovati là giù vicino alla bocca, ove vi sono i moli di pietra; ma dalle sezioni del sig. Calindri si vede, che su verso S. Antonino i fondi sono così miserabili, che in varie sezioni non vi è quasi fondo alcuno sensibile, cosa che sempre più conferma una aggestione di ghiaie, e alzamento considerabile nelle parti superiori del canale.

Ma neppure la velocità del suo urto può incolparsene, come si è veduto nel paragrafo precedente. Oltre alle cagioni ivi esposte, la produzione del canale avrebbe dovuto scemare la velocità, scemando la pendenza; ma oltre che il rialzamento dell'alveo sotto il ponte, e nelle parti superiori, deve aver tolta tutta la diminuzione di essa pendenza,

riducendo l'alveo alla forma della linea primiera, connaturale a quella specie di materie portate dalle acque, o come si è detto forse ancora più pendente; la differenza della velocità, che in parità di piene si può aver sulla bocca, non può esser sensibile, né operare disuguaglianza di effetti. Quindi convien ricorrere all'azione delle correntie del mare tempestoso, le quali ora sieno state meno efficaci a sgombrare la bocca di quello, che lo fossero prima, e convien rintracciarne la cagione. Quelli che sbarazzano la bocca dalla ghiaia sono i venti di Levante, come si è detto al § 4, i quali sono assai più efficaci de' venti di Ponente, e Tramontana; giacché i primi distendono la ghiaia per tre miglia sulla spiaggia sinistra qui, e più ancora la distendevano a Fano prima del guardiano, al quale ora l'addossano in tanta copia. Ora non può dirsi, che i venti di Levante sieno stati in questi ultimi tempi meno gagliardi. Le due ultime burrasche gravissime, che ho veduto io stesso, sono venute con vento di Greco-Levante, o Greco, e quest'ultimo è stato così violento, che in città ha fatti cadere varj cammini, e che avendomi preso per istrada nel mio ritorno da Pesaro col sig. Conte Garampi la sera de' 22, ci mise in continuo rischio di ribaltare, costringendoci a ricoverarci in un casino al Terzo senza tirar innanzi, e la mattina de' 23, che appena tornammo, avendo esso poi seguitato ad infuriare tutto il giorno: eppure non solo non si è sgombrata la bocca, ma si è caricata sempre più, e quasi totalmente chiusa.

Ecco dunque finalmente, come io concepisco, che la cosa sia andata, e quale credo, che sia la vera principale cagione di questi mali, conforme a quello, che ho pur inteso pensarsi da molti di quelli, che ho esaminati su questo punto. Il fiume porta le ghiaie fino alla bocca, e come la sua velocità sufficiente a spingerle più avanti, cessa in piccola distanza dalla bocca, ivi le deposita anche a mar quieto; ma molto più quando una tempesta con vento di Tramontana lo rimbocchi, ed accresca l'impedimento, nel qual tempo spingendole da una parte il fiume, dall'altra il mare, si ammucchiano, e si alzano quasi a modo di una muraglia, come si vede nelle carte del sig. Calindri. Le burrasche di Levante, che hanno qui tanto più di forza, le gettano verso Ponente, e le distendono lungo la spiaggia sinistra, come si è detto al § 2 dell'Articolo I.

Aiuta a questo una corrente, che è vicino alla bocca, ed espressamente subito fuori de' banchi di ghiaia, va per un pezzo verso sinistra contro la corrente generale dell'Adriatico, benché in una distanza un poco maggiore si rivolga il corso a diritta. Ho notata questa doppia direzione in amendue le occasioni delle due grandi piene, osservando la posizione della torbida. Essa quantunque l'esito libero affatto non l'avesse, che sulla punta del molo destro, verso la quale si son veduti andare ancora più galleggianti, massime quando il vento da Levante non li forzava verso la sinistra, e la piena abbassata lasciava meno libero il moto alla superficie sopra il banco di ghiaia; ad ogni modo subito dietro a quel banco si vedeva distendersi a sinistra, e spingersi a modo di cuneo, che più volte ho notato col cannocchiale terminatissimo in una punta, che si sforzava di avanzarsi più oltre, vedendosi distintissimo il limite fra l'acqua azzurra del mare, e la gialla fangosissima del fiume. Dietro a questa punta essa voltava a destra, e si distendeva per lunghissimo tratto di più miglia sul principio con un limite ugualmente distinto per la parte esterna, che riguarda l'alto mare, indi a poco a poco più diluto e

sbiavato, non vedendosene più verso il fine alcun termine. Dalla parte di dentro verso la spiaggia, questa come lunga coda, o ventaglio di torbida si vedeva più diluta, e di limite incerto; ma pure si vedeva tra essa, e la spiaggia, prima il mare azzurro, e poi la torbida dell'Ausa, che verso la sua bocca era assai più gialla, indi rasente la spiaggia istessa veniva sempre più diluta fino alla bocca del Porto.

La bocca dell'Ausa è voltata assai obliquamente alla spiaggia verso la sua sinistra, cioè verso il Porto, e appena uscita trova questa, che qui chiamano fossa, e si trova quasi da pertutto nelle spiagge sottili, avendola io osservata anche sulle spiagge del Mediterraneo. In poca distanza della spiaggia stessa, corre come una specie di scalino di arene, cioè un banco più alto, lungo, e stretto, e in varj luoghi, ve n'è più d'uno l'un dietro all'altro, ove rompono le onde prima di arrivare alla spiaggia, e dietro ad esso banco trovano di nuovo un fondo assai maggiore, nel quale spesso le barche colte all'improvviso dalla burrasca si spingono per di sopra a quel banco, ed ancorate vi si tengono come in un porto. Io credo che la fossa intermedia sia cagionata dal ritorno, che fa l'acqua dell'onde rottesi sulla spiaggia, la quale si vede sempre dar indietro con molta velocità, finché arrivi l'onda nuova, onde in quell'andare, e tornare, ivi ove nel mezzo vi è un continuo celere moto dell'acqua, le arene parte si buttano innanzi sulla spiaggia, parte tornano indietro sul banco e lo accrescono, e innalzano, formando quella come barriera.

Incanalatasi in quella fossa l'acqua dell'Ausa, benché di forza non troppo grande, determina l'acqua della Marecchia ad andar ancor essa da quella parte, dalla quale trova minor resistenza, e avanzarsi a sinistra, finché dilatarsi a poco a poco, e perduta la forza sua, sia poi rivoltata dalla corrente comune verso Levante.

Qualunque cosa ne sia della cagione, si vede manifesto l'effetto dello stendersi tutte le ghiaie per lungo tratto a sinistra, e non vedersene per un pezzo alla diritta rispetto al molo destro. Ora quella qualunque causa che le spinge verso la sinistra, se da quella parte trova un vano che la riceva, può facilmente farle insaccare in esso; ma se trova questo come sacco già empito, non può spingere tutta la massa già radunata insieme, colla nuova quantità soppravvenuta; onde si fanno gli arresti, e si forma in faccia alla bocca quel dosso. Formato il dosso, tutta la ghiaia che sopravviene, vi si arresta, e cresce, e forma alfine anche l'isolotto.

Prima di questi ultimi anni, quando per le prime aggestioni rimaste dopo la riempitura del sacco laterale, il Porto cominciava ad essere meno buono, si andava innanzi con amendue i moli. La corrente rinchiusa costringeva la breccia ad allontanarsi più, e allora a mano manca al lato di essa non vi era ghiaia, ma un altro come sacco vuoto, dove le Levante potevano precipitare quella, che rimaneva in faccia alla bocca: così per qualche altro tempo la bocca rimaneva sufficiente, e coll'andare sempre innanzi, si andava mantenendo il Porto meno inusuale di quello sia adesso. Ora da molti anni non si è andato innanzi almeno col molo sinistro, e questo solo già rende ragione della tanto peggiore costituzione della bocca.

Ma vi è un'altra cagione della maggiore resistenza, che hanno avuta questi ultimi anni le Levante per sgombrare la bocca, la quale anche ha fatto, che le burrasche da

Tramontana hanno buttata della ghiaia sulla stessa bocca, e resola più cattiva, esse sole più volte senza nuova fiumara. Questa è quel nuovo letto, e bocca, che si è formato il fiume dalla parte sinistra del molo, coll'acqua uscita per sormontazione, e massime per quell'uscita fuori dallo squero sinistro, della qual cosa si è parlato al § I, e IV dell'Articolo I, e al § VI di questo Articolo, strascinando così in mare tutta la ghiaia, che per tanti secoli si era adunata sulla spiaggia da quella parte. Una quantità di questa, che è stata spinta più innanzi in mare, le burrasche da Tramontana l'hanno rigettata sulla bocca addosso all'altra portata dal fiume pel canale, e una gran massa stessa, a modo di argine perpendicolare alla spiaggia, offerisce un nuovo maggiore ostacolo alla ghiaia della bocca del canale impedendo, che le Levantare la spingano verso mano manca. Come questo nuovo alveo ha cominciato a formarlo il fiume da pochi anni in qua, così esso ci dà una cagione naturalissima del tanto maggiore peggioramento seguito nel Porto in questi ultimi anni. In quest'ultima piena questo letto nuovo si è dilatato, ed è grandissima la quantità della ghiaia che ha spinta in mare, facendo una lunga punta fra le due correnti, come ho riconosciuto andando al molo, e salendo sulla torre della lanterna.

Così le cagioni di questi ultimi maggiori peggioramenti si riducono a due, una maggiore quantità di ghiaia portata giù dal fiume per le devastazioni, che esso ha fatte nelle campagne contigue, colla libertà avuta di mutar letto, e una maggiore difficoltà di spingere a sinistra le ghiaie, che hanno incontrate le Levantare, per non essere vuoto il sito immediato da quella parte, nel quale esse potessero insaccarvele: alle quali cagioni converrà cercare nel terzo articolo gli opportuni rimedi.

#### VIII - *Delle cagioni de' danni che ha sofferti il canale considerato in se stesso*

I danni del canale considerato in se stesso, sono principalmente la rovina de' muri, e delle palizzate. La rovina de' muri, che formano i moli, può nascere principalmente da due cagioni: la prima si è, che l'acqua travasata, o uscita per lo squero, formando il corso per di dietro al molo, rasente il medesimo, lo lasci in isola, facendolo poi cadere con ogni piccolo urto. La seconda si è, che il fiume scavando dalla parte di dentro ove scorre lungo esso molo, arrivi al fine de' fondamenti, e scalzati per di sotto, lo faccia cadere dentro il canale. A questo si aggiunge una cattiva costruzione, che facendo poco fondi i fondamenti, faciliti lo scalzarli, o collegando male le parti faccia, che facilmente la mole si sciolga all'urto della corrente.

La prima delle due maniere ha messa in grave pericolo tutta la partita del molo sinistro, quando la nuova corrente formata accanto ad esso cominciò a lasciarlo in isola, e vi si è rimediato comunque con degli arginetti, e palizzate, che hanno alquanto allontanata da esso quella corrente, almeno nelle sue parti inferiori.

La seconda ha messa prima in pericolo, e poi fatta ora cadere quella parte di molo destro, di cui si è parlato al § 4 dell'articolo I. Di questo pericolo ne avea già parlato il sig. Calindri varj mesi addietro, ed ora i primi scandagli fatti dopo il mio arrivo mostrarono cresciuto lo stesso pericolo: io feci subito quel conto che ho messo su allo stesso articolo, per vedere quanto poco vi rimaneva di fondamento sotto il fondo scavato, e parlai a varj Signori qui, e ne parlai anche a Pesaro al sig. Ardizzi, Signore,



la cui abilità, e diligente industria nel dirigere i lavori di quel loro porto, avevo già intesa per altrui relazione, ma molto più ebbi occasione io stesso di ammirare parlando con lui, e vedendo il giorno seguente la sua macchina, e i muri, e le palizzate così ben intrecciate sul gran guardiano finito ultimamente. Con esso in presenza del sig. Conte Garampi, la stessa sera appena giunto parlai a lungo, udendo la relazione di quanto apparteneva alle qualità passate, e presenti del loro porto, e alla maniera da loro tenuta ne' loro ripari, e proponendogli tutta la mia idea del male di questo porto, e de' rimedj, a' quali pensavo, nominatamente di questo pericolo, che questa individua parte di molo correva di essere scalzata, e rovinata: ma la prima delle due piene ha fatto crescere il male, né io ho avuto comodo di far fare più degli scandagli, non essendosi in que' pochi giorni, corsi prima di questa ultima così terribile, mai quietato il mare abbastanza: ed essa ultima ha prevenuto ogni rimedio, e precipitata la mole in acqua.

La maniera del lavoro de' moli espressa su al § 4 dell'articolo I, ha contribuito assai alla rovina del molo, e contribuisce tuttavia al suo presente pericolo. L'aver fondati i pietroni sulle semplici teste de' pali, e il resto del muro fatto a sacco sull'attuale fondo del fiume, senza scavar punto per formare un continuato fondamento su di un fondo più stabile, il non avere abbastanza collegati essi pietroni col rimanente del muro, onde essi l'hanno abbandonato, e son caduti da sé, ha facilitato il danno: ho pur inteso da varj, che appena fatti gli stessi muri, si è sentita per entro ad essi gorgogliar l'acqua, la qual cosa se fosse vera, ognuno vede quanto sarebbe stata pernicioso. Ma soprattutto io credo, che abbia nociuto assai l'aver adoprati pali troppo corti, e molto più l'averne decapitati varj, quando si sentiva una maggiore resistenza, onde ne è provenuto, che troppo facilmente sono stati scalzati, e fa sì che in oggi si stia sull'incerto della precisa quantità, per cui in varj siti si trovano ancora sotto il fondo attuale del fiume, e quanto vi manchi per essere scalzati.

Simile è stata sempre la cagione, per cui ne' tempi andati sono stati tante volte rovesciati i muri. Le palizzate devono avere patito più volte per simile cagione. Quelle dentro il canale devono ancora aver sofferto dall'urto delle piene, ma meno assai, che quelle, le quali sporgevano in mare, come sporge tutt'ora il pezzo di palizzata aggiunta al molo destro, hanno patito, e patiscono dalle onde nelle burrasche. Le medesime palizzate dentro il canale devono avere patito col tempo anche infradiciandosi, massime fra le due acque alta e bassa, ove sono ora bagnate, ed ora asciutte, ma quelle che stanno in mare hanno patito assai, e patiscono presentemente per li vermi che le corrodono, i quali portati d'America co' vascelli, e propagatisi in Europa hanno messo tanto in pericolo, e in allarme l'Olanda per le loro dighe, ed ora fanno tanta strage delle palizzate nell'Adriatico. Essi vermi non si avanzano nell'acqua dolce, ma nell'acqua marina riducono i legni più duri in tre o quattro anni a pura spugna, e li fanno comparire tanti pezzi di favi di cera cavati da un alveare. Quindi le palizzate dentro i fiumi, se sieno fatte di buon legname durano anche 30 anni; ma in mare in tre o quattro anni sono di già rovinata affatto, e conviene andare continuamente rimettendo i pali.

Ho veduta adesso a Fano una parte di palizzata appartenente al nuovo guardiano, rovinata affatto da una burrasca, benché fosse come incastrata nel muro, e sostenuta

alle spalle da un muraglione continuato e a' fianchi da due come denti, che da esso si spingevano verso Ponente. Quella ha patito per una burrasca, venuta con vento di Tramontana, da cui non temevano molto; onde anche essa palizzata non era molto rinforzata co' pali trasversali. Da una lettera di Fano ho che quest'ultima burrasca seguita dopo la mia partenza di là, ha svelti tutti i pali, che guarnivano la punta del medesimo guardiano, e ha fatte di sotto delle grotte nel muraglione, che lasciano pendente in aria la punta istessa in atto di cadere al primo urto; ma a Pesaro dove coll'assistenza del sig. Ardizzi si è lavorato con altro metodo per la sodezza, benché la piena abbia inondata mezza città, e il mare abbia infierito, quanto per tutto altrove, niuno de' lavori si è risentito punto.

Le passonate di Fiumicino le ho vedute io stesso svellere alla bocca del ramo navigabile del Tevere, come ho detto di sopra, e la cagione si fu un navicello affondato nella bocca, che si trascurò di ripescare. Esso restringendo l'alveo fece fare due gorghi da' due fianchi, che scalarono i pali fin sotto le punte, e una gran partita ne svelsero, e portarono in mare, un'altra piegata tutta ne resero inservibile.

All'opposto al porto di Magnavacca vicino a Comacchio vidi, quando andai a visitarlo, l'effetto de' vermi, i quali avevano corrosi affatto dentro lo stesso canale, che ivi è d'acqua salsa, e resi affatto inservibili tutti i pali, rovinando totalmente amendue le ale delle palate, che pochi anni prima avevano costato più di 30 mila scudi, e convenne al sig. Lepri, abbandonata l'idea de' pali, ricorrere ad altri mezzi per sostenere le sponde di esso canale.

Di somiglianti esempj ne potrei portare molti de' quali sono testimonio di veduta, e molti più se ne potrebbero ricavare dalle relazioni altrui; ma questi avanzano in una maniera così chiara da se, come lo è questa, che l'essere presi i muri, o le palizzate da una corrente per di dietro, l'essere scalzati a poco a poco per di sotto innanzi, l'essere urtati con impeto dalle burrasche, l'essere consumati i pali da' vermi senza averli mutati a tempo, sono le funeste cagioni della rovina delle palizzate, e de' moli murati, dipendendo anche assai l'effetto di queste cagioni violenti della qualità del lavoro atto più o meno a resistere e sostenersi.

Articolo terzo

*De' Rimedi*

In quest'ultimo articolo parlerò collo stesso ordine de' due precedenti, parlando prima della bocca, indi del canale.

*I - De' rimedi per tener aperta la bocca posto che la Marecchia debba seguitar ad andare nel porto*

Si è veduto, che tutto l'impedimento della bocca nasce nelle materie, che la Marecchia porta, e che si arrestano sulla stessa bocca, senza che ne sieno portate via, e dissipate. Quindi o conviene far in modo, che la Marecchia non le porti, o far che non le deponga in vicinanza della bocca, o far che dopo la deposizione non vi rimangano da ammuccinarsene in tanta copia, che possano formare i banchi, e chiudere la stessa

bocca. E' evidente, che è necessaria una di queste tre cose. In quanto alla prima, la maniera più efficace e sicura, per far che la Marecchia non porti le materie sulla bocca, si è l'impedire, che la Marecchia venga in porto: ma di questo argomento si parlerà in un altro paragrafo, essendo questa l'unica via, che possa rendere con sicurezza, e stabilimento buona la bocca, ed anche più sicura e stabile la conservazione del canale.

Entrandovi la Marecchia non è possibile l'impedire, che essa non istrascini seco delle materie, e delle grosse, quanto è la ghiaia non tanto minuta, che vedesi sul banco formato in faccia alla bocca, e sulla spiaggia vicina occidentale. Essa ha troppo vicini i monti, e le colline, ed ha troppa pendenza corrispondente alle tante materie, che riceve, e che deve perciò tramandare al basso. Solo si può pensare a minorarne la quantità, e di questo pure parlerò in altro paragrafo. Ma questo rimedio non potendo far altro, che minorare il male, non è un rimedio essenziale.

Che la roba portata dal fiume non si arresti, io non credo, che possa ottenersi in conto alcuno. Si è veduto al §. 6. dell'articolo precedente, quanto poco io spero in tutti que' rimedi, che si possono proporre per far crescere la velocità dell'acqua. Se si trattasse di semplici banchi di arena, pur pure potrebbe sperarsi alcuna cosa dalla velocità maggiore dell'acqua, ma trattandosi di ghiaia, e non così sottile, io sono sicuro, che il fiume sempre la deporrà in poca distanza della bocca. Si aggiunge, che per li motivi addotti nello stesso secondo articolo, la perdita che continuatamene si fa grandissima ne' canali, della velocità precedente, non mi dà speranza di accrescerla molto sulla bocca, e molto meno in quella distanza da essa, in cui si depongono le ghiaie. Essa potrebbe crescere alquanto solo crescendo il corpo dell'acqua, e questo può farsi crescere coll'impedire le stravasazioni, e tenere unita l'acqua del fiume, della qual cosa parlerò più innanzi, ove si parlerà del canale ed alveo superiore. Ma tutta quella spinta maggiore, che può sperarsi da qualche accrescimento del corpo dell'acqua, e per mezzo di essa, della velocità, non può far altro, che allontanare un poco più il sito delle deposizioni. Quando si è veduto, quanto sono state inoperose le tre grosse piene di questo mese, e la terza di esse così terribile, non credo che possa più farsi alcun fondamento per una cosa di rimarco sulli mezzi, che tendano a crescere li suddetti due principj della forza impellente, che sono la quantità, e la velocità dell'acqua del fiume. Essendosi quietato il mare sono ito al Porto dopo di avere scritte le cose suddette, ed ho fatta fare una scandagliata a traverso al banco di ghiaia: si è veduto, che esso in cima si è abbassato, essendosi distesa la ghiaia per di dietro a una maggiore distanza, e come spianata; ma il forte del ceppo è rimasto immobile al sito suo per più piedi di altezza. Quello che non ha fatto un corpo di acqua così formidabile e violento, come potrà sperarsi da qualunque accrescimento di velocità, e di corpo, che possa l'arte dare alle correnti ordinarie?

Rimane dunque a vedere cosa possa farsi per impedire, che le materie deposte si arrestino, e si accumulino. Si è veduto al §. 7. dell'articolo precedente, qual sia l'unico agente, da cui possa aversi l'effetto desiderato dello sgombrare la bocca portandone via gli arresti, e quali sono stati gli ostacoli, che l'hanno impedito più che mai in questi ultimi tempi. Questo agente è la forza delle burrasche da Levante, e Greco-Levante, il quale dovrebbe spingere le ghiaie a sinistra verso Ponente: l'impedimento è stato

l'aggestione di esse da quella parte coll'essere già empito quel sacco, in cui avrebbero dovuto essere spinte.

Rimedio a questo impedimento sarebbe la prolungazione de' moli, la quale ho veduta universalmente desiderata da' paroni, e altra gente di marina, e dal medesimo paragrafo si vede, che io sono persuasissimo, che l'andare avanti co' moli quanto bisogna, sarebbe un efficace rimedio per andar mantenendo la bocca meno cattiva. Son persuaso, che in que' tempi, ne' quali si andava innanzi spesso co' moli, la bocca era abitualmente meno cattiva, e che anche adesso adoprando spesso questo rimedio si renderebbe pur meno cattiva.

Ma in primo luogo sono persuaso, che per li disordini seguiti in questi ultimi anni, ed esposti al medesimo §. 7., della nuova bocca apertasi a Ponente, che ha spinta in mare tanta ghiaia, e formata quella lunga barriera, converrebbe ora prolungare subito moltissimo essi moli, per andare in là dal termine di questa barriera istessa. Quando si avesse a prendere il partito di questo rimedio, converrebbe prima mandar a scandagliare la spiaggia sinistra, andando dalla dirittura del molo sinistro con varie linee parallele alla spiaggia tirate a varie distanze date, come di una canna fra linea, e linea, e ad ogni canna esaminare il fondo collo scandaglio. Si verrebbe allora in cognizione della precisa quantità della ghiaia, e sua situazione, per vedere, quanto converrebbe prolungare i moli per uscire fuori dalla sua massa più forte, e attiva in ordine all'impedire la spinta a sinistra di quella, che il fiume va portando di mano in mano. Questa scandagliatura sarebbe utile per varj altri capi, ed io l'avrei fatta eseguire, se il mare l'avesse permesso; ma potrà facilmente ordinarsi al sig. Calindri, il quale colla sua solita esattezza potrà eseguirla dopo la mia partenza.

Quello che mi fa credere, che debba trovarsi una assai grande massa, e prolungata assai in mare a modo di una lunga barriera, si è il vedere dalla nostra loggia col canocchiale spogliata affatto la spiaggia di ghiaie per un considerabile tratto, per cui è ita in mare tutta la grande quantità dell'acqua uscita dal letto a sinistra, vedendo da ambe le parti di questo come alveo la barriera delle ghiaie ben alta; e dopo l'ho molto meglio riconosciuta, come ho accennato nel fine del § 7 dell'articolo precedente, dalla torre della lanterna. Mi è pure stato detto da varj, che hanno osservato la giù in questi ultimi anni dopo le prime eruzioni da quella parte, che hanno veduta questa considerabile aggestione di ghiaia spinta in mare, e rimasta a modo di un argine fra le due correnti dell'alveo antico, che forma il Porto, e del nuovo, che ha portata in mare questa nuova corrente.

Quando anche però quest'argine realmente non fosse così lungo, onde non fosse necessario il prolungare i moli per troppo lungo tratto tutto in una volta, ad ogni modo converrebbe slungarli assai in poco tempo a più riprese. Il rimedio de' moli slungati è un rimedio provvisionale, che dura poco: sul principio la bocca si pulisce dalle burrasche di Levante, ma presto si empie il sacco laterale, e cominciano a formarsi i nuovi arresti; onde conviene di nuovo andar innanzi, e però, se non si fa un grande prolungamento tutto insieme, conviene farlo in più volte, ma in modo da trovarsi in poco tempo assai innanzi.

Ora in primo luogo questo rimedio non rende mai pienamente felice la bocca; giacché essa s'ingombra in ogni piena di fiume, massime quando questa venga unita ad una burrasca di Tramontana, che arresti la corrente del fiume, e per liberarsi dall'arresto conviene aspettare una forte burrasca da Levante, o Greco-Levante, la quale qualche volta sta molti mesi senza farsi vedere, e per questo non è stato mai abbastanza buono questo Porto, come si è veduto nell'articolo primo.

In secondo luogo un considerabile avanzamento de' moli è assai pernicioso per un altro capo, il quale avendo io esposto a varj di que', che insistevano sulla stessa prolungazione di essi moli, mi hanno detto di rimanerne pienamente persuasi.

Più che si tirano innanzi i moli, più deve alzarsi tutto il letto superiore del fiume tanto nelle parti inferiori al ponte, quanto sotto il ponte medesimo, e più su di esso, come si è veduto al § 7 dell'articolo precedente. Dovendovi essere in ogni fiume determinato una linea curva di una determinata obliquità, che nel discostarsi dallo sbocco in mare va indietro sempre salendo; quanto più lo sbocco si discosta da un punto determinato dell'alveo, tanto più esso punto deve trovarsi elevato sulla superficie del mare istesso. Quindi quanto più si prolungheranno i moli, tanto più si troverà alto il fondo del canale in tutti i suoi punti; onde tanta più ghiaia vi sarà ancora sotto gli archi del ponte. Questo alzamento di fondo farà, che sul principio venga alla bocca meno ghiaia, dovendone rimanere per istrada quella parte, colla deposizione della quale si alza il fondo; onde anche per questa cagione, dopo il prolungamento de' moli, la bocca si trova meno cattiva: ma questo vantaggio dura poco; perché ridotto il fondo alla pendenza di prima, si torna ad avere sulla bocca la stessa copia di ghiaia, che si aveva dianzi.

Dall'altra parte lo stesso alzamento del letto superiore è pernicioso assai per molti capi: tutte le superiori campagne saranno tanto più soggette alle inondazioni: gli archi del ponte saranno tanto più spesso chiusi affatto dall'acque, e si arriverà ad un tempo, in cui si chiuderanno ad ogni piena mediocre. Ognuno vede quanto questa cosa sola sia perniciosa massime pel borgo di S. Giuliano, che tanto più spesso sarà inondato, e con inondazioni tanto più alte coll'enorme incomodo di tante deposizioni, che rimangono in tale occasione nelle casucce della povera gente, e mettono la città in pericolo di avere delle malattie pestilenziali. Si aggiunge, che a lungo andare potrà patire il ponte stesso aggravato da tutta l'acqua, che non potendo passare se gli alzerà addosso per di dietro.

In una simile necessità si trova Roma al suo Porto di Fiumicino, dove dopo pochissimi anni conviene andar innanzi colle passonate per arrivare al sito di un fondo sufficiente, che sempre scema coll'avanzarsi della spiaggia; ma ivi questo prolungamento non porta conseguenze così cattive: imperocché il Tevere, che cammina in un letto di materie sottilissime, da Roma al mare ha una pendenza molto minore di un palmo per miglio; e però quando lo sbocco in mare sarà cresciuto per un miglio intero, esso fiume in Roma non si alzerà, che un solo palmo di più. Ma come i fiumi che camminano in ghiaia, hanno una pendenza molto e poi molto maggiore; così molto e poi molto maggiore sarà qui il rialzamento del fondo, e però il danno della prolungazione de' moli molto più presto si sentirà considerabile.

A questi danni si aggiunge la doppia continuata spesa della nuova costruzione de' muri, o delle passonate da aggiungere, e della manutenzione, e continua riparazione di un maggiore tratto di essi già costruiti.

Da tutte queste cose si conclude, che il rimedio della prolungazione continua de' moli, per quanto possa essere utile per ottenere l'intento dello sgombrar la bocca dalle materie deposte dal fiume, ad ogni modo è un rimedio molto imperfetto, lasciando per qualche tempo intatto il male, portando una pessima conseguenza nell'alzamento dell'alveo, e richiedendo doppia continuata spesa nelle nuove aggiunte, e nella conservazione della maggiore quantità già fatta.

Se per questi inconvenienti si rigetta questo rimedio, è cosa evidente, che non vi rimane altro, che una espurgazione della bocca fatta a mano, oppure con istromenti idonei. Una tale espurgazione adesso, che già si è fatto da tanto tempo un ammasso di ghiaie così considerabile, dev'essere alquanto più dispendiosa; ma fatta una volta io son persuaso, che con poca spesa abituale si potrà poi andar levando ogni anno quello, che le piene anderanno portando di nuovo. Il fiume abitualmente non porta giù le ghiaie: queste vengono strascinate solo nelle grandi piene, nelle quali col crescere la mole dell'acqua, si accresce la velocità verso il fondo. In tal caso solo chi sta in barca, sente la percossa continua delle ghiaie, che scorrono saltellando, e urtando nel fondo delle barche, e nelle parti basse de' lati delle medesime. Ma le piene assai grandi, nelle quali ne viene giù una quantità considerabile, sono per quanto tutti mi assicurano, assai rare. Quest'anno ne sono venute tre nel solo mese di Ottobre; ma questa è stata una cosa assai insolita, ed unica: generalmente ne sogliono venire due, o tre all'anno, e passano degli anni, che non ne viene niuna. Se una volta si cava quel presente grande ammasso, quello che sopravviene, non sarà cosa, che non si possa portar via con una spesa moderata, e tollerabile, tanto più, che quando la bocca sia resa libera, togliendo quel presente intoppo, la corrente medesima del fiume potrà spingere più avanti le ghiaie portate seco, le quali perciò più facilmente saranno portate via dalle Levantare per di fuori più lontano, e sparse sulle spiagge; onde vi resterà meno da fare per l'escavazioni artificiali.

Per giudicare di questo espediente convien vedere, quanto grande possa credersi, che sia questa presente massa, e in che maniera si possa sperar di espurgarla, e su questo si aggirerà il seguente paragrafo.

## II - *Della quantità della ghiaia presente sulla bocca*

La quantità della ghiaia, che converrebbe scavare a mano, o per via di macchine, dipende dal fondo, a cui si voglia arrivare colla escavazione, e si può avere con molta esattezza facendo scandagliare tutto il sito con diligenza. Poco dopo al mio arrivo io ho scandagliato conforme al § 2 dell'articolo I la metà di quel sito, che era in bocca, anzi più della metà, perché stavamo considerabilmente a mano manca anche rispetto al molo sinistro.

In questi scandagli andando quasi a perpendicolo di quella isoletta bislunga, che allora si vedeva, e che si alzava poche once sulla superficie, a sei canne Riminesi di

distanza, finiva la ghiaia in un fondo di piedi Romani 6, e 3 quarti, e andando secondo la sua direzione essa finiva alla distanza di 22 canne, ma alla distanza di 17 già vi era un fondo di piedi sette. Nelle linee intermedie la ghiaia finiva più presto, che all'altezza di 7 piedi, onde ve ne sarà dell'altra innanzi coperta di arena. Se ci limitassimo a 7 piedi di fondo nel tempo dell'acqua colma, che era allora, i quali sono d'avanzo per l'uso ordinario di tutte le barche pescherecce, e delle piccole mercantili, senza star a fare un conto esatto, perché ora le cose devono essere mutate, ma usando qualche compenso a occhio, mi pare dall'andamento di quella carta, che ho formata dagli scandagli, di poter considerare quella metà, come una piramide, la cui base sia un triangolo rettangolo lungo canne 20 alto canne 6, e l'altezza della piramide piedi Romani 7, e credo di metter così piuttosto più, che meno.

Riducendo tali misure col dare ad ogni piede Riminese once di passetto 29 e mezzo, e al piede Romano once 16. si trovano in essa piramide canne cube Riminesi prossimamente 57, delle quali ognuna contiene 1000 piedi cubi, quantità considerabile veramente, ma non tale da disperarne lo scavo manuale, o per via di macchine.

Se il tempo lo permetterà, prima della mia partenza se ne farà fare un'accurata misura, e il calcolo, per vedere la variazione, che hanno cagionata le ultime due piene, della quale ho solamente qualche idea della scandagliatura trasversale, di cui ho fatta menzione nel paragrafo precedente verso il fine: ma intanto farò due riflessioni, una delle quali accresce la quantità del lavoro, l'altra lo scema.

La prima si è, che oltre al pulire in faccia fino almeno a quel fondo, converrà levare dell'altra ghiaia verso man manca, lasciandola in un piano dolcemente inclinato verso la spiaggia, perché rimanendo così tagliata a perpendicolo, ogni piccola burrasca da Tramontana ne precipiterebbe una buona parte nello scavo, benché in ordine a questo potrebbe essere opportuno un ripiego, che mi ha fatto il favore di suggerirmi con una sua lettera il sig. ab. Batarra, approvando pure lo scavo attuale della ghiaia, e suggerendo varie altre cose, delle quali gli sono obbligato. Egli suggerisce, a fine d'impedire la ricaduta delle ghiaie laterali della man manca, un guardiano di palizzate, le cui teste restino sott'acqua: io le farei avanzare anche un poco più in su dalla superficie della massa di esse ghiaie.

Con questo mezzo si potrebbe anche minorare assai la spesa dello scavo. Dagli ultimi scandagli presi attraverso al banco, de' quali ho parlato or ora, si vede che esso banco si è dilatato, ma si è abbassato insieme in modo, che vi rimane da pertutto un'altezza di almeno quattro piedi Romani ad acqua colma, e l'estensione sua in lunghezza è di circa 30 canne Riminesi. Aprendovi un canale largo 5 canne in dirittura della presente bocca, sostenuto da due simili guardiani bassi, si avrebbe per la escavazione una base di canne quadrate 150, e la massa sarebbe alta ragguagliatamente in circa due piedi Romani e mezzo, cioè in circa un ottavo di canna Riminese, o un settimo; sicché dividendo per questo numero vengono da scavare canne cube prossimamente 21 in tutto, la qual somma pigliando l'intero riduce a un quinto il doppio di quelle canne 57.

La seconda riflessione, che dovevo fare, si è, che probabilmente aprendo varj fossi per mezzo a questo ammasso di ghiaia, la correntia dell'acqua, che vi si incanalerà

incassata e ristretta, ne porterà via molta da se, corrodendo i lati. Due esempj trovo di questo, che mi animano a sperarne una grande diminuzione di lavoro. Il signor Carlo Agolanti mi ha detto, che pochi anni addietro si fece la prova di fare un canaletto sullo stesso dosso verso la parte sinistra, e che la correntia dell'acqua del fiume, che vi si avviò, lo slargò subito considerabilmente. Se fu tanto operativa l'acqua ivi di fianco, lo sarà molto più in faccia: di fatti lo è stata in un simile caso nella piena de' 2 del corrente mese. Arrivato io tre giorni dopo trovai, che vi si era aperta una sufficiente bocca in faccia in mezzo, per cui ho vedute più volte dopo entrare felicemente le barche pescherecce. Dimandai la cagione di quella apertura a varie persone di mare, e mi fu detto, che due giorni prima della piena, essendosi incagliata in quel sito una barca, parte essa coll'impeto che ve l'aveva portata addosso, vi aveva fatto uno scavo, parte si era per liberarla fatto a mano per di dentro e per di fuori un canaletto, il quale dalla corrente era stato slargato dopo. Aprendo dunque un canaletto anche più basso, l'acqua, che la giù cammina con molto maggiore velocità, essendo ristretta spingerà una buona parte della ghiaia più innanzi, almeno in que' siti, che già hanno una diecina di piedi di fondo, i quali sono poco lontani, e farà ciò, che non può far ora arrestata da tutta quella enorme massa.

Ne qui si può temere, che accada ciò, che accadde una mano di anni addietro dentro il canale assai più su, che vi si aprì un canaletto di qualche piede di larghezza, e altezza, e per più canne di lunghezza, il quale fu ragguagliato dalla prima piena col resto. Il ragguaglio ivi doveva seguire colle materie nuove portate, che vi si dovevano arrestare, oltre alle ricadute da' fianchi; mentre quello scavo, che non era continuato fino al mare, aveva formato il letto del fiume meno acclive di prima, meno di quello che richiede quella linea di regolata pendenza, di cui abbiamo parlato già più volte, e le deposizioni della materia nuova portata l'hanno ragguagliata col resto. Qui noi avremo un piano assai declive, che si trova al di là del banco suddetto di ghiaia, e l'operazione si farà in tempo, in cui il fiume non porta nuove materie, né il mare suol far burrasche forti, scegliendo per una tale operazione l'estate.

### III - *Del modo di far detta escavazione*

Giacché il flusso, e riflusso del mare arriva ad abbassarne il pelo per tre piedi, una gran parte di questo banco a mare basso potrà levarsi a mano, e come la ghiaretta di cima è assai minuta, ancora colla pala lavorando i primi giorni nelle ore del mare alto in cima, e in quelle del mare basso più in giù, e come anche per due piedi sott'acqua può l'uomo lavorar facilmente colle mani, o colla pala, se ne può levare così tanto, che vada via tutta quella, che andava quel giorno 5 piedi sott'acqua, rimanendone due altri soli da levare con altri stromenti. La roba si può intanto andar buttando nelle barchette accostate, e trasportarsi facilmente sulla spiaggia sinistra, o su pel canale in vicinanza di quegli scavi, che il fiume ha fatti dietro al molo sinistro, se si vuol insieme empir quel sito: ma la meno dispendiosa cosa sarebbe il buttarla in una considerabile distanza dalla bocca verso la mano sinistra in mare, ove esso ha già un fondo considerabile.



In vece delle semplici mani si ponno immaginare varie macchine, colle quali l'operazione riesca più facile, e sia eseguibile anche in un fondo maggiore. Il sig. Conte Garampi avrà da Monsignor suo fratello un'opera, che diffusamente tratta della maniera di pulire i Porti, da cui si potranno ricavare i metodi i più adattati al presente bisogno. Converrà però riflettere, che i comuni cavafanghi de' Porti non ponno avere luogo qui, ove si tratta della ghiaia, dentro cui non si può penetrare tagliando.

Io credo, che facilmente si potrebbe operare con una zattera, sulla quale vi fossero fissati de' grossi perticoni, che avessero in fondo de' cassoni formati a modo di portimondezze, ma in modo da poter fissar i manichi più vicino o più lontano dal cassone conforme al bisogno, e fissati girarli per alzare, ed abbassare esso cassone, e alzatolo, quando è pieno, voltarlo in fianco per vuotarlo entro a una barchetta. Presentato il cassone a piè della ghiaia, che si deve levare, si può con un rastello tirargli dentro la ghiaia superiore, ed empirlo, empito alzarlo colla burbera, o colla leva di dietro più lunga, tirando la cima del manico più giù con una fune, nel quale moto l'uomo, che per di dietro lavora, opera con tutto il peso della sua vita, abbandonandosi in giù, mentre a girare una burbera, o spingere orizzontalmente una forza equivalente a sole 25 libbre di peso, e messo a camminare in una ruota, impiega pure per quel piano inclinato, in cui può sostenersi, una ben piccola parte del suo peso totale. Credo, che un somigliante istromento, che tiri dentro la roba per di sopra, possa fare molto più speditamente il lavoro, ove si tratta di ghiaia, che uno spuntone, o qualunque filo tagliente, che si voglia far penetrare dentro per ismuovere, dovendo simili stromenti trovare nella ghiaia una troppo grande resistenza.

Per altro vi è qui chi propone di far una prova con una specie di spuntone, che si adopra nello stato Veneto per le arene; ma egli crede, che possa servir benissimo anche per le ghiaie, e la spesa per una prova è assai piccola, costando poco la formazione di una zattera, il cui legname rimane. Proponendo un editto di offerte, si troverebbe forse, chi s'ingegnasse a ideare de' metodi, e a far delle pruove anche a sue spese. Che se si voglia cercar lontano, vi è in Olanda una celebre compagnia, che quando io ero all'Aia quattro anni fa, aveva cominciato a far le prove delle sue macchine per alzare le acque, e pulire i Porti, raddoppiando a molti doppj colla sola collocazione dell'uomo al lavoro la sua forza, sicché agisse coll'intero suo peso aiutato anche dalla forza de' muscoli, per avere la privativa, e mi dissero, che avevano anche scritto in varie parti d'Europa esibendosi a mandar gente della loro compagnia, che fatte le macchine a modo loro soprintendesse a' lavori da farsi pure a conto loro, contentandosi di un 25 per 100 di meno di quello, che i medesimi lavori fossero prima stati fatti ivi da chiunque altro. Rimasi molto soddisfatto dell'effetto di una loro macchina, che mossa da un uomo solo alzava a 18 piedi di altezza un gran capo di acqua, che ne usciva per un tubo ben grosso. Erano nominati allora dagli Stati Generali i Commisarj per esaminare la cosa, ed ho posteriormente veduto nelle gazzette, che essendo riuscite bene tutte le prove avevano avuti tutti i privilegj, che desideravano.

Io non saprei indovinare così ora la spesa, a cui dovesse arrivare un tal lavoro. Vidi sul principio di quest'anno, trattandosi dello scavo del Rio Martino per seccar le paludi

Pontine, ove doveva scavarsi veramente la terra, e non la ghiaia, ma doveva bene alzarsi ad una altezza considerabile, e portarsi ad una considerabile distanza, che il Bertaglia, il quale in altri tempi aveva fatta far ivi qualche prova nella scrittura lasciata da esso, aveva computata una canna cuba Romana di dieci palmi Romani a 8 paoli. Una canna cuba Riminese ne contiene 15 di queste Romane; sicché essa porterebbe 12 scudi, e le 57 canne suddette di terra scavata in quel sito porterebbero vicino a 700 scudi. È vero, che qui si deve scavare la ghiaia, e non la terra, e lavorar in acqua; ma è vero ancora, che qui deve alzarsi la materia a minor altezza, e portarsi assai meno lontano buttandola subito nel battello, mentre il trasporto colle carriuole è quello, che costa il più, e si aggiunge, che le giornate qui si pagano assai meno. Io sono persuaso, che attese tutte queste cose, qui la spesa dovrebbe essere assai minore, ma una prova, e le offerte faranno meglio conghietturare il vero costo.

Se realmente si trovasse la spesa considerabilmente minore, si potrebbe allora fare uno scavo anche maggiore in faccia e di fianco, e fatta questa spesa una volta io son sicuro, che usando l'attenzione di escavare ogni anno quello, che sarà sopravvenuto di nuovo, la spesa di questa manutenzione non sarà considerabile. Non può sperarsi mai, che alcun porto anche di mare, toltine certi porti naturali profondissimi formati tra gli scogli, si mantenga senza qualche continuazione di spesa.

#### *IV - Della maniera di far venir meno ghiaia sulla bocca*

Nel principio del I° paragrafo di questo articolo ho detto, che avrei parlato a parte della maniera di rendere minore la quantità della ghiaia portata alla bocca: ne parlerò brevemente qui, e proporrò due cose sole, che hanno correlazione a questo punto.

La prima è correlativa a quello, che ho detto al § 6 dell'articolo precedente, e consiste nel regolamento della parte del fiume superiore al ponte, impedendo, che esso vada ora di qua, ora di là devastando sempre nuovi siti, e portando tutta la roba, che vi si trova, terra, e sassi. Questo regolamento dalla parte superiore del fiume è essenzialmente necessario anche per la difesa de' campi, de' quali tanti se ne sono perduti, e tanti ne stanno in continuo grave pericolo.

La maniera individua, con cui si debba frenare questo fiume, richiederebbe una lunga visita a tutto il suo letto superiore, per vederne le svoltate, e scandagliare i fondi, e senza questa ispezione locale unita ad una buona carta da esaminar dopo, e riflettervi sopra, non è possibile il determinare alcuna cosa, che queste non sono materie da pronunciarvi su due piedi per via di un semplice colpo d'occhio dato alla sfuggita da lontano. So bene, che i fiumi mezzi torrenti, come un vuole, co' pennelli e palatine fatte a tempo e luogo, purché vi sia un'autorità pubblica, che invigili con certa regola, senza lasciare, che ogni privato spinga ad arbitrio la corrente per guadagnare terreno, o per indolenza e trascuraggine si lasci invadere il suo con rovina degl'adiacenti.

Dirò solo in particolare, che vedo con maraviglie il corso del fiume immediatamente sopra il ponte andar tutto a sinistra, buttandosi sul borgo di S. Giuliano, e indi venire rasente il ponte stesso per entrarvi sotto: mi è stato detto, che vi è poco più su da quella stessa parte sinistra una certa acqua perenne di alcune sorgenti, che è stata messa in

quel sito di fiume pochi anni addietro. Se questo è vero, questa nuova introduzione deve avere fatta una chiamata alla corrente del fiume. Esso deposita le sue torbide, e breccie qua e là, e impedisce il suo corso a sé stesso: dove entra nel suo alveo un'acqua chiara perenne, sempre tiene escavato ivi lo stesso alveo, più che altrove; onde l'acqua del fiume si volge verso quel fondo maggiore, e sempre più corrode il letto e le sponde, e si avvanza da quella parte. Per far tornare il fiume al suo letto primiero, converrebbe anche rimuovere di là quelle sorgenti, e mandarle dove andavano prima.

L'altra cosa, che mi occorreva da suggerire per minorar le materie, che arrivano alla bocca, sarebbe il vedere, se vi è alcun sito di qualche vallone, o altro terreno inferiore di cattiva qualità, onde preme poco il conservarlo, in cui si possa far andare nelle piene grandi il fiume con delle rotte artificiali per far, che ivi deponga la maggior parte delle materie grosse che porta. Un simile rimedio ho veduto praticato da' signori Lucchesi, che divertendo così un torrente laterale, prima ch'entri nel loro canale d'Ozzoni, hanno preservato per un pezzo esso canale dalle sue grosse deposizioni, e risparmiata una gran parte delle spese continue de' pulimenti.

Io non so, se vi sieno almeno là su tra monti siti simili, ne' quali possa usarsi per la Marecchia un somigliante rimedio: dirò solo, che questi sono rimedi palliativi, che operano alquanto *ad tempus*, come pure piccolo giovamento alla bocca può recare, o almeno non molto essenziale il regolamento dell'alveo superiore: che un fiume della natura de' torrenti, come lo è la Marecchia, finché anderà nel canale del Porto, porterà sempre delle ghiaie, e si avranno degli arresti alla bocca, né io vedo altro rimedio provvisionale per far, che la stessa bocca si mantenga tollerabile, che il pulire continuamente la stessa bocca, né altro reale, che possa renderla buona stabilmente, che l'impedire l'ingresso nel porto a un canale, che porti quantità di breccia, del qual rimedio reale passo ora a trattare nel seguente paragrafo.

*V - Del rimedio reale, che si avrebbe, facendo, che la Marecchia non entri nel Porto.*

Si è veduto in tutto il decorso di questa scrittura, che questo Porto non è stato mai molto buono, e se ne raccoglie chiaramente, che la massima speranza, che si può avere, finché la Marecchia gli porta le sue ghiaie, si è quella di averlo comunque tollerabile con una spesa continuata. Questa è una cosa tanto più dolorosa per la città, quanto che il Porto è la massima sua risorsa, e appunto da una ventina d'anni in qua si è triplicato il numero delle barche pescherecce, dalle quali attualmente la città ricava 2400 scudi di affitto de' dazi, e quello ch'è molto più, pel pesce venduto fuori a Bologna, Firenze, e fin a Perugia, oltre a tutti i luoghi circonvicini, vi entrano da 40 mila scudi all'anno. Se questi mancano, sviandosi i pescatori, che non vi ponno avere un asilo abbastanza sicuro, entreranno nella città in un secolo 4 milioni di scudi di meno, mancanza, che deve rovinarla affatto, e buttarla a terra; giacché intanto conviene, che ne esca lo stesso per tutti i capi, per li quali esce ora il denaro, i quali capi non si scemano molto collo scemarsi de' pescatori.

Cresce il dispiacere col vedere i porti delle città vicine, i quali sono in uno stato tanto migliore. Quel di Fano scandagliato in questi ultimi giorni si è trovato in bocca e fuori

in vicinanza con più di 7 piedi di fondo, che dopo il guardiano nuovo non si chiude più mai, e quel di Pesaro si è trovato co' scandagli da 40 canne in faccia alla bocca, e terminati un pezzo dentro il canale, di 15, 14, 13, 12, e in un solo luogo di 11 piedi di fondo, per tutto altrove maggiore, e questo mantenuto stabilmente, e senza escavazione manuale. Come tutta questa felicità nasce dal non entrare nel loro porto un fiume, che porti breccia, e l'affare è di tanta importanza, così convien vedere, se sarebbe possibile l'aver ancora qui si fatta sorte.

La cosa è fattibile, e quantunque sia certamente dispendiosa, io sono persuaso, che secondo il proverbio *chi più spende, meno spende*, converrebbe cercare tutti i mezzi per poterla eseguire. La maniera morale di cercare questi mezzi non è mia ispezione, a me tocca solamente l'esaminare la parte fisica del progetto, e vedere, come si possa separare il porto dal fiume, confrontando le varie maniere, colle quali si può ottenere l'intento. Varie sono queste maniere, tra le quali le più sicure in ordine al conseguire il fine di avere un porto stabilmente buono sono le più dispendiose.

In primo luogo io son sicuro, che quello che ha suggerito il signor Calindri, è vero, del potersi avere un porto buono stabile senza il fiume Marecchia. Il mare in tutte queste spiagge vicine ha i suoi fondi, che si mantengono lunghissimo tempo, crescendo assai poco la spiaggia da per tutto in una considerabile distanza da' fiumi; solo io sono persuaso, che in vicinanza di que' fiumi, i quali portano gran torbide, si avvanza la spiaggia considerabilmente, o siano incanalati, o no, come si vede da quanto ho esposto al §. I. dell'articolo 2. Quindi credo, l'essersi in vicinanza della Marecchia avanzata tanto la spiaggia, facendo qui un come promontorio, che si può vedere facilmente nella carta formata con misure determinate dallo stesso sig. Calindri, e si scorge vedendo dalla torre della lanterna la spiaggia, che da ambe le parti rientra in dentro, nasca assai più dall'essere la Marecchia un fiume, che porta tante materie sì grosse, che dall'essere la medesima incanalata, benché anche questo abbia conferito molto ad un più celere avanzamento, come ho esposto al § I dell'articolo precedente.

Quindi io sono persuaso, che si avrà un porto buono e stabile, o levando la Marecchia dal Porto presente, o levando il Porto dalla presente Marecchia. Ma per averlo veramente buono, conviene in primo luogo, che il Porto resti a Levante della bocca della Marecchia. Senza di questo si avrà qui l'inconveniente del Porto di Fano, il quale avendo la bocca del Metauro a Levante, ha avuta la sua bocca per tanti anni abitualmente ingombrata dalle ghiaie di quello. Se n'è liberato, come si è detto tante volte, col fare un guardiano da quella parte, cioè un molo perpendicolare alla spiaggia, e più lungo di quello, che sieno lunghi i moli del suo Porto, il quale arresta le ghiaie strascinate dalle Levantare. Ma questo guardiano porta un grande inconveniente, il quale sarà dispendiosissimo per quella città. Come esso arresta tutte quelle ghiaie, che si sarebbero sparse per tre altre miglia di spiaggia, così la spiaggia addosso al guardiano cresce moltissimo ogni anno. In pochi anni essa si troverà alla punta dello stesso guardiano, e converrà tirarlo innanzi in mare, la qual cosa non accaderebbe, se non vi fosse da quella parte un fiume, che portasse tanta ghiaia. Quindi anche qui, se il fiume restasse a man diritta del Porto, si potrebbe, è vero, rimediare con un simile

guardiano; ma si avrebbe la continuata necessità di slungarlo tanto più spesso, quanto più vicino rimanesse il fiume rispetto al Porto; e questo prolungamento tanto dovrebbe essere qui maggiore e più frequente, che a Fano, quanto la spiaggia qui è più sottile, che ivi, come ho riconosciuto in questa mia scorsa, in cui ho trovato che questa spiaggia è generalmente qui più sottile, che a Pesaro, a Pesaro più sottile, che a Fano, onde vi vuole qui meno roba, che ivi, per empiria, e scuoprirla.

Oltre al dover essere il fiume a Ponente rispetto al Porto, io giudico, che debba starne sufficientemente lontano; imperocché sono persuaso, che la spiaggia in vicinanza di esso crescerà considerabilmente d'ambe le parti. Le sue ghiaie sono ora strascinate dalle Levantare a sinistra, senza che sieno spinte dalla Tramontana, e Ponentale a destra; ma le sue arene sono spinte d'ambe le parti. Molto più temerei un tal inconveniente, se esso fiume si mettesse vicino al Porto nel seno, che vi rimane alla sinistra, ove il Porto presente cuoprirebbe la sua bocca dalle Levantare, e si farebbero delle grandi deposizioni anche di ghiaia d'ambe le parti intorno, crescendo la spiaggia assai, e venendo a dar fastidio anche al Porto.

Ora se il fiume si ha da mettere sufficientemente lontano a sinistra, e si debba cominciare la sua deviazione sotto il ponte, vi trovo due difficoltà, che mi danno fastidio. La prima si è, che converrà fare troppa forza al fiume istesso: esso già è incurvato sensibilmente, svoltando a sinistra: se si deve mandare, come vorrei almeno, un mezzo miglio lontano, nel delinearne il corso in una carta si vedrà necessaria una grande curvatura, la quale rende assai più difficile e pericolosa l'impresa. In secondo luogo la linea in tal caso si slungherà, e come dopo non vi dovranno essere pulimenti alla bocca, anderà sempre più crescendo la spiaggia, e slungandosi la linea, la quale cosa, come si è veduto di sopra, farà tanto più alzare tutto il letto superiore del fiume, e si alzerà il fondo sotto il ponte, scemando le luci, e soggettando sempre più alle inondazioni il borgo di S. Giuliano, con tutte le cattive conseguenze esposte nel § I di questo Articolo.

Al primo di questi inconvenienti si potrebbe rimediare con de' forti muri ben fondati all'usanza di que' di Pesaro, che facciano un masso continuo nel sito della svoltata, e ben alti, perché infallibilmente in quel sito l'acqua si alzerebbe molto, e si sprofonderebbe facendo de' gorgi. Converrebbe anche l'impedire questi con delle profonde palizzate perpendicolari alla sponda destra, come proporrò nel paragrafo seguente per la difesa di tutti i muri, e palizzate, ove si veda vicino ad esse corrosi il fondo. Il secondo inconveniente, almeno in ordine al ponte, dove il male sarebbe maggiore, ha pure un rimedio che suggerirò nel medesimo seguente paragrafo.

Tutte queste difficoltà si scanserebbero, e si avrebbe sicuramente un porto eccellente, se il fiume si deviasse molto più su dal ponte, e si portasse in mare varie miglia lontano. Sento che vi sono delle ripe, e de' segni di un alveo, che esso abbia avuto un'altra volta. Le due grandi difficoltà in contrario sono l'intersecazione della via Flaminia, che richiederebbe un nuovo ponte, e la compra de' terreni ottimi, che converrebbe prendere per formare il nuovo alveo. Ma in primo luogo questa seconda perdita sarebbe col tempo compensata dall'alveo presente così largo, che si acquisterebbe, e che a poco a poco almeno in gran parte si potrebbe ridurre a coltura, e pel ponte si potrebbe mettere

qualche gravezza a que' che passano; giacché lo stato del papa, che una volta non ne aveva alcuna, ormai ne ha tante.

D'altra parte conviene riflettere a' grandissimi vantaggi, che se ne potrebbero ricavare, tra li quali è grandissimo quello di liberare per sempre il borgo di S. Giuliano, e la città dalle inondazioni, e le campagne contigue, e tutti i terreni adiacenti a tutto l'alveo superiore dalle devastazioni, le quali anderanno sempre crescendo, se il fiume seguita a passar sotto il presente ponte, e la linea del fiume si protrae. Credo di certo, che pigliando il fiume abbastanza in alto, e dirigendo bene l'alveo, si scurterebbe la linea, onde per ora si abbasserebbe tutto il letto superiore, il quale vantaggio si goderebbe, finché la linea venisse ad uguagliar la presente, cioè per più secoli. Si aggiunge il gran comodo del Porto, che potrebbe arrivare alla città stessa, e scavando l'alveo fino al ponte, e coll'essere il canale già curvilineo, sicché dal ponte non si veda la bocca, senz'alcuna copertura di difesa in faccia ad essa bocca, i bastimenti avanzati ben dentro al canale vi sarebbero ben difesi, e sicuri.

Basterebbe allora solo tirar innanzi i presenti moli fino a quel sito, in cui il mare ha già d'ambe le parti un fondo di una decina, o dozzena di piedi, e scavare l'alveo intermedio fino allo stesso fondo, indi far due guardiani perpendicolari alla spiaggia in distanza di un terzo di miglio o anche minore, per impedire l'accesso delle materie portate da due fiumi contigui, e delle strascinate lungo le spiagge dalle tempeste, e scavare tutto il canale superiore fino al ponte, che allora si avrebbe un ottimo Porto perenne, il quale avrebbe anche pochissimo, o niun bisogno di spesa per la conservazione del fondo, e solo converrebbe, ma dopo lunga serie di anni, slungare un poco i guardiani.

Questi li stimo necessarj in una spiaggia, che abbia fiumi torbidi, quando anche essi sieno lontani, e anche in qualunque spiaggia sottile per arrestare le materie, che sempre scorrono lungo la spiaggia medesima in tempo di burrasche laterali, e se non sono arrestate da questi guardiani, lo sono da' moli del porto, che sporgono in fuori, e ne ingombrano la bocca. Sono stato assicurato a Pesaro, che il loro canale era prima tanto ripieno, che vi si camminava in qualche tempo a piedi asciutti, e ciò non moltissimi anni addietro. Fu fatta dalla parte di Levante ad altro fine in una grande distanza una lunga palizzata perpendicolare alla spiaggia, e subito cominciò a migliorare, e in poco tempo acquistò molto fondo. Quella cominciò a guastarsi, e subito si vide qualche peggioramento del canale, onde essendo quella finalmente perita affatto, ne hanno fatta ora una colla assistenza del sig. Ardizzi più vicina, che è concatenata a meraviglia, come ho detto più su, ed essa ha prodotto subito il suo effetto. Sul mio partire per qua S.A.S. il sig. Duca di Modena, parlandomi di Lavenza, che aveva egli cominciato alcuni anni indietro, mi ha detto, che non ostante che quella spiaggia cammini tanto, come pure ho detto di sopra, ad ogni modo egli era stato assicurato da più valenti Ingegneri, che facendo in qualche distanza del porto due guardiani lunghissimi, alquanto lontani da esso Porto, e facendo una escavazione di un bacino, questa avrebbe mantenuto il suo fondo, ed egli ha tralasciato que' lavori per tutt'altri motivi, che per timore di una infelice riuscita nel mantenimento de' fondi.

Questo è il progetto, che a me piace più di ogni altro, il quale avrei in mira senza badare a qualunque spesa, massime se vi fosse speranza, che si aprisse qualche nuova strada in Toscana, e per mezzo di essa un commercio di Livorno con Fiume, e Trieste, oggetto d'aversi in vista non solo dalla città, ma anche dal Principato. Lo stesso piccolo commercio del pesce fresco, che si è tanto accresciuto qui in questi ultimi 20. anni ad onta di tanti ostacoli, che vi frappone un Porto così cattivo in vicinanza del tanto miglior Porto di Pesaro, mostra quanto questa situazione sarebbe vantaggiosa per un commercio più ampio, e interessante, il quale solo favorito dal principe colla agricoltura promossa, e le manifatture introdotte e protette potrebbe far fiorire uno stato così ben collocato.

Quando questo progetto paresse troppo grandioso, e l'altro di voltare la Marecchia sotto il ponte troppo difficile, e pieno di ostacoli, e ad ogni modo si volesse un porto separato dalla Marecchia, converrebbe allora lasciar andare la Marecchia medesima pel presente suo letto, e canale, e cercare un altro sito pel Porto più a Levante.

Un'impresa grandiosa sarebbe il cercare un seno di mare in queste spiagge, che naturalmente avesse un gran fondo, e fatti i moli laterali, e un antemurale in faccia, formarvi un bel Porto di mare munito di due gran guardiani da' due lati. Se i muraglioni in mare si facessero con quella diligenza e industria, che si è adoprata in Pesaro, e di cui ha già in mano la descrizione il sig. Conte Garampi, mandatagli dal sig. Arduini, io sono sicuro, che formato a quel modo un solo masso, reggerebbero molto bene contro la furia dell'onde. Quando si volesse una comunicazione di esso porto colla città, si otterrebbe facilmente con un canale, e vi sarebbe maniera da garantirlo dalle torbide di qualche torrente intermedio. Basterà dare un'occhiata a tanti canali di Olanda, per vedere cosa fa l'industria per far fiorire il commercio, industria, che ha ridotto in pochi anni un paese paludoso di pescatori ad essere il più popolato, e opulento paese dell'Europa.

Se questa impresa è troppo vasta, si potrebbe pensare all'impresa del porto dell'Ausa. Questo progetto fu già fatto nel secolo passato, come si vede anche nella storia del sig. Calindri, e si era già risolta la sua esecuzione. Il sig. Conte Garampi ha in una carta vecchia la pianta col progetto tutto disteso, e colla stima delle spese, che non sono esorbitanti. Io non so, che cosa ne impedisse allora l'esecuzione. A me è piaciuto molto in ogni sua parte, come pure i sostegni, che vi sono per trattenere le acque chiare, e scarse d'estate nell'Ausa, e lasciarle poi correre per facilitare l'espurgazione del canale. L'Ausa porta meno torbida del fiume di Pesaro, e molto meno del canale di Fano, e non porta mai ghiaie. Si avrebbe un Porto anche migliore di quel di Pesaro. Vi metterei i suoi guardiani di più, e quel di Ponente più vicino alla Marecchia, che adesso. Credo che si potrebbe anche facilmente fare una comunicazione fra esso fiume, e la Marecchia, e mandarvelo quando è torbido, lasciarlo venire in Porto quando è chiaro: né questo farebbe crescere sensibilmente le piene della Marecchia, avendo tanta piccola portata. Senza questa diversione, quando esso da se ingombrasse un poco colla sua torbida il suo letto, o la bocca, sarebbe facile co' cavafanghi liberarsi da ogni arresto di materie sue, che per la sua piccolezza son poche, quando i guardiani escludessero le altrui.

Se si vuole un progetto anche meno grandioso, e di un Porto minore, ma che si accostasse più al borgo ora abitato da' pescatori, e marinari; basterebbe scavar un canale

tra la Marecchia, e l'Ausa nel sito del fosso, che ora mena dell'acqua del mare a quel, che chiamano laghetto, ed è adiacente al molo destro, munendone la bocca con moli, i quali andassero innanzi fino a un fondo di sette in otto piedi. Mi limito a questa piccola altezza, perché in quel sito, che resta fra due fiumi così vicini, la spiaggia ora è assai sottile, e convien andare troppo avanti per trovare maggiori fondi. Vorrei insieme due guardiani uno verso l'Ausa vicino al molo destro del nuovo Porto, e l'altro in mezzo fra il suo molo sinistro, e la Marecchia. Converrebbe per altro arginare la sponda destra della Marecchia, perché uscendo di là dal suo letto, non andasse ad ingombrare il nuovo Porto: si potrebbe al più lasciarvi una chiavica ben fabbricata e sicura, per cui quando detto fiume corresse men torbido, si desse al Porto la sua acqua superiore la più chiara, che aiutasse a nettarlo.

Così lasciando da parte il progetto grandioso del seno di mare più lontano a Levante, ne propongo quattro altri, due ritenendo il Porto a suo luogo, e deviando la Marecchia nel primo più su del ponte, nel secondo più giù, e due lasciando la Marecchia al luogo suo, e formando il Porto nel primo di essi sull'Ausa, nel secondo tra l'Ausa, e la Marecchia. Io preferisco a tutti gli altri il primo, che libera per sempre la città dalla Marecchia, indi il terzo, che mette il Porto nell'Ausa, dopo il secondo, che diverte la Marecchia più giù del ponte, e nell'ultimo il quarto, che lo mette corto e piccolo tra li due fiumi.

Se se ne vuole giudicare con più fondamento, si può dare l'incombenza al sig. Calindri, che ne faccia disegni collo scandaglio minuto delle spese per poter mettere a confronto le difficoltà, le spese, i vantaggi, e bilanciato ogni cosa scegliere quello si crederà il più confacente alle circostanze della città, e del Principato. Esso è sicuramente capacissimo di fare una tale impresa coll'ultima esattezza, essendo già molto esercitato in questa sorte di operazioni, e avendo studiato tanto in generale sulli Porti, massime su gli adiacenti ai fiumi, e avendo osservate tanto per tanto tempo, e scandagliate e misurate le vicine spiagge, e campagne, ed essendo tanto impegnato pel bene della città, che senz'alcuna previa sicurezza di un adeguato guiderdone ha speso, e faticato tanto fin'ora su questo argomento medesimo, esso medesimo è senza fallo il più idoneo a renderle il migliore servizio in una occasione, che tanto la interessa.

Devo solo aggiungere una cosa, che mi rimane, ed appartiene principalmente all'argomento di questo paragrafo, ed è, che in tutti i lavori, che si devono far in mare, io sempre preferirei i moli murati alle semplici palizzate; almeno se non si trova la maniera di sottrarre queste dalla voracità de' vermi. I muri costano più, ma fatti bene resistono sempre: le palizzate senza un tale rimedio dopo pochissimi anni si rovinano, e conviene rifarle sempre con una spesa enorme, oltre che troppo più difficilmente resistono all'urto delle burrasche.

In ordine al rimedio contro i vermi, al mio partir da Londra un Olandese persona di merito, mi assicurò di aver trovata la maniera di cavar dal carbon fossile una specie di catrame, che senza renderlo inusuale a' cammini, se ne estraeva, e preservava i legnami in mare da' vermi, e in terra meglio della vernice dalle ingiurie delle stagioni; mi disse, che specificamente in ordine a' vermi egli ne aveva l'esperienza: che gli Stati di Olanda avevano mandati all'Indie attaccati a de' vascelli alcuni pezzi di tavole così incatramate



per farne una prova autentica: che in tanto egli associatosi con alcuni negozianti Inglesi, aveva ottenuti dal parlamento ampj privilegi di privativa nel fare una tale estrazione: che già preparavano le macchine, e andavano a cominciare il gran lavoro. Io non so, che esito abbia avuto l'impegno, ma si potrà facilmente aver la notizia dall'Inghilterra.

In oltre il sig. Ardizzi ha avuta in Pesaro la bontà di comunicarmi varj tentativi, ch'egli ha fatti preparando i pali in varie maniere, che gli sono riusciti tutti inutili. Mi ha aggiunto, che finalmente gli è venuto in capo un mezzo, del quale attualmente fa l'esperienza, e ne spera qualche cosa. Fra poco ne vedrà l'esito, e non dubito punto, che in caso di riuscita favorevole ne farà parte anche ad altri. Se riesce di trovare questo rimedio, si potrà pensare alle palizzate; altrimenti io memore di quello, che ho veduto al Porto di Magnavacca, conforme a quel che ho detto nell'articolo precedente, e che ho inteso in più luoghi, mi attaccherei sempre a muri nell'acqua salsa secondo il principio, che ho già citato; *chi più spende meno spende*.

#### VI - *De' rimedi, e regolamenti spettanti al Canale*

In ordine al canale da quanto ho detto parlando nel precedente articolo delle cagioni degl'imbarazzi della bocca, si vede, che io non sono di sentimento, che si debba toccar nulla della direzione del medesimo. Solo se si continui ad unire la Marecchia col Porto, e si debba andare avanti co' moli, si potrebbe torcere un poco più la bocca verso la mano manca, ma non troppo per le ragioni addotte di sopra.

Nell'interiore del canale conviene in primo luogo rimediare subito a' mali seguiti nell'ultima piena, per impedire le ulteriori rovine, che seguiranno infallibilmente dentro l'inverno, se non vi si provvede prontamente. Per ora almeno provisionalmente sbarazzato il sito, in cui il molo è caduto, e ripescatane le pietre grosse, vi farei una buona palata, la quale avesse i pali conficcati per varj piedi sotto il fondo, che vi era prima della rovina, per fare, che possa sostenersi, e ben collegata. I pali dovrebbero essere almeno di 25 piedi Romani l'uno; giacché dal piano, su cui si cammina fino alle punte di quelli, che sono stati sveltiti, ve n'erano 19, e vi si sarà fatto qualche fondo maggiore. I 25 piedi Romani fanno in circa 21 Veneziani, ed è bene, che arrivino in cima all'altezza del molo, e sieno empiti dentro, da potersi sostenere contro l'urto del fiume. Per riempitura potrà servire forse qualche parte del muro, che vi sarà rimasta sfrantumata, e i materiali di quello, che si caverà per lasciar passar libere le barche, ponno servire pel medesimo effetto. Una parte contigua verso lo squero, che è troppo chinata, da non potersi sostenere, la spoglierei de' marmi, e vestitala bene di grossi pali, e ficcati bene stretti, e ben profondamente, e collegati in cima con altri ficcati dentro al molo in terren sodo per via di legni orizzontali, l'assicurerei empiedo pure gl'intervalli, o co' sassi sciolti, o piuttosto con muro: la partita da sguarnire, non mi pare, che debba essere molto grande. Pel resto, che è pur chinato, ma non molto, fin dove è piegato, farei una contro corona di pali grossi al modo istesso, e ficcati bene sotto il fondo, empiedo pure l'intervallo di sassi sciolti, o murando.

Nel rimanente del canale le nuove scandagliature, che ha fatte il sig. Calindri, fanno vedere, che massime dalla parte destra, si sono fatte delle altre buche profonde, essen-

dovi anche 11 piedi Romani di fondo. In tutti que' siti io credo necessario un rimedio, il quale credo, che avrebbe infallibilmente sostenuta anche quella parte, che è caduta, come ho accennato di sopra, non ostante la cattiva costruzione, e l'avevo già proposto, come ho affermato ivi, ma la piena nuova l'ha prevenuto. Nel fondo del canale in que' siti batterei varie file di pali, ciascuna delle quali ne abbia almeno 4 l'uno contiguo all'altro, e de' quali il primo tocchi l'attuale corona: ogni fila deve essere perpendicolare alla direzione del molo, e devono essere battuti varj piedi sotto l'attuale fondo di quelle buche, rimanendo per altro le loro teste almeno 4 piedi sotto il pelo dell'acqua bassa, sì per non dar fastidio alle barche, sì per non lasciare lateralmente una ricaduta all'acqua dalla parte, che guarda il mezzo del canale. Farei una fila lontana dall'altra una canna Riminese, ed empirei gl'intervalli fra le due file di ghiaia. Io son persuaso, che questi guarderebbero i moli incomparabilmente meglio della corona, che vi si è fatta.

Se mai si vedesse, che questi siti intermedj una piena li vuotasse, la qual cosa non credo, che debba accadere; si potrà nella parte inferiore dalla punta della fila battere un paio di pali in dirittura parallela al molo in su, perché in quell'angolo sia più trattata la ghiaia messa, senza esserne portata via così facilmente per l'apertura laterale. Io credo, che il fiume in quel come cassone, benché aperto di fianco, trovando della resistenza andrà deponendo, e non iscalzerà il fondo.

Si potrebbe col tempo ne' siti delle maggiori corrosioni provare di adattare il rimedio de' ripari aperti. Qui dove il fiume nelle piene va con direzione parallela a' moli, consisterebbe esso rimedio nel formare varie file di tre in quattro pali non uniti, ma ficcati a un intervallo uguale alla loro grossezza, e messi nella direzione, che venga in su contro la corrente ad un angolo di trenta gradi: l'effetto suol essere, che intorno a questi ripari si fa sempre una deposizione tanto sopra, quanto sotto. Quell'angolo colla corrente è stato mostrato dall'esperienza; ma io molti anni addietro in una lettera al p. Sivieri mostrai, che la teoria lo richiede, perché allora la linea, che tocca l'un palo di dentro, e l'altro di fuori, è parallela alla direzione della corrente, sicché niun filo di acqua passa libero, ma tutti urtano in qualche palo. L'acqua allora si alza per di dentro un poco, ed esce perpendicolarmente alla linea de' pali facendo declinare alquanto la corrente, che resta per di fuori verso il mezzo dell'alveo; onde la velocità scema per questo capo sopra e sotto il riparo, scemando anche per li molti movimenti riflessi dall'urto in que' pali, e l'acqua vi depone.

Sogliono queste file essere collegate con due serie di pali orizzontali messe all'acqua bassa, e alta; ma qui dove debbono rimanere anch'esse almeno per quattro piedi sotto il pelo dell'acqua bassa, basterà, per tenerle, l'averle forzate ad andare vari piedi sotto quel presente fondo della corrosione.

Uno di questi due rimedj io credo che debba farsi dovunque scandagliando in vicinanza de' moli si arrivi a trovare un fondo 9 piedi Romani cioè Veneziani 7 e mezzo sotto il pelo alto dell'acqua, ma converrà varie volte fra l'anno fare una scandagliatura in vicinanza di amendue i moli, massime dopo ogni piena straordinaria. Le corrosioni non si fanno tutte in un momento, ma a poco per volta, e quel rimedio, ch'è facile da principio, quando vi si usi l'attenzione dovuta, diviene a tanti doppi più difficile dopo,

e anche impraticabile. Si avrebbe l'obbligazione al sig. Calindri della conservazione de' belli moli costruiti con tanta spesa, se si fosse data fede alle sue prime osservazioni, credendo il pericolo, ch'egli avvertì più mesi addietro: ora ha patito tanto e la sodezza, e la vaghezza, che rimarrà deturpata dalle rappezzature, che dovranno farsi nel sito delle rovine. Serva l'esempio almeno per l'avvenire, ed io son sicuro, che con questa sorta di ripari fatti a tempo, si garantiranno sempre dagli effetti delle scalzature, uniche a temersi entro a' canali tanto per li moli di muro, quanto per le palizzate.

Nel rimanente del canale io per me non farei più altri moli di muro, bastando d'avanzo le palizzate, per vestirne le ripe, ove ne hanno bisogno; giacché dentro al fiume i vermi non corrodono, onde i pali reggono anche una trentina d'anni, se sieno di buona qualità, e dall'urto dell'acque del fiume non vi è da temere lo sconcerto, che fanno le agitazioni dell'onde marine, ma solo una scalzatura per di sotto facile ad evitare co' rimedj suggeriti.

Mi premerebbe, che s'impedissero l'evagazioni del fiume massime dalla parte di Ponente, perché non seguitino a pigliare il molo sinistro per di dietro, né a spingere tanta ghiaia dalla spiaggia. A questo fine sarebbe bene il chiudere lo squero sinistro, che vedo inutile, e che credo sia stato l'origine principale di tanti ultimi guai, o almeno almeno conviene cingerlo con argini abbastanza alti per contenere l'acqua, che ivi nelle piene si alza tanto per l'impeto, con cui urta, e abbastanza forti e muniti di palizzate per resistere all'urto. Converrebbe pure munire tutta la sponda, e molo sinistro di argini, i quali dovendo contenere solo l'acqua superiore delle piene, basta che sieno ancora meno gagliardi, e sieno alti un poco più, che alla misura delle massime piene. Questi oltre all'impedire quel corso di dietro al molo, serviranno ad accrescere il corpo dell'acqua sulla bocca.

Insieme per altro per ogni rotta che sopravvenisse, a questi argini per allontanare dal molo sinistro la corrente, attraverserei con delle palizzate perpendicolari ad esso molo tutto quel nuovo letto in varj siti, e sarebbe bene il buttar ivi tutta la ghiaia, che si scavasse dalla bocca.

Queste sono le cose che appartengono al canale, caso che debba continuare ad andarvi la Marecchia, ed esso servir di porto. Se la Marecchia se ne allontani, meno diligenze, e ripari saranno necessarj, dovendovi essere dentro solo il piccolo moto del flusso del mare, e se il porto si porta altrove, basterà conservare il presente canale solo, finché si veda la riuscita del porto nuovo, indi abbandonarlo alla sua sorte.

In caso che si vada pulendo la bocca del porto, o che la deviazione della Marecchia si faccia più su del ponte, il fondo del canale, e del letto superiore non dovrebbe alzarsi, almeno per lunga serie d'anni non si andrebbe rialzando sensibilmente: in tutti i casi prolungandosi la linea del fiume, si farebbero rialzamenti corrispondenti allo stesso prolungamento.

La conseguenza peggiore di questo prolungamento sarebbe quella del rimanere chiusi anche dalle mediocri piene gli archi del ponte, e di questo male si è parlato nel paragrafo precedente in riguardo al progetto di deviare il fiume nelle parti inferiori al ponte medesimo, promettendo di accennarne qui il rimedio.

Questo rimedio, credo, che non potrà trovarsi se non facendo qualche canna indietro del ponte una forte barricata di pali, e muro, a modo di una, come la chiamano in Toscana, pescaia, che rimanesse alta al pari del presente letto del fiume, e scavato a mano un pezzo di alveo sotto gli archi del ponte, e per qualche canna inferiormente ad esso ponte, formando pur di muro un piano inclinato, che passasse sotto gli archi, e per cui l'acqua attraversasse il ponte. Pigliando l'acqua per questo piano inclinato una maggiore velocità, difficilmente le ghiaie, e i sassi vi si fermerebbero sopra, onde quantunque inferiormente il letto s'ingombrasse di sassi, una sufficiente e sempre costante quantità delle luci del ponte rimarrebbe libera al passo dell'acqua. Che se qualche quantità di ghiaia dopo una piena rimanesse arrestata, e ammontata su quel piano inclinato, pulendolo a mano si avrebbe sempre libero quel passo.

#### Conclusione

Così ho soddisfatto a tutte le parti, che ho proposte al principio, parlando prima dello stato antico e presente del Porto, e de' suoi mali, che richiedono soccorso; indi delle cagioni del cattivo suo stato abituale, e del peggiore attuale, escludendo quelle, che a me non sembrano vere, e stabilendo quelle, che mi paiono tali, e finalmente proponendo i rimedj, che mi paiono opportuni, o si lasci il Porto unito col fiume, o si levi il fiume dal Porto presente, o il Porto si tolga via dal presente fiume.

Rimane solo per ultimo, che io chiedo perdono, se non avrò eseguita a dovere la mia incombenza, pregando l'Illustrissimo Magistrato e insieme la città tutta a persuadersi, che qualunque difetto vi sarà nella mia presente scrittura, sarà provenuto unicamente dalla mia poca abilità, e non certamente o dalla poca diligenza usata per istruirmi, e intenzione di mente per esaminare ogni cosa, o da mancanza di animo prevenuto da passione alcuna, o d'alcun motivo trasversale qualunque; essendo in amendue gli ultimi articoli troppo conosciuto, posso oramai dir francamente, in quasi tutta l'Europa il mio carattere.

Ben penetrato dall'intima coscienza della debolezza de' miei lumi, massime in un argomento sì arduo e pericoloso, mi protesto, che avrò tutto il piacere, se fatta esaminar la memoria, sia corretto e mutato tutto quello, che i lumi più penetranti di gente più versata e dotta troveranno meno sussistente, amando io di essere ripreso e corretto ovunque il meriti, massime quando si tratta di punti, che interessino tanto il pubblico bene, e il prospero stato di una città sì riguardevole.

**13**  
**Lettera a Lecchi**  
**(1765)**



*Ritratto di Giovanni Antonio Lecchi*

Rientrato a Pavia alla fine di novembre del 1764, nell'ultima parte dell'anno Boscovich fu impegnato nella revisione dell'opera di Giovanni Antonio Lecchi, l'*Idrostatica*, come confermato dalle lettere inviategli dal gesuita milanese in quel periodo<sup>159</sup>.

Già a dicembre del 1763 Lecchi aveva accennato a Boscovich la sua intenzione di voler stampare le proprie "operette" in materia d'acque allo scopo di "fare qualche accrescimento di osservazioni all'idraulica, la quale tanto interessa la nostra Lombardia". Nelle successive lettere Lecchi, che riconosceva a Boscovich grandi meriti e lo conside-

---

<sup>159</sup> LUGARESI [in corso di pubblicazione].

rava un valido maestro, chiese più volte a quest'ultimo di revisionare la propria opera "intorno all'esame de'fondamenti dell'Idrometria, e della loro applicazione al Corso de' Fiumi, e delle regole nella partizione dell'acque". La lettera del 15 dicembre 1764 confermava la disponibilità di Boscovich a rivedere l'opera di Lecchi e la successiva, datata 11 gennaio 1765, attestava l'avvenuta revisione degli scritti: "V. R. mi permetta ch'io le avanzi li miei più sinceri ringraziamenti per il favore fattomi della revisione de' miei scritti, e per li ottimi suggerimenti, ed insegnamenti, quali ora puntualmente eseguisco, correggendo tutti i falli miei. Il travaglio, che V. R. si è pigliata per me, è grande, ed è grandissimo il vantaggio recatomi. Io riconosco V. R. per mio Maestro, e la prego a continuarmi questa carità".

Nella lettera del 24 giugno 1764 Lecchi manifestò l'esplicita volontà di voler inserire nella sua opera un'appendice curata da Boscovich contenente la risoluzione di alcuni problemi di idraulica pratica. Secondo Lecchi infatti idrostatica e idrometria mancavano di esperienza e, malgrado gli esperimenti condotti fino a quel momento da Giovanni Poleni<sup>160</sup> a Padova intorno al 1716 e da Francesco Domenico Michelotti<sup>161</sup> a Torino nel 1763, non c'era ancora una regola idrostatica universale. Boscovich accolse la richiesta di Lecchi e contribuì all'*Idrostatica* con una memoria inserita nella terza parte dell'opera ed esposta sotto forma di lettera all'autore<sup>162</sup>.

L'*Idrostatica* era divisa in tre parti, a cui si aggiungeva un'appendice. Nella prima parte, *Con qual legge, e proporzione di velocità l'acqua contenuta ne' Vasi sotto diverse date altezze, esca dalle loro aperture*, Lecchi determinava la velocità di efflusso dell'acqua da un vaso, concludendo che essa era proporzionale alla radice quadrata dell'altezza del condotto dal quale l'acqua usciva. La seconda parte, *Delle Leggi de' movimenti delle acque, che corrono ne' Fiumi, e ne' Canali*, trattava del moto delle acque dei fiumi da un punto di vista teorico e delle applicazioni pratiche per l'idraulica, mentre nella terza parte, *Delle Regole pratiche per la misura delle acque, ch'escono da' fori, e corrono per gli alvei*, dopo la lettera di Boscovich, Lecchi descriveva come realizzare canali navigabili e divisioni di fiumi con esempi tratti dall'esperienza da lui maturata in Lombardia. L'appendice conteneva cinque capitoli, ciascuno dedicato alla risoluzione di un diverso problema di idraulica.

Nella lettera, che rappresentò il maggior contributo teorico dato da Boscovich alla scienza delle acque, venivano esposti principi e regole per la misura delle acque, quelle uscenti dai vasi e quelle correnti nei fiumi, ricavati sulla base di misurazioni compiute

<sup>160</sup> POLENI [1716], POLENI [1718].

<sup>161</sup> Francesco Domenico Michelotti (Cinzano, 1710 - Torino, 1787), ingegnere e topografo idraulico di casa Savoia, nel 1754 fu nominato professore di matematica all'università di Torino, dove insegnò fino alla morte. Nel 1763 fu incaricato da Carlo Emanuele III della direzione delle ricerche e degli esperimenti nello Stabilimento per le sperienze idrauliche. I risultati delle esperienze da lui condotte furono descritti negli *Sperimenti idraulici principalmente diretti a confermare la teorica, e facilitare la pratica del misurare le acque correnti*. MICHELOTTI [1767-71].

<sup>162</sup> Per i rapporti tra Boscovich e Lecchi si veda LUGARESI [in corso di pubblicazione].

sull'acqua fluviale fatta defluire dall'argine attraverso delle condutture<sup>163</sup>. La memoria di Boscovich conteneva “delle teorie alquanto più sublimi ancora di quello, che possa essere a portata de' comuni Ingegneri adoperati nel regolamento dell'acque”, a cui si aggiungevano teoremi “assai utili, ed eleganti”<sup>164</sup>.

Per le acque uscenti dai vasi Boscovich assunse che la velocità fosse proporzionale alla radice quadrata dell'altezza, risultato a cui era già giunto Lecchi e, prima di lui, Evangelista Torricelli. In tal caso si potevano sfruttare le proprietà della parabola.

Per le acque correnti negli alvei dei fiumi, non esistendo una regola generale sicura a cui si potessero ricondurre le velocità, si dovevano adottare misure attuali ricavate da osservazioni pratiche, applicate a singoli casi e dedotte per mezzo della palla a pendolo. Il metodo del pendolo, usato per misurare la velocità nei fiumi, consisteva nell'immergere nell'acqua una sfera collegata ad un filo e nel misurare l'angolo di deviazione del filo rispetto alla verticale. La difficoltà nel fissare l'angolo derivava dall'oscillazione del filo, più o meno forte a seconda del maggiore o minore contrasto fatto dal filo e dalla palla all'acqua che urtava entrambi con tutta la sua velocità<sup>165</sup>. Tale dispositivo era stato discusso da Lecchi nella seconda parte dell'opera e in precedenza da Domenico Guglielmini e da Bernardino Zendrini<sup>166</sup>.

Dopo aver richiamato le definizioni di velocità assoluta, velocità relativa e velocità media, Boscovich mostrò come ricavare la velocità media e la quantità d'acqua passante in un dato tempo per una luce, di cui erano note altezza e larghezza, ricorrendo a costruzioni di tipo geometrico e supponendo che la velocità fosse la stessa in tutti i punti di qualunque linea orizzontale. Il metodo risolutivo consisteva nel calcolare il volume del solido d'acqua equivalente ad un parallelepipedo avente per area di base l'area della luce e per altezza la velocità media. Data la curva delle velocità, se si cercava la velocità media corrispondente ad una retta verticale, il problema si riduceva alla quadratura della curva. Tale metodo era valido per le aperture dei vasi, in cui le velocità e le altezze erano uguali in tutti i punti della stessa orizzontale, e per tutte le aperture fatte lateralmente nei canali in modo che l'acqua uscisse solo per azione della pressione, ma non per le acque correnti negli alvei, per le quali le velocità erano diverse nei diversi punti della stessa orizzontale. Boscovich espose i metodi generali e qualche applicazione pratica. Se era nota la natura della curva, si trovava la sua area con metodi geometrici e col calcolo integrale, di cui Boscovich conosceva le nozioni fondamentali. In alcuni casi si otteneva un'espressione algebrica finita; se non si potevano integrare le formule, si ricorreva ad approssimazioni per mezzo delle serie. Se la serie convergeva lentamente o divergeva, si poteva far uso del metodo delle interpolazioni. I fondamenti del metodo delle interpolazioni erano stati ricavati da una soluzione di un problema proposto da Newton nel terzo libro dei *Principia*.

<sup>163</sup> Una versione manoscritta della lettera di Boscovich a Lecchi si trova in: University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 57-63, Item 54, cc. 30.

<sup>164</sup> LECCHI [1765], pp. 317-318.

<sup>165</sup> FIOCCA [2004], p. 115.

<sup>166</sup> GUGLIELMINI [1697], ZENDRINI [1741].

Dopo aver spiegato come trovare la velocità media e la quantità d'acqua, Boscovich approfondì la questione riguardante le acque uscenti dai vasi, la cui curva delle velocità era rappresentata da una parabola. Considerò in particolare luci di forma rettangolare e calcolò la quantità d'acqua totale uscente da esse distinguendo due casi, a seconda che si verificasse o meno il fenomeno di contrazione della vena, consistente in un restringimento della sezione del getto. Si osservò sperimentalmente che la sezione del getto uscente dal foro, detta sezione di vena contratta, era minore della sezione del foro. Se non si verificava il fenomeno di contrazione della vena, la quantità d'acqua totale uscente dalla luce era uguale al prodotto tra area della luce e velocità media. Se la vena si restringeva e se intervenivano altre cause accidentali, quali la frizione o la tenacità, che alteravano la velocità, si prendeva la sezione della vena ristretta e si moltiplicava per la velocità media. In tal caso la quantità d'acqua era data dal prodotto tra velocità media e area della sezione ristretta.

Boscovich notò che la forma della luce, a parità di altre condizioni (stessa area e altezza), influiva sulla quantità d'acqua uscente da essa; per luci rettangolari e circolari questa differenza era minima tanto che i due casi si potevano trattare allo stesso modo. Fatte queste premesse Boscovich dimostrò una serie di teoremi utilizzando formule del calcolo integrale. Esaminò tre forme di luci, una rettangolare avente un lato orizzontale sulla superficie, una triangolare con la base orizzontale e la punta sulla superficie ed una triangolare con la base orizzontale sulla superficie e la punta in giù e determinò la proporzione che legava la quantità d'acqua uscente da questi tre tipi di luci, nell'ipotesi che esse avessero stessa area, stessa altezza e base orizzontale. Due teoremi erano relativi ad alcune proprietà delle luci circolari che toccavano la superficie, altri due invece calcolavano il sito della velocità media, nel primo ricavando la proporzione tra altezza verticale e distanza della superficie dalla linea della velocità media, nel secondo trovando la posizione del sito rispetto al centro delle tre figure.

La seconda parte della memoria era dedicata all'esame di luci la cui figura era completamente immersa sotto la superficie. In tal caso poiché il calcolo della quantità d'acqua era più complesso, Boscovich fornì una trattazione di carattere algebrico attraverso un esempio numerico.

L'ultimo teorema affermava che le quantità d'acqua erano in ragione composta delle aree delle luci e delle radici dell'altezza della superficie sopra il centro.

Nell'ultima parte della memoria Boscovich aggiunse alcune precisazioni: consigliò di realizzare luci il più possibile regolari o almeno di forma rettangolare o circolare in modo da applicare le regole descritte in precedenza limitando le imprecisioni. Le regole fornite per determinare la quantità d'acqua uscente dalle luci potevano essere alterate dall'attrito e da altre cause, soprattutto dalla costituzione dei canali che ricevevano le acque uscenti dalle medesime aperture. Se i canali avevano poca pendenza o se incontravano ostacoli, potevano formare un rigurgito e ostacolare la velocità. Dunque era opportuno, dopo aver fatto le aperture, osservare con galleggianti e con la deviazione del pendolo le velocità attuali e ricavarne le corrispondenti quantità d'acqua per vedere se concordavano con i calcoli precedenti o, in caso contrario, per allargare o restringere le luci in modo che i risultati si avvicinassero il più possibile a quelli cercati.



Dopo che Boscovich ebbe revisionato l'opera, a gennaio del 1765 Lecchi apportò le correzioni suggeritegli dall'illustre collega. Come riferì Boscovich a G. S. Conti l'*Idrostatica* fu pubblicata verso la fine dell'anno 1765. Nella lettera del 28 dicembre 1765 Boscovich affermava: "L'opera sulle acque è del P. Lecchi: è già uscita. E un tomo in 4 grosso molto, e di bella carta, e stampa. [...] Vi troverà del molto pascolo, perche senza niente di calcolo sublime, ne di geometria ispida, vi sono mille eccellenti riflessioni, e un bell'esame del libro delle resistenze del D'Alembert"<sup>167</sup>. (mgl)

*Lettera del P. Boscovich sulli principj, su' quali si possano appoggiare le Regole pratiche per la misura dell'acque, ch'escono dalle aperture, e corrono per gli alvei*<sup>168</sup>

Vengo a soddisfare colla presente alla richiesta, che V. R. mi fa di quello, che io pensi sulli principj, e regole per la misura delle acque, ch'escono da' vasi, e corrono per gli alvei. L'argomento è troppo vasto; ma mi ristringerò, quanto potrò; e tratterò la materia correlativamente a quanto Ella ha stabilito molto bene nelle prime due Parti dell'Opera, che prepara per le stampe.

Come per le acque, ch'escono dalle aperture de' vasi, V. R. al fine della prima Parte ha giustamente conchiuso che le velocità sono come le radici delle altezze; anzi sensibilmente tali, quali si acquisterebbero cadendo liberamente dall'altezza della superficie; e le quantità d'acqua, in parità di circostanze, in proporzione delle luci, e delle velocità, cioè delle radici medesime delle altezze; così porrò per base di tali misure questo principio; e farò giuocare le proprietà della parabola, le quali avranno tutto l'uso per questa sorta di casi. Ma per le acque, che corrono negli alvei, avendo Ella dimostrato nella seconda Parte, che non vi è alcuna regola generale sicura, a cui si riducano le loro velocità; abbandonata in essi la parabola, io mi servirò della misura attuale ricavata dalle osservazioni applicate immediatamente ad ogni caso, supponendo le velocità didotte dallo strumento della palla a pendolo, che nella seconda Parte ha Ella prescelto sopra gli altri tutti.

In primo luogo, o si tratti delle acque, ch'escono dalle aperture de' vasi, o di quelle, che corrono per gli alvei de' fiumi, conviene distinguere la velocità assoluta dalla relativa; della quale distinzione V. R. ha già parlato nelle prime due Parti. Si ha la velocità assoluta, quando si sa, quanto spazio con esse si può scorrere equabilmente in un dato tempo, come in un minuto, o in un'ora: la relativa è il semplice rapporto di una velocità assoluta, che appartiene ad un filo d'acqua, il quale passa per un punto determinato, a quella, che appartiene ad un altro filo. Più facilmente si determinano le velocità relative, che le assolute; ed in mille occasioni, come, dove si tratta di dividere le acque, bastano le velocità relative; bastando il dividere con una data proporzione un'acqua, o paragonare le portate di due fiumi, o canali fra se: cosa, che può farsi anche senza saperne la quantità assoluta.

<sup>167</sup> ARRIGHI [1980], p. 181.

<sup>168</sup> LECCHI [1765], pp. 319-345.

Convieni in oltre distinguere le velocità diverse appartenenti a diversi punti d'una luce d'apertura, o di una sezione d'alveo, da quella, che chiamasi velocità media. Se un foro è piccolissimo, rispetto alla sua distanza dalla superficie; si può considerare la velocità in tutti li suoi punti, come se fosse quella stessa di un punto di mezzo: che se esso è alquanto grande, rispetto alla detta altezza; allora in tutt'i punti di ogni sua linea orizzontale, la velocità sarà la medesima; ma nelle linee orizzontali più alte sarà minore, nelle più basse maggiore; e ciò, per quanto V. R. ha fatto vedere nella prima Parte, in ragione delle radici delle altezze medesime: sicché, se una linea sarà a quattro doppj più vicina alla superficie, che un'altra, la sua velocità sarà a due doppj minore. Al modo stesso Ella ha fatto vedere nella Parte seconda, che le diverse immersioni della palla hanno date diverse deviazioni, e però diverse velocità. Velocità media si chiama quella, la quale, se vi fosse in tutt'i punti della luce, o della sezione, passerebbe per essa la stessa quantità d'acqua, supplendosi dalle velocità attuali maggiori quello, che manca alle minori.

Per concepire la velocità media con idea geometrica, intendasi, come nella figura precedente (figura 1), una linea verticale BF, in cui le velocità de' diversi punti B, C, E, F, considerate nella direzione orizzontale, sieno espresse dalle diverse rette BG, CH, EK, FL ordinate a qualunque curva continua GHKL. Sia ora un rettangolo MBFP uguale all'area GBFL della curva GL. Tagliandosi dalla retta MP la curva GL in qualche punto I, ove l'ordinata sia DI; questa esprimerà la velocità media della retta BF, compensandosi quello, che manca in tutte le BG, CH per arrivare alle BM, CN uguali alla media DI, da quel, che avanza in tutte le FL, EK sopra le FP, EO uguali pure alla stessa media DI. Quindi, quando sia data la curva delle velocità, e si cerchi la velocità media corrispondente ad una retta verticale; si vede chiaro, che il problema si riduce alla quadratura dell'area di essa curva; dovendosi dividere l'area BGLF della retta BF, per avere la BM, o sia la cercata velocità media DI.

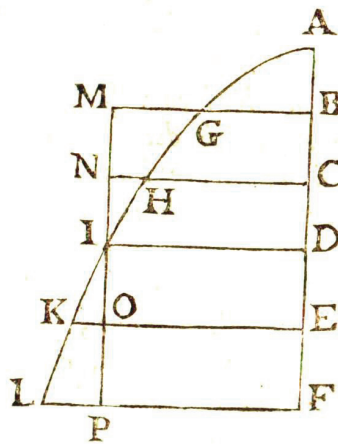


Figura 1

Ove a tutt'i punti verticali corrispondano nella luce, o sezione linee orizzontali uguali, in ciascuna delle quali in tutt'i suoi punti la velocità sia la stessa; per avere la quantità dell'acqua, basta moltiplicare la velocità media di una qualunque verticale (giacché le velocità di tutte le verticali vanno allora al modo stesso) per la luce, o sezione medesima, cioè pel prodotto della sua altezza, e larghezza.

Sia la luce, o sezione un rettangolo  $BbFf$  (figura 2), in cui le velocità ne' punti  $B, b$  della orizzontale  $Bb$  sieno le uguali  $BG, bg$ ; e ne' punti  $F, f$  della più bassa sieno  $FL, fl$  pure uguali; ed in una  $Dd$  si abbia la velocità media  $DI, di$ . Per  $Ii$  condotto un piano verticale  $MPpm$  uguale, e posto in faccia al piano  $BbFf$ , e terminato il parallelepipedo  $MmFf$ , è manifesto che le gocce, le quali insieme passeranno pe' diversi punti del piano  $BbFf$ , arriveranno insieme a' rispettivi punti della superficie  $GLlg$ : onde in quel tempo, in cui la goccia passata pel punto  $D$ , scorrerà colla media velocità la retta  $DI$ ; l'acqua passata pel piano verticale  $BbFf$ , empierà lo spazio chiuso da detta superficie, dal detto piano verticale, e da' due piani orizzontali  $Gg, Lf$ ; il quale spazio è cosa chiara che sarà uguale al parallelepipedo  $MmFf$ , per quello, che si è detto precedentemente della velocità media determinata coll'uguaglianza delle aree. Ora è manifesto che detto parallelepipedo è il prodotto della base  $BbFf$  per l'altezza  $DI$ ; o delle  $FB, Bb$ , altezza, e larghezza della luce, o sezione, per la media velocità  $DI$ : quindi è cosa chiara che detto prodotto è la misura della quantità, che passa in quel dato tempo per essa luce, o sezione; onde, se si ha la luce, e la velocità media assoluta; si ha la quantità assoluta dell'acqua, che passa per essa sezione, o luce; e se si ha solamente il rapporto delle luci, o sezioni colle velocità medie de' diversi casi; si ha il rapporto delle quantità d'acqua corrispondenti ad essi casi; cioè si hanno le quantità d'acqua relative.

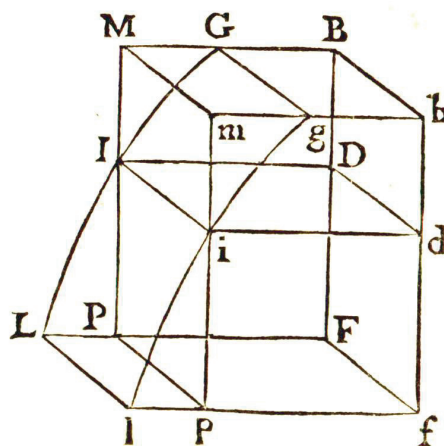


Figura 2

Quando le linee orizzontali della sezione non sono tutte uguali fra loro; allora per avere la quantità dell'acqua, conviene andare per altra via. Se in tutt'i punti di ogni

linea orizzontale la velocità è la stessa; il prodotto di ogni linea orizzontale per la velocità, che le compete, darà la quantità dell'acqua, che passa per quella linea; e la somma di tutti que'prodotti darà la quantità totale, che passa per tutta la sezione. Questa somma si potrà esprimere parimente con una costruzione geometrica, che darà la misura cercata coll'aiuto di un'area di una curva. Sia terminata la sezione da due rette orizzontali EB, LI (figura 3), e da due linee qualunque, comunque anche curve, BTI, EVL. Tirata qualunque verticale, che incontri le due orizzontali in N, Q, sia coll'asse NQ la curva delle velocità XHR, colle ordinate orizzontali NX, FH, QR corrispondenti a'punti N, F, Q. Presa una retta arbitraria NA, si faccia, come essa alla retta orizzontale della sezione TV corrispondente pure a qualunque punto F; così FH alla FD ordinata ad un'altra linea continua CDG: un solido, che abbia per base l'area CNQG terminata da essa linea, dalle due sue ordinate NC, QG, e dall'asse verticale NQ, e per altezza la retta assunta NA, esprimerà la quantità dell'acqua, che passerà per tutte le orizzontali TV della sezione. Imperocché la quantità dell'acqua, che passerà per TV, de'essere come il prodotto di essa TV per la velocità FH; il quale per la proporzione adoperata nella costruzione, è uguale al prodotto della costante NA per la nuova ordinata FD; onde la somma di tutte le quantità è espressa dal prodotto di essa NA per la somma di tutte le FD, cioè per l'area suddetta.

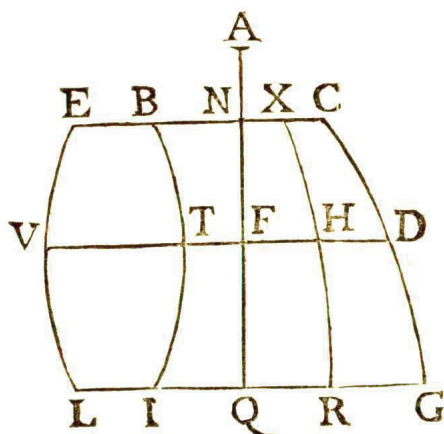


Figura 3

Se la sezione non finisce colle rette orizzontali EB, LI, ma torna in se stessa, avendo un punto solo più alto, e un solo più basso, come un ovale, o un circolo; basta concepire uniti i due punti E, B, e i due L, I; e allora i punti C, G andranno in N, Q, svanendo le ordinate NC, QG; e nel caso del circolo, o di una curva, che abbia un asse verticale, che seghi le ordinate orizzontali in due parti uguali, potrà per NQ pigliarsi l'asse stesso, e per le TV, le semiordinate ad esso; pigliando così l'acqua, che passa per la metà della sezione: cosa, che riesce comoda per applicare il calcolo, che dee dare l'area cercata

NCGQ, alla natura della curva della sezione, ov'essa venga espressa da una equazione algebrica.

Questi casi della velocità medesima in tutti i diversi punti di qualunque orizzontale, servono per le aperture de'vasi, nelle quali le velocità essendo come le radici delle altezze della superficie, che è orizzontale: debbono essere uguali esse velocità in tutt'i punti di una orizzontale medesima, come lo sono le distanze da essa superficie, cioè le dette altezze; e lo stesso metodo dee servire per tutte le aperture fatte lateralmente ne' canali in modo, che l'acqua ne esca per la sola pressione. Ma nelle acque, che corrono per gli alvei, avendo Ella provato nella seconda Parte, che anche ne' diversi punti della medesima orizzontale sono diverse le velocità; quindi in questi casi non si può andare con lo stesso metodo.

In essi ad ogni modo si può parimente rappresentare la quantità dell'acqua colla Geometria, o col calcolo sommatorio. Sia nella figura 4 la sezione di qualunque forma, contenuta fra due verticali EB, LI, che sieno incontrate in N, Q da una retta orizzontale, la quale incontri in F qualunque altra sua verticale VT: presa un'arbitraria NA, e trovata col metodo insegnato di sopra, la velocità media competente alla verticale VT, che sia espressa dalla retta FH; si faccia, come prima, la FD quarta proporzionale dopo la AN, TV, FH; e sieno tutt'i punti D terminati alla linea continua CDG, appartenendo C, G alle rette verticali EB, LI. Preso un solido, che abbia per base l'area chiusa fra essa linea, fra l'asse NQ, e fra le verticali NC, QG, e per altezza la retta assunta NA; questo esprimerà la quantità cercata dell'acqua. Imperocché la quantità, che uscirà per ogni retta verticale TV, sarà espressa dal prodotto della medesima per la FH, ch'esprime la velocità sua media; e però dal prodotto della FD per la costante AN; giacché esso in vigore della suddetta proporzione, gli è uguale: quindi la somma di tutti questi prodotti, cioè l'area NCGQ moltiplicata per la stessa AN, darà la misura cercata di tutta l'acqua.

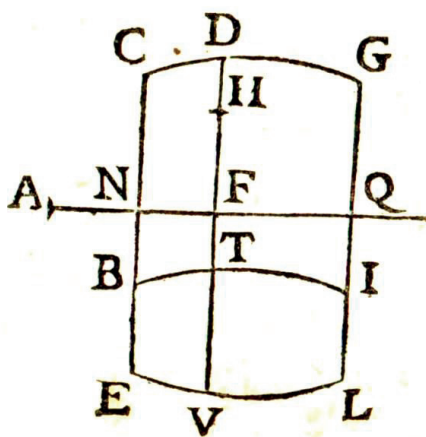


Figura 4

Queste costruzioni geometriche non sogliono avere grande uso, se non si mostra, come vi si possano applicare i numeri, per avere i valori di quelle aree, e di que'solidi, i quali esprimano le quantità assolute dell'acqua, o almeno le relative. Ne accennerò i metodi generali, con qualche applicazione ad alcuno di que' casi, che hanno più luogo in pratica.

In primo luogo, quando è data generalmente la natura della curva, si trova la sua area qualche volta anche co'soli metodi geometrici; come Archimede trovò già la quadratura della parabola; e più generalmente col calcolo integrale: la quale area alcuna volta si trova accuratamente con una espressione algebrica finita, a cui ne' casi particolari, sostituiti i numeri corrispondenti, in luogo delle lettere generali, si trova in numeri l'area cercata. Più spesso accade che non potendosi integrare le formole, si adoperino le approssimazioni per via di serie, le quali, se sono assai convergenti, danno presto, e con poco travaglio di calcolo numerico il valore cercato: ma se convergono lentamente, o ancora divergono; conviene rivolgersi ad altri metodi di approssimazione, tra li quali vi è quello, che si chiama delle *Interpollazioni*, il quale serve ancora pel caso, in cui non sia cognita generalmente la natura della curva, ma si possano avere o per immediata osservazione, o in altro modo i valori di molte ordinate corrispondenti a molti punti dati dell'asse.

In questo metodo delle interpollazioni, date queste ordinate, e date le parti dell'asse intercette fra le ordinate medesime, si concepisce una curva regolare, che passi per le estremità di esse ordinate, e si trova l'area di questa curva intercetta fra le ordinate estreme, la quale si piglia per l'area della curva proposta. I fondamenti di questo metodo si ricavano da una soluzione di problema appartenente a questa materia, che il Newton ha proposta nel terzo libro de'suoi Principj, parlando delle Comete. Il caso il più semplice si è, quando le ordinate sono ugualmente discoste fra loro: cioè, quando le parti dell'asse intercette fra le ordinate prossime, sono tutte uguali. Per questo caso il Cotes propose le tavole, che sono molto utili, e di uso spedito per chi è avvezzo, a sostituire a' valori generali espressi colle lettere, i numeri particolari, in un suo Opuscolo, il quale si trova stampato insieme colla sua Opera immortale, *Armonia Mensurarum*.

Ad ogni modo, dove le ordinate sono sufficientemente vicine, e non si ricerca una grande esattezza, il calcolo si può fare molto più facilmente. Basta considerare l'arco della curva intercetto fra le due ordinate prossime, come una retta: allora l'area intercetta fra le medesime, si riduce a due triangoli, che abbiano per basi le due ordinate, e per altezza comune quel pezzo di asse intercetto fra le medesime; onde si ha moltiplicando l'una, e l'altra ordinata per lo stesso pezzo di asse, e pigliando la metà de'due prodotti. Quindi, comunque anche le ordinate non sieno prese a uguali distanze, si ha questa regola generale. La prima, e l'ultima ordinata si moltiplichino ciascuna pel suo pezzo d'asse posto tra lei, e la vicina; le altre tutte, ciascuna pe'due pezzi posti da ambe le parti fra essa, e le due vicine di qua, e di là: di tutt'i prodotti si pigli la metà; e si avrà l'area posta fra la prima, e l'ultima ordinata.

Ove poi le distanze fra le ordinate sieno tutte uguali, si avrà la seguente regola più facile. Si sommino le metà della prima, ed ultima ordinata con tutte le altre ordinate

intere; e la somma si moltiplichi per una di dette distanze, cioè pel pezzo d'asse posto fra due ordinate consecutive; e si avrà l'area cercata.

Questo metodo darà un valore un poco minor del vero, ovunque nella linea delle velocità fra due punti prossimi, in vece di una retta, si avrà una curva, che volti la concavità all'asse; e un poco più, ove gli volti la convessità: giacché così si tralascia nel primo caso, e si aggiugne nel secondo lo spazietto, che resta tra la corda, e l'arco. Se uno vuole tener conto ancora di questa differenza, lo può fare con un calcolo numerico assai facile, considerando come parabolico detto arco. Una tale supposizione farà accostare assai più al vero valore; ed io ho dato questo metodo nella mia Operetta sulle aberrazioni di Giove, e di Saturno: ma non ve ne sarà bisogno, ove si pigliano ordinate sufficientemente vicine fra loro.

Così tutta la difficoltà in questo metodo si ridurrà a trovare le ordinate a' dati punti dell'asse, ch'esprimano le velocità. Ora queste ordinate nel caso dell'acqua, ch'esce per le aperture de'vasi, sono per le velocità relative, le radici delle altezze della superficie stagnante, secondo quello, ch'Ella ha provato nella prima Parte; e per le acque correnti negli alvei, sarebbero nel metodo del Grandi le radici delle distanze verticali dall'origine equivalente; e per Essa lei, esclusa quella teoria nella seconda Parte, sono le radici delle tangenti degli angoli di deviazione.

Per avere un'ordinata, ch'esprima la velocità assoluta, nel primo caso basterà cercare quanti pollici, per esempio, del piede di Parigi si scorrono in un secondo di tempo colla velocità acquistata cadendo da una data altezza. Questo si trova conforme alle leggi del Galileo, correlativamente alla scoperta d'Ugenio della libera caduta de' gravi in un secondo, di piedi 15, e 1 pollice, o sieno pollici 181, nel modo seguente. Si riduca l'altezza data in pollici Parigini, e si moltiplichi per 724, indi si estraiga la radice quadrata; e si avrà il numero cercato. Le misure Milanese si riducono facilmente alle Parigine, e viceversa; giacché il braccio Milanese al Parigino è come 11 a 6 accuratamente; onde sta, come 6 a 11; così il numero di once Milanese al numero de' pollici Parigini; e però dato uno di questi numeri, si trova l'altro facilmente.

Nel secondo caso conviene una volta, osservando in alcun luogo con un galleggiante, vedere quanto spazio l'acqua ivi scorre in un dato tempo, per avere i pollici, od once scorse in un secondo, e vedere ivi, quanto venga deviata dalla posizione verticale la palla, con cui si sono cercate le deviazioni negli altri siti, de' quali si cerca la velocità assoluta; indi si dovrà fare, come la tangente della deviazione del primo sperimento fondamentale alla tangente del secondo; così il quadrato di quel numero di pollici, od once trovato in esso primo sperimento, a quel, che viene; da cui estraiga la radice, si avrà il numero di pollici, od once corrispondente al secondo sperimento.

Quanto si è detto fin'ora, appartiene generalmente al modo di trovare le velocità medie, e le quantità d'acqua in amendue i casi: verremo ora più in particolare a quello, che appartiene al primo delle acque, ch'escono dalle aperture de'vasi, nel quale la curva delle velocità ha una natura determinata, e semplice, come lo è la parabola, la quale, come si è detto, è stata già quadrata da Archimede; onde il calcolo numerico riesce in essa molto più facile.

In questo caso la curva AHL delle velocità (figura 1), esprimendo colle ascisse AB, AC le altezze, e colle ordinate BG, CH le velocità, dee avere questa proprietà, che i quadrati delle ordinate sieno come le ascisse. Ora questa è la proprietà essenziale della parabola: quindi essa curva de'essere una parabola.

Due sono le proprietà della parabola, che vengono qui più in uso. La prima, che vi è in ogni parabola una linea, che si chiama parametro; ed ogni ordinata è media proporzionale tra l'ascissa, e questo parametro; onde avuta l'ascissa, si ha l'ordinata, moltiplicando l'ascissa pel parametro, ed estraendo la radice. Mutato il parametro, si mutano tutte le ordinate corrispondenti alle medesime ascisse; e ciò in ragione delle radici de' diversi parametri: onde con parametri maggiori la parabola riesce più larga. Ad ogni modo tutte le parabole sono simili fra loro: in ciascuna di esse le ordinate sono come le radici delle altezze; onde qualsisia parabola, di qualunque parametro si adoperi, sempre sarà opportuna per esprimere le velocità relative, purché si mantenga sempre la stessa: quindi è cosa comoda l'adoperar quella, in cui il parametro sia l'unità; perché allora ridotte le altezze sempre alle medesime unità, come di pollici Parigini, si avranno le ordinate esprimenti le velocità relative, coll'estrarre le radici dalle ascisse, cioè dalle stesse altezze così ridotte.

La seconda delle dette due proprietà della parabola, si è la sua quadratura. Trovò Archimede, che l'area chiusa tra l'ascissa, ordinata, e arco di essa curva è uguale a due terzi del rettangolo dell'ascissa, e ordinata: l'area ABG è  $\frac{2}{3} AB \times BG$ ; l'area ACH =  $\frac{2}{3} AC \times CH$ : quindi dette aree sono come detti prodotti; essendo i tutti come le loro parti aliquote; e però i prodotti delle ascisse per le ordinate, potranno esprimere, presi anche interi, dette aree; e con essi si potrà facilmente trovare l'espressione della velocità media, e della quantità d'acqua.

Se la retta verticale di una luce sia BF, e si cerchi l'espressione della quantità d'acqua, che passerà per essa, e della velocità media, si operi così. Si moltiplichi AB per la sua radice, ed AF per la sua: si levi il primo prodotto dal secondo; e il residuo darà l'espressione della quantità d'acqua, che passerà per essa retta. Si divida esso residuo per FB; e si avrà l'espressione della velocità media.

Essendo lo stesso il moltiplicare una quantità per la sua radice, che l'estrarre la radice quadrata dal suo cubo; per aver l'espressione dell'area, o sia quel prodotto, basterà fare il cubo dell'altezza ridotta in pollici, o in once, ed estrarne la radice.

Per evitare la noia della continua estrazione di radici, e moltiplicazione, il Grandi ha formata la tavola parabolica, che in oggi è tanto in uso. Contiene essa tre colonne. Nella prima vi è la serie de' numeri naturali 1, 2, 3 ecc. Nella seconda vi sono le loro radici quadrate: nella terza i prodotti di essi per le radici, o le radici de' loro cubi. Come poi le radici giuste non vi sono, si mettono le prossime, coll'adoperare i rotti decimali; e basta per l'uso ordinario il prenderne due, ch'esprimano le parti centesime. Come la radice di 2 si è  $1 \cdot \frac{41}{100}$ , che moltiplicato per 2, dà  $2 \cdot \frac{82}{100}$ ; così in faccia al 2, si trova



nella seconda colonna 1.41, nella terza 2.82; e così sono formate le suddette colonne relativamente a' numeri seguenti; se non che per aver più accurati i numeri della terza colonna, nell'estrarre le radici per la seconda, oltre i due decimali, che servono per essa, convien pigliarne uno, o due di più, acciò nella moltiplicazione pel suo numero non salga più su indietro l'errore nelle centesime; o convien calcolare la terza colonna coll'estrarre le radici quadrate da' cubi de' numeri della prima.

Al modo stesso per facilitare le espressioni delle velocità delle acque correnti, determinate colla deviazione del pendolo, per ogni numero di gradi si può estrarre la radice della sua tangente cavata dalle tavole de' seni, e formarne una breve tavola ad uso degl'Idrometri, la quale tolga via l'incommodo dell'estrazione delle radici.

Quando il calcolo pel primo caso sia fatto per le velocità rispettive colla parabola, che abbia per parametro un pollice; se si vuole avere la velocità media assoluta, e la quantità assoluta dell'acqua corrispondente a quella retta verticale, in pollici rettilinei la prima, e quadrati la seconda, che si scorrerebbero con quella, o che uscirebbono in questa in un secondo, basterà moltiplicare il risultato dell'una, e dell'altra per  $\frac{2}{3}$  della radice di 724, cioè prossimamente per 18.

Questa regola si trova facilmente così. Se in vece del parametro di un pollice, si fosse adoperato il parametro, che desse per ordinate i pollici della velocità assoluta dovuti ad un secondo; due terzi del prodotto della ascissa per l'ordinata, darebbero in pollici quadrati l'area corrispondente a quelle assolute velocità. Quindi la differenza di quello, che si è trovato pel relativo, da quello, che si doveva trovare per l'assoluto, nasce dall'aver preso il parametro 1 per quel parametro dovuto alle velocità assolute, e dall'aver preso l'intero prodotto, in vece di due terzi di esso. Ne viene di conseguenza, che essendo le ordinate, e le aree come le radici de' parametri, converrà trovare il suddetto parametro corrispondente alle velocità assolute, e moltiplicare per  $\frac{2}{3}$  di esso, tanto l'area trovata, che dà quella quantità d'acqua in pollici quadrati, quanto il quoto, che nasce da essa area divisa per quella retta verticale BF, la quale dà la velocità media in pollici lineari.

Ora detto parametro si trova così. Sia AB lo spazio, per cui un grave scende in un secondo, cioè pollici 181: sarà la velocità corrispondente ad esso, cioè BG, di pollici 362; giacché con essa si scorrerebbe in un secondo il doppio. Quindi il parametro, che è il terzo continuamente proporzionale dopo AB, BG, sarà pure il doppio di 362, cioè 724. Ora la radice di 724 è  $26 \cdot \frac{9}{10}$ , cioè assai prossimamente 27; e due terzi di 27 sono 18: basterà dunque moltiplicare que' risultati per 18.

Ove le aperture sieno rettangolari, per avere l'intera quantità d'acqua, ch'esce per tutta la luce, basterà moltiplicare la quantità così trovata, corrispondente ad una sola verticale, per la larghezza della luce; o sia la velocità media per tutta la luce; cioè l'area BMPF per la Bb, o l'area BFfb per la retta DI (figura 2).

Questo calcolo darà la quantità assoluta dell'acqua, ove non vi sia alcuna restrizione della vena, e la velocità sia intera in tutt'i punti della luce; come principalmente per le recenti sperienze Torinesi, par che si possa ottenere, almeno prossimamente, con degl'imbuti di qualche figura determinata, come della cicloidale. Ove la vena si ristringe, e la frizione, e la tenacità colle altre cause accidentali alterano poco le velocità; in vece della luce intera, convien pigliare la sezione della vena ristretta, e moltiplicarla per la media velocità. Quando la lastra sia sottile, e il buco piccolo, la luce alla sezione della vena ristretta è prossimamente, come la radice di 2 a 1, cioè prossimamente come 10 a 7; giacché 100, quadrato di 10, è prossimamente il doppio di 49, quadrato di 7. Quindi basterà in tali casi moltiplicare il numero trovato per 7, e levarne l'ultima figura.

Le quantità rispettive non hanno bisogno né di quella moltiplicazione per 18, né di questa per 7; giacché le moltiplicazioni pe' numeri dati non alterano le ragioni. Così pure, ove vi sieno altre grossezze di lastre, o fianchi, e forme di aperture simili, onde la sezione della vena sia proporzionale alla luce della apertura, come de' essere succeduto negli sperimenti di tanti Autori, ne' quali si trova la quantità dell'acqua proporzionale alla luce insieme, e alle radici delle altezze; il metodo esposto per le quantità relative andrà benissimo, o almeno darà le proporzioni prossime al vero, senza alcuna correzione.

Quando la luce non è rettangolare, ma pure in ogni punto di una qualunque linea orizzontale la velocità è la stessa; come accade nelle aperture de' vasi; si è veduto che conviene adoperare un altro metodo. L'uso del medesimo per adattare i numeri, richiede per l'ordinario il calcolo, o almeno la Geometria infinitesimale, e spesso ancora in mancanza di serie convergenti, il metodo esposto delle interpolazioni. Ne daremo qualche esempio, con cui si vedrà ancora, quanto diversa sia talora la quantità dell'acqua, che dee uscire da luci eguali, e di diversa figura, benché ugualmente alte; e anche dalla luce stessa diversamente collocata, benché le altezze dell'acqua sul suo punto il più alto, e sul più basso, sieno le medesime in amendue le posizioni; e fortunatamente si trova che questa differenza in un circolo, e in un rettangolo uguale di area, e di altezza, è tanto piccola, che i fori circolari si possono trattare in gran parte, come i rettangolari.

Si potrebbe ciò, che dirò qui a questo proposito, trattare colla semplice Geometria, adoperando la quadratura delle parabole di più alto grado, che si può anche ottenere senza calcolo; ma mi servirò piuttosto delle prime più semplici, e più elementari formole di calcolo integrale. Sia ABFH una luce rettangolare, colla superficie dell'acqua in AB (figura 5). Tirato il diametro BH, si concepiscano due rette orizzontali infinitamente vicine fra loro, le quali incontrino le rette BF, BH, AH ne' punti C, D, G, c, d, g. Si chiami BF=a; e sia  $1.m::BF=a.FH=ma$ . Sia BC=x; e però CD=mx, Cc=dx: lo spazietto CcdD=mx dx, moltiplicato per la velocità in C= $\sqrt{x}$ , darà l'elemento della quantità d'acqua, che passerà per esso spazietto,  $= mx dx \sqrt{x} = mx^{\frac{3}{2}} dx$ . Il suo integrale  $\frac{2}{5} mx^{\frac{5}{2}}$  darà l'espressione della quantità uscita pel triangolo BCD; e fatto  $x = a$  coll'andare C in F; si avrà  $\frac{2}{5} ma^{\frac{5}{2}}$ . Ma pel rettangolo, lo spazietto CcgG sarà  $= madx$ ; l'elemento della

quantità dell'acqua  $madx\sqrt{x} = ma^{\frac{3}{2}}dx$ ; il di cui integrale  $\frac{2}{3}m ax^{\frac{3}{2}}$ , facendo  $x = a$ , dà  $\frac{2}{3}m a^{\frac{5}{2}}$  pel totale dell'acqua, che passa per tutto il rettangolo. Quindi quella, che passa pel triangolo FBH, a quella, che passa pel rettangolo, è come  $\frac{2}{5}$  a  $\frac{2}{3}$ ; cioè, come 3 a 5; onde quella, che passa pel triangolo FBH, a quella, che passa pel triangolo uguale BHA, sta come 3 a 2: quella poi, che passa per la metà del rettangolo BFHA diviso per mezzo con una retta verticale, sarà la metà di tutta quella del medesimo rettangolo. Sicché nelle dette tre figure uguali, che abbiano la stessa altezza verticale, cioè triangolo colla punta sulla superficie, triangolo colla base sulla superficie, e rettangolo, le quantità dell'acqua saranno come 2,  $2 \cdot \frac{1}{2}$ , 3, cioè, come 4, 5, 6: teorema ben elegante, e semplice.

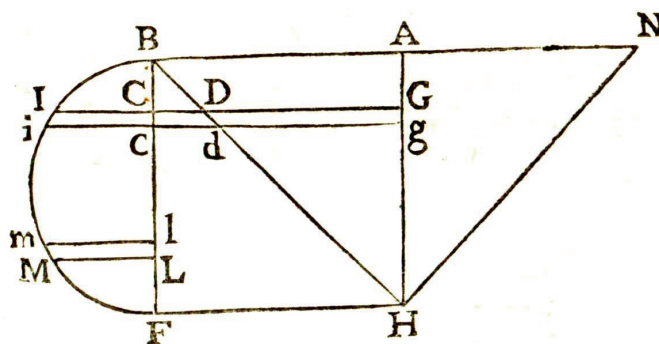


Figura 5

Questa proporzione de' essere generale per ogni forma di triangoli, e di parallelogrammi uguali, purché abbiano uguale l'area, uguale l'altezza verticale terminata in cima alla superficie dell'acqua, e orizzontale la base; giacché, se per tutta l'altezza BF le rette orizzontali saranno uguali alle CD, DG,  $\frac{1}{2}$  CG, è manifesto che daranno le stesse quantità d'acqua.

Qui già si vede, come tre aree affatto uguali, e che hanno da una estremità l'altezza zero, dall'altra l'altezza medesima di un lato uguale, ad ogni modo non tramandano la stessa quantità d'acqua, ma diversa in ragione di 3 a 2.

Se coll'asse BF vi sia qualunque curva BIM, sarà facile il trovar la formola generale per essa. Sia  $BC = x, Cc = dx; CI = y$ : sarà  $CcIl = ydx$ ; e però l'elemento della quantità d'acqua sarà  $x^{\frac{1}{2}}ydx$ ; in cui sostituendo per y il suo valore dalla natura della

curva, e integrando, se si può, con formola finita, o con una serie convergente, si avrà la quantità cercata; e ciò, o la superficie dell'acqua stia sulla cima della curva, o più su, o più giù; purché si pigli per ascissa BC la distanza di qualunque punto dell'asse dalla superficie, e per ordinata l'orizzontale CI tirata di là fino alla curva, e si trovi l'equazione di essa, che dia quell'y per quell'x.

Ove non riesca l'integrazione, e non si trovi una serie convergente, basta calcolare pe' varj punti C i suoi valori  $x^{\frac{1}{2}}y$  corrispondenti a que' varj x, e concepita una curva, che abbia que' valori per ordinata, come sarebbe la CDG colle ordinate FD (figura 3), trovarne pel metodo delle interpolazioni, o per l'altro di sopra esposto, l'area, la quale pigliando la AN ivi per unità, darà da se il numero esprimente in pollici cubici la quantità rispettiva cercata.

Con questi metodi si può avere la quantità dell'acqua, che passa per un circolo. Quando esso circolo tocca la superficie, la formola si può integrare: quando esso va sotto la stessa superficie, quella non s'integra; ma si può trovare una serie convergente, che n'esprima il valore. Ad ogni modo, in vece della integrazione del primo caso, si può dimostrare con un metodo assai semplice, un teorema molto elegante, che dia la cercata quantità d'acqua; ed è il seguente. Per un foro circolare, che tocchi la superficie, passa tant'acqua, quanta per un triangolare, che abbia l'altezza verticale uguale al diametro di esso circolo, e la base orizzontale doppia del medesimo, collocata sulla superficie stessa.

Esso teorema si dimostra così. Sia BIMF un semicircolo (figura 5), in cui prese FL, Fl uguali alle BC, Bc, si tirino le ordinate LM, lm, e si concepiscano le BA, FH uguali a BF: si dimostra facilmente, che tant'acqua uscirà per lo spazietto LMml, quanta per DGgd. Imperocché dovendo essere  $CD=CB=FL$ ; sarà anche  $DG=BL$ . Ora, essendo nel circolo  $BL.LM::LM.LF$ ; sarà  $BL$ , cioè  $DG$  ad  $LM$  in ragione sudduplicata di  $BL$  ad  $LF$ , cioè a  $BC$ : onde, essendo le velocità in  $LM$ ,  $DG$  nella stessa ragione sudduplicata delle altezze  $BL$ ,  $BC$ ; saranno detti spazietti in ragione reciproca delle velocità, e però trasmetteranno quantità d'acqua uguali. Quindi l'acqua, che passerà per tutto il semicircolo, sarà uguale all'acqua, che passerà per tutto il triangolo BHA; e raddoppiato esso triangolo col prolungare altrettanto la BA in AN, l'acqua, che uscirà per tutto il circolo, sarà uguale a quella, che uscirà per tutto il triangolo BHN, che ha le condizioni esposte nel teorema.

Da questo teorema se ne ricava facilmente il seguente. L'acqua, ch'esce per un'apertura circolare, che tocchi la superficie, all'acqua, ch'esce pel quadrato circoscritto, il quale abbia due lati verticali, e due orizzontali, sta come 4 a 5; ed è prossimamente uguale all'acqua ch'esce per un rettangolo di area, e di altezza uguale, posto parimente co' lati verticali uguali al diametro del circolo, e con uno degli altri due sulla superficie dell'acqua. Imperocché, come si è veduto, l'acqua del triangolo BHA all'acqua del quadrato BFHA sta come 2 a 5; e però l'acqua del circolo, uguale all'acqua del triangolo BHN, come 4 a 5. Ora anche l'area del circolo, e però di un rettangolo uguale al medesimo, all'area di esso quadrato sta prossimamente, come 4 a 5; e facilmente si

ricava da quanto si è detto, che se si restringono i lati BA, FH in qualunque ragione, si scemerà nella stessa ragione la quantità dell'acqua.

L'area del circolo realmente non è con accuratezza  $\frac{4}{5}$  di quella del quadrato circoscritto; ma è assai vicina. Se si piglia la proporzione d'Archimede del diametro alla circonferenza, di 7 a 22; si trova detta ragione del circolo al quadrato, 11 a 14, che differisce un poco dalla ragione 4 a 5, cioè 12 a 15, ma assai poco. Facendo, come 14 a 11, così 5 al quarto; si trova  $3 \cdot \frac{13}{14}$ : onde la quantità dell'acqua, ch'esce per quel circolo, alla quantità, ch'esce per quel rettangolo uguale, è come 4 a  $3 \cdot \frac{13}{14}$ , cioè, come 56 a 55: ragione assai prossima all'uguaglià, commettendosi uno sbaglio minore di due centesime del totale.

Si potrebbe dar anche l'esempio del metodo pel caso, in cui il foro è immerso sotto la superficie; ma il calcolo numerico è molto più composto: basterà solo l'accennare, che quanto si va più sotto essa superficie; tanto più si accosta all'uguaglià l'acqua, ch'esce pel circolo, e per la luce di un rettangolo uguale; onde sempre rimane ad ogni

modo prossimamente  $\frac{4}{5}$  di quella del quadrato. Quindi si può dire generalmente, che le quantità d'acqua, le quali usciranno da' fori circolari messi a qualunque altezza diversa, si potranno paragonare fra loro, come quelle de' quadrati, e de' rettangoli posti con due lati orizzontali, col seguente canone. Dalla radice quadrata del cubo dell'altezza sopra il fondo della luce, si levi la radice quadrata del cubo dell'altezza sopra la cima, e il residuo si moltiplichi pel lato del quadrato, o per  $\frac{4}{5}$  del diametro del circolo, o pel lato orizzontale del rettangolo; e si avrà l'espressione delle quantità d'acqua rispettive di dette figure, o si paragonino fra le diversi fori della stessa specie sommersi diversamente, o diversi anche di specie.

Trovata in questa guisa la quantità dell'acqua rispettiva nelle suddette figure, sarà anche facile il trovare in esse la velocità media pure rispettiva, e il sito di essa media velocità, il quale è molto interessante, servendo la sua determinazione per evitare il pericolo di varj equivochi: giacché, ove si dice che le quantità d'acqua sono in ragione composta delle aree delle luci, e delle velocità, e nella teoria parabolica delle aree stesse, e delle radici delle altezze; si debbono intendere le velocità medie, e le altezze della superficie sopra quella retta orizzontale, in cui la velocità attuale è uguale alla velocità media. Quindi per bene intendere, e adoperare quella regola, è cosa molto interessante il sapere, in quale retta orizzontale della figura si trovi quella media velocità.

La velocità media si trova, come abbiamo detto, dividendo la quantità dell'acqua per l'area: quindi, ove sieno date le ragioni delle quantità dell'acqua, e delle aree, saranno subito date le ragioni delle velocità medie. Nelle tre figure di altezza uguale, triangolo

colla punta sulla superficie, e colla base orizzontale; parallelogrammo colla base orizzontale, e lato opposto sulla superficie; e triangolo colla base pure orizzontale posata sulla superficie, e punta voltata in giù, si è trovato che le quantità dell'acqua stanno come i numeri 4, 5, 6 e le loro aree sono uguali; onde le velocità medie saranno come i medesimi numeri: quindi le distanze dalla superficie di quella orizzontale, in cui la velocità attuale è uguale alla media, saranno come 16, 25, 36, che sono i quadrati di detti numeri.

Per sapere, in che sito caderanno rispetto alla figura, basterà vedere, in che sito questa linea cada rispetto ad una di esse, come rispetto al parallelogrammo, o sia rettangolo, o quadrato, trovando a che parte della sua verticale corrisponda; e si saprà subito, a che parte essa corrisponda rispetto alle altre. È poi chiaro abbastanza, che nel caso di un rettangolo, sarà lo stesso il cercare il sito della velocità media della sola retta verticale, per avere quella di tutta l'area; giacché le linee orizzontali in esso sono tutte uguali, e non alterano il sito della media velocità.

Ora per trovare questa, sia DI la velocità media di tutta l'altezza AF (figura 1).

Si avrà essa, dividendo l'area AFL per AF. Essendo dunque detta area =  $\frac{2}{3} AF \times FL$ ,

dividendo per AF, sarà essa  $DI = \frac{2}{3} FL$ . Sarà dunque  $DI:FL::2:3$ ; e però  $AD:AF::4:9$ ;

giacché le ascisse sono come i quadrati delle ordinate. Quindi sarà esso sito nel rettangolo  $\frac{4}{9}$  dell'altezza sua verticale sotto la cima. Facendo ora pel triangolo, che ha

la cima in alto, come 5 a 4, così  $\frac{4}{9}$  a  $\frac{16}{45}$ ; sarà questa la misura di essa distanza dalla

cima pel medesimo; e facendo, come 5 a 6, così  $\frac{4}{9}$  a  $\frac{24}{45}$ , si avrà la distanza cercata

della base del triangolo voltato colla cima in giù; e però  $\frac{21}{45}$  sarà la distanza in esso

dalla sua punta. Mettendole insieme, e riducendole  $\frac{4}{9}$  a  $\frac{20}{45}$ , si ha questo teorema. La

distanza della orizzontale, che ha la velocità attuale uguale alla media, in un parallelogrammo, che abbia un lato sulla superficie, da esso lato di cima; in un triangolo, che abbia la punta sulla superficie, e la base orizzontale; e in un triangolo, che abbia la base orizzontale sulla superficie, e la punta in giù, contando essa distanza in amendue dalla punta dell'angolo opposto alla base; sta all'altezza verticale della figura, come il numero 20, 16, 21 a 45.

Così subito si troverà ancora la sua posizione rispetto al centro di qualunque di dette figure. Il centro nel quadrato, rettangolo, e in ogni parallelogrammo sta nel mezzo

della retta perpendicolare a' lati opposti; e in qualunque triangolo la retta parallela alla base, che passa per esso, è lontana due terzi dalla cima, e un terzo dalla base: quindi esso nel parallelogrammo rimane lontano dal lato di cima delle stesse parti  $22 \cdot \frac{1}{2}$ , nel triangolo parti 30; e però nella prima figura essa linea orizzontale sta più su del centro parti quarantesime quinte  $22 \cdot \frac{1}{2} - 20 = 2 \cdot \frac{1}{2}$ , che sono  $\frac{1}{18}$  della totale altezza. In amendue i triangoli sta più vicina alla punta, che il centro; e però nel primo triangolo più su del centro, e nel secondo più giù; in quello per  $\frac{30-16}{45} = \frac{14}{45}$ , e in questo per  $\frac{30-21}{45} = \frac{9}{45} = \frac{1}{5}$ . Quindi si ha il seguente teorema. Il sito della media velocità sta nella prima delle suddette tre figure più su del centro per  $\frac{1}{18}$  dell'altezza totale della figura; nella seconda pure più su  $\frac{14}{45}$ , cioè prossimamente un terzo; nella terza più giù per  $\frac{1}{5}$ ; trovandosi essa così molto vicina al centro nella suddetta posizione,

ne' quadrati, rettangoli, parallelogrammi di ogni sorte, e considerabilmente lontana ne' triangoli, ma più in quello, che ha la punta voltata in giù.

Nel circolo la velocità media, e il suo sito si può ricavare dal quadrato circoscritto. Giacché le quantità dell'acqua sono in esse figure come 4 a 5, cioè prossimamente, come le figure stesse; la velocità media sarà in esse prossimamente la stessa; e però il suo sito prossimamente lo stesso, cioè molto vicino al centro. Ad ogni modo sarà facile l'averne l'espressione accurata. Sia 1 a c la ragione del diametro alla circonferenza, o del raggio alla mezza circonferenza; e posto il raggio = r, sarà l'area del quadrato circoscritto 4 rr, l'area del circolo rrc; onde essendo la quantità dell'acqua in queste due figure come 5 a 4, saranno in esse le velocità come  $\frac{5}{4rr}$  a  $\frac{4}{rrc}$ , cioè 5c a 16: quindi le loro distanze dalla cima come 25cc a 16 16. Facendo, come questi numeri, così li  $\frac{4}{9}$ , distanza del sito della velocità media dalla cima nel quadrato, al quarto;

viene essa distanza pel circolo =  $\frac{4 \times 16 \times 16}{9 \times 25 cc}$ . Quindi la distanza di detto sito dal

centro viene ad essere  $\frac{1}{2} - \frac{4 \times 16 \times 16}{9 \times 25 cc}$ .

Se si pigliano per la ragione del diametro alla circonferenza i numeri tanto vicini al vero,

$$113 \text{ a } 355, \text{ sarà } c = \frac{355}{113}; \text{ onde il valore proposto sarà } \frac{1}{2} - \frac{4 \times 16 \times 16 \times 113 \times 113}{9 \times 25 \times 355 \times 355}.$$

Questo secondo numero si trova facilmente co' logaritmi prossimo a  $\frac{1000}{2169}$ ; onde si

$$\text{ha } \frac{1}{2} - \frac{1000}{2169} = \frac{169}{4338} = \frac{1}{26}.$$

Quindi nel circolo sta ancora più vicino al centro il sito della velocità media, essendone lontano solo per  $\frac{1}{26}$  del diametro.

Queste determinazioni appartengono al caso, in cui la cima della figura sta sulla superficie. Ove le medesime sono immerse colla cima stessa sotto la superficie, la determinazione è molto più composta, e vi vogliono dell'espressioni algebriche. Darò il puro risultato pel caso di un quadrato, o parallelogrammo qualunque, che abbia due lati paralleli alla superficie, il quale può servire prossimamente ancora pel circolo.

Sia l'altezza della superficie sul lato più alto =  $x$ , la quale si suole ancora chiamare il battente; l'altezza verticale della figura, cioè distanza perpendicolare de' due lati =  $a$ .

Si ricava facilmente la velocità media =  $\frac{2}{32} \left( \sqrt{(a+x)^3} - \sqrt{x^3} \right)$ , e l'altezza della linea

orizzontale della media velocità =  $x + \frac{1}{2}a - \frac{4}{9a^2} \left( \sqrt{(a+x)^3} - \sqrt{x^3} \right)$ . Questo valore com-

parisce più complicato di quello, che realmente lo sia; e si trova facilmente, massime coll'ajuto delle tavole paraboliche, nelle quali dati i numeri  $x$ , ed  $a+x$ , si trovano i due radicali loro corrispondenti nella terza colonna. Darò un esempio numerico, in cui le radici sono estraibili con accuratezza.

Sia l'altezza verticale della figura  $a=5$ , il battente  $x=4$ : sarà  $a+x=9$ ,

$\sqrt{x^3} = 8, \sqrt{(a+x)^3} = 27$ , la loro differenza = 19, il suo quadrato = 361, e però il valore

$$\text{cercato} = 4 + 2 \cdot \frac{1}{2} - \frac{4 \times 361}{9 \times 25} = 6 - \frac{418}{1000} = \frac{82}{1000};$$

il quale numero all'intera altezza verticale 5 sta come 82 a 5000, o sia prossimamente, come 1 a 61.

Quindi si vede, che quando la figura s'immerge sotto la superficie, il sito della media velocità si accosta subito assai al centro in questa sorte di figure; e maneggiando il calcolo a dovere, facilmente si ricava dalla formola, che abbiamo messa, che, se il battente  $x$  è a molti doppj maggiore dell'altezza verticale della figura, che nel quadrato è il suo lato; la distanza del sito della velocità media resterà sopra il centro di essa figura per  $\frac{1}{48}$  della terza continuamente proporzionale dopo il suddetto battente, e la



stessa altezza verticale della figura; onde, se si concepisca il battente infinito, rispetto ad essa altezza verticale; allora svanita quella distanza, la linea della media velocità passa pel centro.

In tutte poi le figure, ove il battente sia molto grande, rispetto all'altezza della figura, si può pigliare qualunque punto verso il mezzo di essa, per sito della media velocità, differendo allora pochissimo fra loro le velocità tutte.

Avuta la distanza della linea della media velocità dal centro, si può facilmente ricavare l'errore, che si commette col pigliare la velocità del centro per velocità media. Ove le quantità svariano di poco, la differenza delle radici alla radice maggiore ha prossimamente la ragione, che ha la differenza delle radici al doppio della medesima radice maggiore. Quindi essendo le velocità come le radici delle altezze, si ricava il seguente teorema. Come la distanza della linea della velocità media dal centro alla doppia altezza della superficie sopra il centro medesimo; così l'errore, che si commette nella velocità, o nella quantità dell'acqua, pigliando la velocità del centro per la media velocità, alla medesima velocità media, o alla medesima quantità d'acqua.

Da questo teorema si ricava che nel primo de' due casi, che abbiamo trattati, in cui qualunque quadrato, o parallelogrammo sia collocato contiguo alla superficie, si

commetterebbe un errore di  $\frac{1}{18}$  del totale; e nel secondo, in cui una bocca di 5 once

di altezza è collocata con un battente di 4 sulla sua cima, se ne commetterebbe uno

incomparabilmente minore, cioè di  $\frac{5}{61 \times 13} = \frac{1}{159}$  : giacché nel primo caso, diviso

il lato del quadrato in parti 18, la distanza della linea dal centro è =1, e l'altezza della

superficie dal centro è =9, il di cui doppio è 18; e nel secondo la distanza dal centro si

è trovata  $\frac{1}{61}$  dello stesso lato, ch'era 5, e però  $\frac{5}{61}$ , e l'altezza della superficie sul

centro veniva ad essere  $6 \cdot \frac{1}{2}$ , onde il suo doppio era 13, a cui  $\frac{5}{61}$  stanno come 1 a

$\frac{61 \times 13}{5} = \frac{793}{5}$ , cioè prossimamente, come 1 a 159.

Se ne ricava finalmente, che per poco, che un quadrato, un rettangolo, un parallelogrammo, un circolo sieno collocati sotto la superficie nel modo esposto, si può senza errore notevole, la velocità del centro pigliare per la velocità media; onde in tali figure si ha prossimamente il teorema, che le quantità d'acqua sono in ragione composta delle aree delle luci, e delle radici dell'altezza della superficie sopra il centro. Chi volesse un'esattezza maggiore, potrebbe averla facilmente co' principj, che ho qui esposti, servendosi della radice dell'altezza sopra il sito della velocità media. Non succede lo steso in moltissime altre figure, come ne' triangoli, ne' quali abbiamo trovate differenze tanto maggiori.

Ma io oramai mi sono divagato troppo, lasciandomi in certo modo strascinare dalle tante verità, che si affollano da ogni parte, tutte belle, e tutte in tal maniera connesse tra loro, che ciascuna ne tira dietro e cento, e mille; e se uno non si sa contenere, e limitarsi, non trova mai la via da finirla. Mi rimane solo in questo genere da far avvertire una cosa, che trascurata, potrebbe far cadere in molti, e gravissimi errori. Ove due figure si paragonano insieme con diversi metodi, è necessario stare attento per non errare, di non pigliare in un metodo un'espressione giusta della quantità dell'acqua, e in un altro un'altra nata da qualche cosa, che si sia trascurata: come, ove nell'adoperar la parabola si prenda il rettangolo dell'ascissa coll'ordinata intero, in vece di due terzi di esso, e nell'integrare per un'altra curva, si prenda l'intera formola esatta. Ma lo spiegare, ed esemplificare tutte queste cose ci porterebbe troppo in lungo.

Così pure troppo lunga cosa sarebbe il dare gli esempi pel metodo delle interpolazioni, tanto per le acque, ch'escono dalle aperture de' vasi, quanto per quelle, che corrono per gli alvei. Per queste in oltre converrebbe avere un numero sufficiente di osservazioni in varie linee vicine di una data sezione. Quando però non si cerca una grande esattezza, si possono adoperare anche de' metodi più compendiosi; ma basterà quanto si è detto fin ora, per rischiarare i principj, sulli quali si appoggiano le regole di queste misure, e dar l'idea distinta delle medesime regole.

Solo aggiugnerò due cose. La prima si è, che da quello, che si è detto, si vede bene, quanto sia espediente il fare le aperture, quanto più si può, simili, e vicine all'uguaglianza, o almeno di forma rettangolare, e circolare, acciò le regole prescritte possano avere un uso facile, e sicuro.

La seconda si è, che le regole proposte per determinare la quantità dell'acqua, che dee uscire per le aperture, possono essere alterate alquanto dalla frizione, e da altri impedimenti accidentali, massime dalla costituzione de' canali, i quali ricevono le acque uscite dalle medesime aperture. Se questi hanno poca pendenza, o se incontrano degli ostacoli più innanzi, possono formare una specie di rigurgito, ed impedire in parte la velocità, sulla quale le regole si fondano. Per questo sarà bene, dopo formate le aperture, osservare co' galleggianti, e colla deviazione della palla le velocità attuali, e ricavarne le attuali quantità d'acqua, per vedere se si accordano col risultato de' calcoli precedenti, per slargare, o ristignere le stesse aperture, finché si abbia più accuratamente quel, che si cerca.

Ma V. R. sa molto meglio di me tutte queste cose, avendo da tanti anni unita una pratica continuata alle teorie; onde è cosa troppo inutile, che io mi diffonda davvantaggio. Mi fermo adunque, e la prego a perdonarmi la troppa prolissità, di cui la maggiore colpa ne ha la grande fecondità dell'argomento.

## 14 Il torrente Caina nei dintorni di Perugia (1766)



*Fiumi e torrenti nel territorio di Marsciano<sup>169</sup>*

Alcuni problemi di salute costrinsero Boscovich a trascorrere una parte dell'anno 1765 a Viterbo per sottoporsi a cure. Ad agosto del 1765 il matematico ed astronomo francese Joseph Jerome de Lalande, conosciuto da Boscovich durante il suo soggiorno

<sup>169</sup> NICO OTTAVIANI [2008], p. 115.

parigino, giunse in Italia e per i successivi dodici mesi fu impegnato in un lungo viaggio lungo la penisola. Visitò alcune importanti città, tra cui Torino, Milano, Firenze, Roma, Napoli, Perugia, Ancona, Venezia e Genova<sup>170</sup>. Boscovich accompagnò Lalande per alcuni mesi; il 26 novembre 1765 scrivendo a G. S. Conti, riferì di essere rientrato a Pavia da tre giorni e che il giorno prima si era separato da Lalande “che tirò avanti per Genova”<sup>171</sup>. Fino a settembre del 1766 Boscovich si divise tra Pavia e Milano, dove stavano proseguendo i lavori per la realizzazione di un osservatorio astronomico presso il collegio dei gesuiti di Brera.

Alla fine di settembre, su richiesta dei Delegati Apostolici, si recò a Perugia per esaminare i problemi dovuti al regime irregolare dei torrenti Nistore e Caina e per dare una nuova sistemazione al corso di quest'ultimo.

Il territorio umbro, oltre ad ampie zone montuose e collinari, presentava strette valli attraversate da fiumi e torrenti. Il bacino del Tevere e dei suoi maggiori affluenti rappresentò sin dall'antichità un importante collegamento non solo tra le singole parti della regione, ma anche tra i porti del Tirreno e quelli dell'Adriatico. La zona, compresa tra Perugia a nord e Marsciano a sud e delimitata dai confini naturali del Tevere e del Nistore, individuava una sorta di comprensorio fluviale e territoriale. I corsi d'acqua costituivano non solo vie di comunicazione navigabili o attraversabili, ma anche luoghi lungo i quali si praticavano la pesca o l'attività molitoria. Essi dunque rappresentavano una preziosa risorsa da sfruttare, ma anche un potenziale pericolo distruttivo, da controllare e limitare il più possibile. Sin dall'antichità furono documentati lavori di drenaggio delle acque e di incanalamento dei corsi fluviali, lavori che consentirono di sottrarre numerosi territori alla palude. La caduta dell'impero romano, la scomparsa degli antichi insediamenti di pianura e il trasferimento della popolazione sulle alture comportarono la distruzione del sistema di drenaggio delle acque e il conseguente impaludamento delle pianure<sup>172</sup>.

Nel XII secolo si tentarono nuove bonifiche per estendere lo spazio coltivabile mediante la costruzione di fossi e canali per il deflusso delle acque. I pontefici e le signorie locali presero provvedimenti per il prosciugamento di zone paludose e per l'arginatura dei corsi d'acqua. A partire dal XVI secolo nacquero specifiche istituzioni a tutela delle acque correnti: con la creazione da parte del pontefice Sisto V della Sacra Congregazione delle Acque (1588), da Roma iniziarono ad essere inviati dei delegati col compito di monitorare lo stato dei fiumi e delle acque, ma i risultati pratici furono poco consistenti poiché spesso gli interessi individuali prevalsero su quelli della comunità. Gli interventi più comuni di controllo idraulico e di prevenzione della inondazioni consistevano nella correzione dei meandri più instabili, nel mantenere libero il deflusso delle acque, nello scavo dei letti dei fiumi e dei torrenti e nella costruzione

---

<sup>170</sup> Rientrato in Francia Lalande pubblicò un lungo resoconto del viaggio in otto volumi. LALANDE [1769].

<sup>171</sup> PROVERBIO [2008], vol. V/1, p. 259.

<sup>172</sup> GROHMANN [1990], MIGLIORATI [1990].

e nel consolidamento degli argini. Questi interventi erano coerenti con la tradizione delle tecniche idrauliche empiriche, basate su un approccio pratico<sup>173</sup>.

Lo studio della documentazione cartografica ha permesso di mettere in luce numerose situazioni di conflittualità idraulica che riguardarono le campagne umbre lungo la valle del Tevere e dei corsi d'acqua minori, tra cui il Nistore e la Caina. Il disordine idraulico, le frequenti inondazioni, le variazioni d'alveo del Tevere nei tratti più tortuosi furono causa di numerose controversie. Nella maggior parte dei casi queste videro protagonista il Monastero di S. Pietro di Perugia che, a partire dalla seconda metà del Cinquecento, adottò una politica di accorpamento delle sue proprietà lungo il Tevere nel tentativo di eliminare le polemiche coi confinanti. La continuità dei possedimenti lungo il fiume consentì al monastero di attuare interventi di controllo delle acque, di arginature e opere difensive contro le inondazioni e le corrosioni<sup>174</sup>.

Nella seconda metà del XVI secolo, come effetto del disboscamento, si ripropose il problema dello straripamento di fiumi e torrenti; le misure di prevenzione riguardarono l'escavazione degli alvei, il consolidamento e la pulitura degli argini da arbusti e alberi che ostacolavano il deflusso delle acque. Nel 1695 si ebbe il primo tentativo di intervento per affrontare il problema del dissesto idraulico, ma il progetto presentato dall'architetto Francesco Sforzini (1638-1711) per la città di Foligno non fu attuato per l'eccessivo costo.

Occasionalmente funzionarono alcune congregazioni di proprietari, come quella per l'inallveamento del torrente Caina a metà del Settecento. Si assistette in questo periodo ad un nuovo approccio dei tecnici, ingegneri e matematici, che percorsero le campagne umbre, chiamati da Bologna e Roma per indagare i problemi posti dal regime irregolare dei fiumi. Nel 1765 il delegato apostolico di Perugia e la congregazione dei centoventidue proprietari adiacenti alla Caina ordinarono una serie di perizie affidate all'ingegnere bolognese Giuseppe Antonio Alberti<sup>175</sup> e a Ruggiero Boscovich. Alberti prima e Boscovich poi visitarono la Caina "dal pantano, da dove dicesi abbia il suo principio sino al suo termine nell'imboccatura del Nistore, affluente del Tevere". Ogni anno il torrente, nel tempo delle massime piene invernali, usciva dal suo letto e inondava gran parte del territorio, devastandolo e rendendone impossibile la messa a coltura: nel corso della visita furono ricercate le cause della sua irregolarità e furono avanzate proposte di soluzioni. Le numerose osservazioni effettuate permisero di stabilire la larghezza e l'altezza dell'alveo e il livello della pendenza lungo tutto il percorso. Per calcolare la

<sup>173</sup> MIGLIORATI [1990], pp. 99-101.

<sup>174</sup> MIGLIORATI [1990], p. 97.

<sup>175</sup> Giuseppe Francesco Antonio Alberti (Bologna 1712 - Perugia 1768), pubblico ingegnere, architetto e idrostatico, collaborò a importanti lavori idraulici e catastali nell'Emilia e nell'Umbria. Realizzò alcune carte con i profili della Caina e del Nistore, fu inoltre autore di due progetti: il primo si riduceva ad un'arginatura della Caina, il secondo prevedeva la demolizione di due chiuse costruite sul Nistore e il pulimento dell'alveo della Caina, nella convinzione che abbassatosi il letto del Nistore si dovesse abbassare anche quello della Caina reprimendo senza arginatura le sue espansioni.

velocità dell'acqua furono gettati dei galleggianti in alcuni siti e si contò quanti passi scorrevano in ogni minuto: furono riscontrate una bassa velocità e un innalzamento dell'alveo causato da ammassi di detriti. Oltre alle cause generali, prima fra tutte la difficoltosa imboccatura della Caina nel Nistore, ne furono individuate alcune particolari: le chiuse dei molini troppo ravvicinate e costruite lungo tutto l'alveo, la rovina di gran parte delle ripe avevano ristretto l'alveo di quasi un terzo. Nel Nistore furono rilevati un notevole disordine di tronchi d'albero ricaduti, "un ordigno da pesca, con una specie di palizzata, e graticciata" che occupava l'alveo per tre piedi, e una serie di "pali battuti nel mezzo istesso dell'alveo per macerar le canape".

Dopo aver visionato piante e profili e dopo aver letto le relazioni dell'ingegner Alberti, tra il 27 settembre ed il 2 ottobre 1766 Boscovich visitò l'intero corso del Nistore, dal Tevere all'insù fino alla confluenza della Caina, e successivamente la Caina medesima, dallo sbocco nel Nistore fino al ponte del Colle, dove iniziavano i maggiori danni. Durante i sopralluoghi prese varie misure ed effettuò numerose livellazioni; i risultati furono raccolti in una scrittura contenente sia considerazioni generali sulla teoria dei fiumi, sia osservazioni particolari relative al caso preso in esame.

Nella prima parte della relazione Boscovich riportò le pendenze ricavate dalle livellazioni di Alberti nella Caina e nel Nistore e le confrontò con le proprie. La Caina veniva divisa in due parti, dal ponte di Colle a quello di Monte Mellino e da questo alla confluenza nel Nistore. La pendenza nel primo tratto risultò molto maggiore di quella nel secondo per tre motivi: la presenza di molta più ghiaia, una minore quantità di acqua ed una maggiore torbidezza. Boscovich manifestò alcuni dubbi sui risultati trovati da Alberti; per avere un riscontro rifece alcune livellazioni e si convinse dell'esattezza delle proprie osservazioni e dell'imprecisione di quelle dell'ingegnere, dovute anche allo strumento da lui utilizzato. Alberti si era servito del cannocchiale a livello, così descritto da Boscovich: esso "consiste in un cannocchiale con una punta nel foco del suo obiettivo, la quale serve di dioptra, e in un peso esposto all'aria libera, che ne determina la direzione".

Boscovich individuò incongruenze nelle sezioni prese e nel confronto del fondo della Caina con i piani delle campagne contigue e con gli argini. A causa della loro imprecisione le misure non potevano servire per determinare le operazioni da fare nelle diverse parti dell'alveo; per questo motivo Boscovich si sarebbe limitato a dare un'idea generale dei lavori da eseguire e nell'accingersi alla loro esecuzione si sarebbero effettuate di mano in mano, con una livellazione più sicura, le misure richieste.

Il gesuita prestò particolare attenzione agli interrimenti ed innalzamenti dell'alveo e alle loro cause, analizzando alcuni siti particolari. L'innalzamento dell'alveo della Caina era stato osservato da Boscovich al ponte di Monte Mellino, dove rimaneva "poca luce" per il passaggio dell'acqua. In quel sito si ebbero le maggiori deposizioni, ma dovunque il fondo era superiore alla campagna o poco inferiore. La prova più convincente dell'innalzamento dell'alveo della Caina e del Nistore era l'essersi alzate tutte le chiuse e le macine dei molini: tra le cause vi erano la "velocità minore del bisogno" e la diminuzione della medesima nel passaggio da una maggiore ad una minore

pendenza. Boscovich inserì un approfondimento relativo al rapporto che sussisteva nei fiumi tra velocità e pendenza, accennando la teoria sostenuta da Alberti ed esponendo più dettagliatamente la propria.

Boscovich non credeva che la Caina avesse avuto sempre la stessa pendenza; inizialmente seguì l'andamento della campagna, andando a poco a poco ad incavare il proprio letto. Libera da ostacoli e trovando un fondo adatto ad essere corroso, nel corso dei secoli stabilizzò la propria pendenza, maggiore all'inizio e minore nel seguito, a seconda delle materie trasportate, più o meno grosse, e della quantità d'acqua ricevuta.

Tra i disordini del Nistore vi erano l'ingombro e il restringimento dell'alveo, soprattutto vicino allo sbocco nel Tevere, causato da un "ordegno da pesca". Altre cause che contribuirono ad innalzare l'alveo furono un aumento della coltivazione delle colline, i disordini nella Caina e nel Nistore e le chiuse dei molini che attraversavano il letto di entrambi. Boscovich ribadì più volte la pericolosità dei molini costruiti in fiumi che non abbiano una pendenza molto maggiore del necessario e dimostrò che, pur rimuovendo le chiuse, non si sarebbe risolto il problema a causa della difficoltà di asportare gli interrimenti, arrestati e induriti da lungo tempo.

Dopo aver discusso teoricamente tante materie ed esposto molte osservazioni, Boscovich dedusse le "vere cagioni delle inondazioni" e propose i lavori opportuni per impedirle. L'alveo attuale della Caina era insufficiente per contenere tutte le acque che vi cadevano: tale incapacità derivava dall'alzamento del fondo, dalla bassezza delle ripe, dalla mancanza e devastazione degli argini e dalle chiuse dei molini. Alberti aveva proposto due rimedi: "fare una continuata generale arginatura alla Caina" e rimuovere le prime due chiuse del Nistore, quelle di Mercatello e Compignano, o almeno la prima, e ripristinarle dopo che il fiume colle corrosioni avesse scavato il proprio alveo. Prendendo spunto da questi progetti Boscovich ne ricavò un terzo, nel quale proponeva come espedienti l'abbassamento e la demolizione, almeno temporanea, di alcune chiuse, l'arginatura in alcuni siti e lo scavo in altri. Se non si fossero abbassate o demolite le chiuse dei padri Olivetani e del conte Montesperelli<sup>176</sup>, gli altri lavori sarebbero stati inutili. Le inondazioni della Caina erano dovute all'incapacità del suo alveo di ricevere tutte le acque che in essa si versavano. Boscovich enumerò le uniche tre maniere, tutte altrettanto valide, con cui si poteva aumentare la capacità dell'alveo: "o col mettere la Natura in istato da sprofondarlo da se colla corrosione correlativa alla velocità accresciuta dalla rimozione degli ostacoli, o collo sprofondarlo, e dilatarlo coll'opere manuali, o coll'arginarlo".

Infine elencò i lavori da eseguire, in base alla loro priorità: pulire ed allargare il Nistore vicino alla confluenza, demolire o abbassare provvisoriamente la chiusa di Mercatello, scavare l'alveo della Caina e le chiuse dei molini e, con la terra ricavata, fortificare e risarcire gli argini. Dopo le piene dell'inverno si sarebbe dovuto: fare una nuova livellazione per vedere la relazione tra fondo e argini, dove c'erano, e tra fondo e

---

<sup>176</sup> Conti Montesperelli, patrizi di Perugia. La famiglia prendeva il nome dal castello posto sul Monte Sperello tra le località di Magione e Corciano, a ovest di Perugia.

campagna, dove mancavano; rimettere le chiuse dei molini, precedentemente demolite o abbassate; prevedere un sistema per la loro manutenzione, proibendo di rialzare le chiuse e di ingombrare l'alveo o devastarne argini e ripe.

Alla relazione seguì il *Ristretto del parere*, nel quale Boscovich riportò in sintesi i principali argomenti discussi: oltre ad alcune osservazioni appartenenti alla teoria generale dei fiumi, vi si trovavano molte considerazioni particolari riferite al caso preso in esame.

Nelle loro relazioni Alberti e Boscovich richiamarono più volte le osservazioni e gli insegnamenti di Castelli, Guglielmini e Lecchi. Gli interventi proposti per regolarizzare la Caina e il Nistore si scontrarono con gli interessi sia dei proprietari terrieri che dei gestori dei molini, ma furono significativi per aver riconosciuto nel disboscamento una delle cause principali dell'irregolarità del regime dei corsi d'acqua.

Boscovich rientrò a Milano alla fine di ottobre del 1766: il suo soggiorno in Umbria era durato più del previsto, come dichiarò lui stesso in una lettera a G. S. Conti, inviata da Cortona il 15 ottobre: "Ho dovuto fermarmi assai più, che non credevo. Ho faticato come una bestia, e appena finita la notte antipassata una lunga scrittura partii da Perugia per l'altro per certi beni del Collegio"<sup>177</sup>. (*mgl*)

*Scrittura del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù sulle torrenti Caina, e Nistore da lui visitati a istanza de' Signori Delegati Apostolici pel nuovo regolamento da darvisi ad oggetto di impedire le continue, ed eccessive inondazioni del primo*<sup>178</sup>

Essendomi portato a Perugia a richiesta de' Signori Delegati Apostolici pel nuovo regolamento da darsi al Torrente Caina, ho ricevute da essi le carte delineate dal Signor Antonio Alberti pubblico Ingegnere, Architetto, e Idrostatico di Bologna, nelle quali si contengono le piante, e profili della stessa Caina, e del Nistore suo recipiente col risultato delle sue livellazioni, e misure, e le sue relazioni, e progetti, il primo de' quali si riduce a un arginatura di essa Caina, sul supposto, che non debbano toccarsi le chiuse de' molini costruite sul Nistore medesimo, e il secondo alla demolizione delle prime due chiuse, o almeno della prima, col solo ripulimento di Caina, sulla persuasione, che abbassatosi in questa guisa il letto di esso Nistore, si debba abbassare da se anche quello della Caina, reprimendosi così senza arginatura le espansioni di questo, per poi rimettere le chiuse demolite dopo tali abbassamenti. Si afferma, che col secondo progetto si rende la spesa al doppio minore: si parla nelle scritture medesime delle cagioni de' danni, che produce la Caina, si propongono varie utili riflessioni, e si citano varj passi di qualche Autore classico in materia di acque correnti.

<sup>177</sup> ARRIGHI [1980], p. 213.

<sup>178</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 57-63, Item 55, cc. 40.



Incaricato di esaminare questi progetti, e fare un accesso sugli luoghi opportuni, ho in primo luogo data un'occhiata alle carte suddette, e lette con attenzione le scritture: la sola ispezione della carta grandissima, che contiene tutto il corso della Caina colle altezze dell'acqua, degli argini, dove essi vi sono, delle adjacenti campagne, collo sbocco di tutti gli scoli, disegno di tutti i ponti, e de' molini, e indicazione de' padroni confinanti, esposto tutto con una delineazione elegante, con buon ordine, e distinzione, e chiarezza, mi ha fatto vedere, che una tale opera gli deve avere costato una lunga, ed enorme fatica, richiedendo insieme la medesima per farla esatta una grande applicazione, e discernimento. Indi mi sono portato a riconoscere tutte le cose più interessanti sul luogo, con una visita seguita di 6 giorni, facendo ancora unitamente con esso qualche livellazione; e finalmente ritornato a Perugia mi sono rimesso a considerare, e confrontare insieme ogni cosa. Dopo le diligenze suddette espongo in questi fogli tutto quello, che i miei deboli lumi mi suggeriscono sulla presente materia, che è sommamente interessante.

Sbocca la Caina verso il ponte di Colle da' siti più montuosi, e ristretti in una valle, che si va distendendo, e dilatando dove più, dove meno, finché ricade nel Nistore poco sotto Pieve di Caina. Ha varie piccole tortuosità, e due grandi piegature una sotto Monte Mellino, e l'altra sotto S. Mariano, facendo un corso dal suddetto ponte di Colle fino allo sbocco nel Nistore di circa 15 miglia Perugine di 5000 piedi l'uno, se si computi secondo il suo tortuoso andamento, delle quali ve ne sono incirca 6 fino al ponte di Monte Mellino, ove comincia la prima grande svoltata, e le altre 9, fino al Nistore. Riceve varj torrentelli, e tutti gli scoli delle adjacenti campagne piane, tra li quali vi è una fossa di acqua perenne, che viene dal Lago formandone l'emissario, ed entra in essa poco più su del ponte di Monte Mellino. Sotto il ponte di Colle ha della giara grosserella, la quale v'è diminuendosi più al basso, rimanendone libera nella vicinanza del ponte suddetto di Monte Mellino, se non che in qualche sito se ne trova qualche poco, ma della assai minuta, che le viene da qualche torrentello, che non ha finito di spogliarsene affatto nell'attraversare la pianura.

Il Nistore sbocca nella medesima pianura sul fine di essa, sepellendosi frà monti con foci assai strette, e con grandi tortuosità poco dopo di avere ricevuta la Caina, finché poco più sù di Marsciano sbocca in un paese più aperto, e piano, andando a ricadere nel Tevere tre miglia sotto detta Terra, dopo un viaggio di circa miglia 15.1/2 secondo il tortuoso suo andamento.

Le campagne adjacenti alla Caina sono molto estese, e di ottimo terreno, onde sarebbero fecondissime, se le frequenti escrescenze di esso fiume, versando una prodigiosa quantità d'acqua non le devastassero, facendo perire le semente, e rovinando in varj siti ogni cosa. Il rimedio di questo disordine essendo l'oggetto della mia commissione, mi portai la mattina de' 27 dello scorso Settembre del corrente anno 1766 a Marsciano, visitando in quello, e ne' susseguenti 5 giorni prima tutto il Nistore, che è il recipiente di essa Caina dal Tevere in sù, indi la Caina medesima dalla confluenza fino al suddetto ponte di Colle.

In questa visita io non ho ne misurate le distanze de' diversi punti dell'alveo, e le sue larghezze, e altezze, o sia sezioni, ne livellate le sue pendenze, cosa, che richiede

altro tempo, e lavoro, che quello di un semplice accesso locale, e la cui operazione meccanica non si appartiene ad un Professore di Matematica, ma ad un Agrimensore, o Ingegnere. Ad ogni modo per servire il meno male che mi fosse possibile, ho cercato di avere qualche riscontro col fare due livellazioni in due siti diversi, come ho accennato di sopra, delle quali parlerò in appresso. Ho osservate le velocità, gettando in alcuni siti ancora de' galleggianti, e contando quanti passi scorrevano per minuto. Ho osservati con attenzione i disordini, che vi sono nelle ripe, nel fondo, negli argini, dove questi si trovano, le diverse qualità de' fondi dell'alveo, i ponti, e i molini, che ho incontrati. I molini li ho veduti, ed esaminati tutti, toltone un solo de' P. P. Olivetani sulla Caina, il quale mi sono accorto dopo, che era il più importante, ma nella piccola cartina, che si portò fuori, esso non vi era, e fù trascorso nello scostarsi dal fiume per un diluvio di pioggia, che per se stesso, e per li fossi, e torrentelli tutti gonfi, impedì il seguir a costeggiare la Caina. Ad esso feci poi una scorsa particolare da Perugia.

Per cominciare dalle livellazioni, queste prima di partire le avevo ricavate dalle scritture, e profili del Signor Alberti. Egli dice, che la Caina ha una pendenza regolata dal ponte del Colle fino al ponte di Monte Mellino, e un'altra pur regolata molto minore di là fino al Nistore, facendo la prima in 6 miglia di piedi 18 per miglio, e la seconda in 9 miglia di 6 piedi per miglio, sicché le suddette due pendenze facciano un angolo nel suddetto ponte. Il Nistore egli lo divide in quattro parti: la prima dalla confluenza fino alla chiusa del primo suo molino, che è quello di Mercatello, da questa alla prossima chiusa del molino di Compignano, da essa alla seguente del Molino della Morcella, e finalmente da questa al Tevere. Il primo tratto lo fà di circa miglia due e mezzo colla pendenza di piedi  $5 \cdot \frac{1}{2}$  per miglio, il secondo di circa 4 colla pendenza di piedi  $4 \cdot \frac{1}{3}$

per miglio, il terzo di miglia  $2 \cdot \frac{1}{2}$  colla pendenza di piedi  $5 \cdot \frac{2}{3}$  per miglio, il quarto

di circa miglia  $6 \cdot \frac{1}{2}$ , colla pendenza di piedi 12 per miglio, le quali pendenze sono state da esso prese tutte sul fondo de' due fiumi, o torrenti.

Quest'ultimo tratto sulli numeri delle sue livellazioni l'ho ridiviso io in due parti, la prima dalla chiusa del molino di Morcella fino all'imboccature di due torrenti, che vi entrano dalla sua diritta vicinissimi l'uno all'altro, e vi portano gran quantità di sassi, grossi anche due piedi, massime il più alto di essi, che si chiama Tienna, chiamandosi l'altro Frosinone, la seconda di là fino al Tevere. Il primo tratto, che è privo di sassi, e giara, contiene poco più di 3 miglia con poco più di 5 piedi di pendenza per miglio, ed il secondo poco più di 3 miglia e mezzo, con piedi  $15 \cdot \frac{3}{5}$  di pendenza per miglio.

Paragonando insieme questi due tratti della Caina, e cinque del Nistore si trova la pendenza di piedi per miglio 18; 6;  $5 \cdot \frac{1}{2}$ ;  $4 \cdot \frac{1}{3}$ ;  $5 \cdot \frac{2}{3}$ ;  $15 \cdot \frac{3}{5}$ . Che il primo pezzo di

Caina abbia considerabilmente maggiore pendenza del secondo, è cosa molto naturale per tre motivi. In primo luogo perché ivi, come si è detto, essa in quel primo tratto camina in giara, e nella seconda ne è priva quasi totalmente; in secondo luogo, perché ivi più vicino alla sua sorgente ha molto meno acqua, che più giù, ove vi si aggiungono gli scoli delle inferiori campagne, e soprattutto l'acqua perenne dell'emissario del lago; in terzo luogo, perché questa acqua perenne del lago, che si aggiunge al secondo suo tratto, è abitualmente acqua chiara: tutte queste tre ragioni contribuiscono a quella differenza di pendenza, e giacché l'emissario, come si è detto entra in vicinanza del ponte di Monte Mellino, ivi vi deve essere una mutazione più sensibile.

È cosa troppo manifesta, che i fiumi, ove portano materie più grosse, devono avere una pendenza maggiore in parità di altre cose; giacché lo sforzo, che fanno per ruotolarle in giù, in una pendenza maggiore è aiutato più dal peso naturale delle materie medesime spinte obliquamente dalla gravità loro con più forza per li piani più elevati sopra l'orizzonte. Ove l'obliquità del piano è troppo piccola rispetto all'orizzonte medesimo, dette materie sono abbandonate più presto, e vi si ammassano: inalzano così il fondo, formandosi con questo istesso alzamento delle parti superiori un piano più pendente: cresce questo effetto, finché si arrivi a quella pendenza, che corrisponde a quella quantità, e velocità d'acqua, e a quella grossezza di materie, che da essa devono essere portate innanzi; onde in parità di altre cose deve la pendenza essere maggiore, ove le materie del fondo sono più grosse, vedendosi generalmente confermata questa teoria da tutte le osservazioni de' fiumi, e de torrenti.

La minore copia d'acqua in parità d'altre cose porta pure seco una pendenza maggiore, esercitandosi minore forza per far avanzare le materie, e impedire le deposizioni superiori da una quantità d'acqua minore, e per questo generalmente si vede, che anche i fiumi grandi, ove scorrono liberi, e non impediti, più che vanno innanzi accresciuti dalle acque tributarie de' loro influenti, più scemano di pendenza, formando, se si prescinde dalla curvatura della superficie terrestre, una specie di linea concava verso il cielo.

Per la stessa ragione delle deposizioni nelle parti più vicine all'origine, in parità di altre cose è unita sempre una maggiore pendenza alla maggiore torbidezza. Quindi il principio, su cui si appoggiava nel Bolognese il gran progetto del Cavo Benedettino, si era l'acqua chiara delle valli, che unita alla torbida dell'Idige, e degli altri torrenti, doveva convogliarla più facilmente, e però richiedere minor pendenza, e sarebbe riuscito infallibilmente a mio giudizio, se non si fosse introdotta nel cavo stesso la torbida sola dell'Idige prima di potervi introdurre la chiara, che la stemprasse, e questa ancora senza fare una chiusa abbastanza forte, che impedisse all'Idige tanto più alto lo strascinarvi il suo letto interrito, come fece al primo rompersi di quella, e se non si fosse sbagliato tanto enormemente nelle prime livellazioni allora supposte per esatte, e riconosciute fallaci nella ultima visita con una pendenza troppo minore della creduta nella formazione del progetto medesimo.

Queste tre ragioni le ho riconosciute nella Caina tutte e tre nella mia visita. Ho veduta la giara in quella parte superiore del suo letto, e il fondo retto nella inferiore al ponte di Monte Mellino: ho trovato in quella parte superiore un gran tratto totalmente asciutto,

e il resto assai povero di acque, mentre l'inferiore all'emissario ne menava assai più, oltre a' fossi, e torrentelli, che inferiormente vi si aggiungono, e devono accrescere l'acqua al fiume in tempo di piogge nelle parti inferiori, e oltre alle vene, che vi entrano portandovela continuamente: ho finalmente osservato il sito, in cui entra l'emissario nel fiume, ed è cosa manifesta, che il fondo perenne della sua acqua, è l'acqua chiara del lago; sicché per questo conto l'idea generale delle due diverse pendenze della Caina, che si vede nelle livellazioni del Signor Ingegnere combina colla natura, relativamente a' riscontri avutine nella visita.

Combina essa ancora nel Nistore, ivi ove fuori de' siti impediti dalle angustie de' monti, e dalle troppo vicine chiuse de' molini corre più libero. Il penultimo suo tratto libero da' sassi, e dalla giara grossa ha una pendenza tanto minore, che l'ultimo, il quale massime nella vicinanza di que' due torrenti si trova ingombrato da masse così enormi, e pesanti.

In que' due tratti non vi è la terza delle suddette cagioni, cioè alcun nuovo corpo considerabile di acqua chiara, che entri nel fiume, e delle altre due cioè la qualità delle materie strascinate, e la quantità delle acque, la prima, che fa crescere la pendenza, prevale troppo alla seconda, che la farebbe scemare, perché a proporzione del lungo tratto superiore, e della quantità di paese, che tramanda le acque nel Nistore, è troppo poco quello, che se gli aggiunge sotto i suddetti due torrenti; e la grossezza delle pietre strascinate da essi nel letto è troppo enorme, come ho osservato io stesso, essendovene, come pure ho veduto io medesimo, ed ho accennato di sopra, di quelle, che arrivano a' due piedi di grossezza, e queste in buon numero, arrivando molto più giù anche di Marsciano delle pietre molto grosse, e de' sassi non ancora ben lisciati, e ridotti a giara formata fino alla stessa imboccatura nel Tevere.

Con tutta questa corrispondenza de' risultati generali delle suddette livellazioni colla ispezione delle circostanze locali, osservate nella visita, non posso negare, che mi sono nati de' dubj sulla quantità delle differenze delle suddette pendenze, e su tutto l'individuo progresso de' suoi risultati particolari.

In primo luogo non portando la Caina in quel primo suo tratto, che giara molto minuta, mi pare, che non dovrebbe ivi avere una pendenza tanto precipitosa, colla quale anzi dovrebbe escavare il suo fondo; eppure non solo non lo ha escavato, ma inoltre non vedendosi de' considerabili interrimenti in cima al ponte di Colle, ve ne sono non solo in fondo a detto tratto in vicinanza dell'angolo delle due pendenze, ma anche nel decorso di esso. Indi non mi è comparso, che le cagioni, le quali introducano la diversità di quelle due pendenze, ne debbano introdurre tanta. Le giare, che vi sono nel fondo del primo tratto sono troppo minute per richiedere tanta pendenza in un sito, che non la richiede da se; giacché non vi sono ne scogli, ne tufi, ne altro ostacolo troppo forte in quella pianura la quale in quel tratto non seconda nemmeno l'andamento del fondo, che in varj luoghi è superiore alla campagna contigua per le aggestioni che vi si sono fatte deponendo. La quantità dell'acqua chiara, che viene dal lago neppure mi pare tanta da proddurre un sì grande effetto di rendere a tre doppj minore la pendenza. Inoltre in tutto quel secondo tratto non mi pare, che debba essere sensibilmente la stessa la

pendenza, la quale nelle parti inferiori, che ricevono tanta acqua di più da tanti scoli, e rivoletti dovrebbe andare scemando. Nell'osservare l'andamento del fondo ne' profili, vi ho trovate delle irregolarità, e in modo particolare de' rialzamenti in alcuni siti, ne' quali non vi vedo delle ragioni particolari di arresti, e di deposizioni.

Tutte queste, che sono pure, e semplici congetture non avrebbero alcuna forza, contro l'evidenza di un fatto, quando non avessi qualche motivo diretto di diffidenza del fatto istesso. In tre luoghi ho rifatta la livellazione per avere un riscontro; il primo è sul Nistore tra la confluenza, e il molino di Mercatello, il secondo sulla Caina tra il ponte delle capanne, e la chiusa del molino de' Monaci Olivetani, il terzo tra il ponte Forcione, e il ponte di Monte Mellino pur sulla Caina.

Nel primo sito ho presi due punti della superficie dell'acqua lontani fra loro un mezzo miglio secondo l'andamento del fiume, e vi ho trovata una pendenza di un piede e once

$9 \cdot \frac{1}{2}$ , che danno piedi 3 once 7 per miglio. Per quell'intervallo il Signor Alberti ne

trova  $5 \cdot \frac{1}{2}$  per miglio. Veramente la differenza di 2 piedi in  $3 \cdot \frac{1}{2}$  pare un poco forte;

ma egli ha livellato il fondo, che è irregolare, ed io la superficie, che è più uniforme, e in quel sito la sua livellazione non è legata ad alcuno stabile, da potere riscontrare con sicurezza, come ho potuto fare ne' seguenti due siti. Inoltre egli ha ivi il risultato

medio di piedi  $5 \cdot \frac{1}{2}$ , e può succedere, che in una parte la pendenza sia maggiore, in

un'altra minore, benché veramente pare, che la maggiore debba essere in quel sito, in cui ho livellato io con lui nella visita, il quale era vicino alla confluenza, giacché suole la pendenza essere minore in vicinanza della chiusa, e la chiusa riusciva sul fine di quell'intervallo. Finalmente egli ha fatta la livellazione prima, che si alzasse la chiusa medesima, che fu rialzata l'anno scorso per un piede, e mezzo, o due, la quale rialzata può avere scemata la pendenza; ma indi non può essere scemata, che per meno di un piede per miglio, onde pare, che non ostanti le suddette riflessioni la differenza sia un poco troppa.

Nel secondo sito, ho trovata la cima dell'arco in mezzo al ponte più alta del ciglio della chiusa de' P. P. Olivetani di piedi 2, once 3, punti 9, e nel suo profilo vi sono sole once 7, punti 2, onde poi viene ad esservi una differenza di piedi 1 once 8 punti 7, la quale in quel tratto minore di un miglio pare un poco troppo grande. Nel terzo sito ho trovato il sottarco del ponte di Monte Mellino più alto del sottarco del ponte Forcione piedi 8, once 5, punti 3, e il suo profilo dà piedi 8, once 8 punti 7, avendosi una differenza di piedi 2 once 8 punti 8 in un tratto, che è prossimamente di un miglio. Di questa differenza io non posso entrar garante pienamente, perché per la livellazione vi vuole l'ajuto di un altro, e nel primo de' due siti mi aiutava il suo giovane, nel secondo lo stesso Signor Ingegnere, ma addolorato per una caduta col cavallo, per cui aveva corso un rischio grandissimo di perdere la vita: inoltre nel primo sito vi era del vento gagliardo, e il suo livello è molto pericoloso, quando vi ha del vento. Ad ogni

modo, come io facevo l'operazione la più gelosa di guardar col livello, e sempre faceva l'operazione due volte, rifacendola da capo se quelle due non combinavano bene, e per l'ordinario nel rifare non si trovavano, che due, o tre punti di differenza; così ho motivo da credere, che sia stata esatta la mia livellazione, e di sospettare alquanto di quella, che vi è ne' suoi profili.

Ne questa cosa mi reca meraviglia, essendo molto pericolosa la forma del suo livello, che consiste in un cannocchiale con una punta nel foco del suo obiettivo, la quale serve di dioptra, e in un peso esposto all'aria libera, che ne determina la direzione. Se la punta non sta giusto nel foco; non corrisponde al medesimo punto dell'oggetto nelle diverse posizioni dell'occhio, formandovisi quella, che si chiama parallassi, e ve n'era un poco nel suo cannocchiale: inoltre ogni minimo soffio di vento fà inclinare il peso, il quale in un piccolo angolo di inclinazione fa troppo poca forza per tornare al suo sito verticale, sicché ad ogni piccolo vento si piega, e facilmente oscilla: dall'altra parte ogni piccola oscillazione trasporta molto la linea visuale. Avendo egli guardato col cannocchiale in una battuta di livello, nel rifarsi più volte l'operazione si trovarono delle differenze anche di 8 once. Peraltro il suo livello è di una forma, che è adoprata da molti Ingegneri, e nelle livellazioni interessantissime fatte già per le acque Bolognesi con tanta premura da Matematici di molto grido, si trovarono con istromenti esattissimi di gran prezzo nell'ultima visita del Cardinal Conti degli sbagli molto grossi anche del doppio, cosa che può servir di discolpa all'Ingegnere, ma non può assicurare il mio spirito su quelle tanto grandi pendenze dalla parte superiore di Caina, e mutazione di pendenza così grande fatta in un sito ristrettissimo verso il ponte di Monte Mellino.

Di fatto in quel terzo tratto, che è prossimamente di un miglio io ho trovata la pendenza da pelo a pelo d'acqua di piedi 11, once 8, punti 3, benché esso tratto appartenga alla seconda parte di Caina, la quale ivi ha già ricevuto l'emissario del lago; mentre presso il Signor Alberti in quella stessa parte non si trova, che una pendenza generalmente regolata di piedi 6. Pare, che la mutazione non sia ivi così subita, né così grande, ma che si faccia a poco a poco in uno spazio più lungo, e sia minore.

Questa differenza di pendenze mi darebbe meno fastidio, se fossi almeno sicuro, che ne' profili medesimi la relazione del fondo della Caina alli piani delle campagne contigue, e agli argini attuali, ove questi vi sono, e le sezioni prese sieno sicuramente esatte; giacché almeno si potrebbe vedere, quali operazioni individue vadano fatte in ogni luogo determinato; ma ho motivo da dubitare ancora di queste.

In primo luogo nel suo profilo la chiusa del molino de' P. P. Olivetani è delineata in modo, che vi si vede, come una punta in aria superiore al piano delle adjacenti campagne, e non vi sono notati argini. Quando ivi la vidi, rimasi sorpreso, non sapendo, come fosse possibile, che si fosse inalzato un promontorio di quella sorte, il quale doveva rendere inutile per un lunghissimo intervallo tutto il presente alveo superiore, che in ogni piccola piena doveva essere sormontato versando da ambe le parti per la campagna tutta quell'acqua, che non andava al molino pel canale; che ve la porta, e in questi paesi si chiama la colta; giacché non può essa acqua rimanere lateralmente in aria per sormontar quell'ostacolo. Quindi credetti necessario un nuovo accesso a quella

chiusa, come ho accennato più sù. Ma arrivando sulla faccia del luogo, e vi sopraggiunse da Monte Freddo Monsignor Vescovo col Signor Conte degli Oddi, si vide, che la chiusa, anche a occhio, era molto inferiore ad ambe le contigue campagne, e inoltre vi erano ivi da ambe le parti degli argini assai grossi, ed alti, e sul principio della colta accanto alla chiusa stessa una elevazione anche molto più alta di argine, talmente che neppure nelle grandi piene ivi la Caina versava mai, come fummo assicurati da paesani, venendo inondate quelle adjacenti campagne dall'acqua, che usciva per ogni verso da un mezzo miglio più in sù.

Messo in opera il livello trovammo, che l'argine destro era alto sopra il ciglio della chiusa, più di 5 piedi, l'argine sinistro quasi  $6 \cdot \frac{1}{2}$ , quella elevazione maggiore sul principio della colta piedi  $8 \cdot \frac{1}{3}$ . La campagna destra a piè dell'argine si trovò superiore al ciglio suddetto quasi 3 piedi, e la sinistra molto di più.

Questa differenza deve essere nata dall'essersi presa dal Signor Ingegnere non la campagna contigua all'argine, ma qualche suo punto lontano, a cui forse sarà superiore quel ciglio, e da simile cagione sarà nata la differenza, che in qualche luogo ho trovata fra l'altezza della campagna delineata nel profilo, e la corrispondente delineata nella sezione, che vi appartiene. Gli argini ivi saranno stati tralasciati per qualche equivoco.

Parlando di queste differenze, che ho trovate; mi è stato risposto, che il piano della campagna si è preso appunto in qualche distanza. In questo senso esso non sarà erroneo, ma non può servire, per determinare le operazioni individue da farsi nelle diverse parti dell'alveo; onde io non potrò qui far altro, che dare l'idea generale de' lavori, che si richiederanno, e nell'accingersi alla esecuzione, converrà, come dirò a suo luogo, determinare di mano in mano con una livellazione più sicura l'altezza della campagna contigua all'argine o al labro dell'alveo, ove l'argine manca, in riguardo al fondo del medesimo alveo, e a de' punti stabili, per regolare le escavazioni, e le arginature.

Tra li fatti, a' quali nella visita ho prestata la maggiore attenzione, uno è stato quello degli interrimenti, e inalzamenti dell'alveo, ed ho fatte delle riflessioni sulle loro cagioni relativamente a quello, che ho trovato esposto nelle scritture del Signor Ingegnere, e a quello, che mi detta la teoria, e gli esempj veduti altrove.

Che l'alveo della Caina, come pure in molti luoghi quello del Nistore, si sia considerabilmente inalzato, l'ha ben dimostrato nella sua scrittura il Signor Ingegnere. Io ho osservato in modo particolare il sito del ponte di Monte Mellino, il quale da' due fianchi è manifestamente sotterrato, ed oramai gli rimane sì poca luce, che appena vi restano due piedi di altezza dal fondo della Caina fino alla sommità del sottarco; onde nello stato presente non può in conto alcuno lasciare il passo libero alle acque neppure nelle pienette men che mediocri.

Afferma il Signor Ingegnere, che appunto intorno a quel sito, in cui si uniscono le due pendenze vi sono le maggiori deposizioni. Veramente niun altro ponte dà segni di tanto inalzamento, quanto quello lì, onde la cosa si rende probabile anche dall'ispe-

zione oculare. Questo però non toglie, che non vi sieno degli inalzamenti considerabili anche in altri siti, e dovunque il fondo dell'alveo è superiore alla campagna, o anche poco inferiore, come si vede in molti siti superiori, ne' quali si suppone quella grande pendenza; è evidente, che il fondo si è alzato, perché da principio non può l'acqua non aver avuto anche da se un alveo scavato almeno un poco sotto il piano della campagna. Ma se ne anno de' documenti ancora positivi. Vi è un sito molto superiore al suddetto ponte, in cui gli scoli di una parte della campagna passano sotto il fondo del fiume per una chiavica, che vi fu fatta pochi anni addietro. Mi è stato assicurato, che, nello scavare detta chiavica, o sia botte fù trovata la breccia fino a 12 piedi sotto, senza sapersi, quanto essa vada anche più in giù. Al molino di Monsignor Vescovo la sua Pieve mi fece il Molinaro vedere l'archetto murato, che serve di ponticello all'origine della colta: noi vi trovammo meno di due piedi dal fondo al sottarco, e ci disse il Molinaro aver egli inteso da' vecchi, che anticamente vi passava sotto un giovenco: eppure questa chiusa sta un pezzo in su verso il ponte di Colle.

Non vi è prova più convincente di un alzamento seguito quasi generalmente tanto nella Caina, quanto nel Nistore, ove egli non camina in scoglio, che l'essersi generalmente alzate tutte le chiuse, e le macine de' tanti molini, che vi sono lungo amendue questi fiumi. Al Molino de' Signori Montesperelli ci fù detto, che un vecchio di 90 anni si ricordava di avere vedute inalzate più volte le macine, e si vide per un piede più sù pavimento un segno in un muro, che si diceva essere il sito, in cui una volta si legavano i cavalli; onde prima quel pavimento doveva essere varj piedi più basso. Le macine del Molino di Mercatello sono state alzate l'anno scorso tre piedi, e la chiusa un piede, e mezzo. Il Molinaro del suddetto molino di Monsignor Vescovo ci disse, che la chiusa, la quale ora è posticcia, e ogni piena la porta via, ha di sotto de' tavoloni inchiodati, che formavano la chiusa antica; onde anche quella è stata rialzata.

Ci aggiunse egli, che a tempo suo non l'ha alzata mai, benché è difficile l'assicurar-sene, non potendosi saper di certo, cosa sia seguito nel rifarla da capo tante volte: disse però, che il fondo sotto quell'archetto da' 22 anni, che egli vi sta, l'ha veduto sempre al modo istesso, la quale cosa, se è vera, fa vedere, che ivi le aggestioni si fanno in un tempo assai lungo: di fatto verso quel sito si vide un pezzo di alveo, che 5 in 6 anni addietro era stato escavato cogli argini ristorati, e non si era alzato considerabilmente, sostenendo ora, come ci fu detto, tutte le piene, senza che li sormontino.

Questo appartiene agli inalzamenti dell'alveo confermati da quello, che si è veduto nella visita. In ordine alla cagione il Signor Ingegnere suppone, che il letto di Caina abbia da principio avuta fino al Nistore una continuata pendenza, la quale dall'alzamento dello stesso recipiente riddotta a due, che formano un angolo verso il ponte di Monte Mellino, la natura tenda di nuovo a ridurla ad una, e perciò vada riempiendo il fondo in quell'angolo, e sopra, e sotto di esso: aggiunge che la causa fisica di questa deposizione sia la diminuzione della velocità, che si fa nel passaggio dalla maggiore alla minore pendenza in quell'angolo: desume la proporzione delle velocità da alcune misure, che si appartengono all'angolo medesimo, facendo, che la precedente nel piano più pendente alla seguente nel meno pendente sia come



quello, che in Trigonometria si chiama seno totale a quello, che si chiama seno del compimento dell'angolo, che formano le due inclinazioni fra loro desumendo questa dottrina dal Varignon, che l'applica a' mobili, ove passano da un piano ad un altro. Ho trovato l'angolo di 175 gradi, il cui compimento è di 85, e la proporzione presa prossimamente gli viene di 1000 a 996.

Riflette benissimo il Signor Ingegnere, che la ricerca di queste proporzioni individue, e tutto questo discorso sulle cagioni degli interrimenti in questo sito appartengono più alla teoria, che alla pratica; onde considera questo passo della sua scrittura come una digressione fatta in grazia di quelli, che desiderano la teoria. Come la teoria appartiene appunto al mio carattere di Professore di Matematica, dirò qualche cosa in questo genere, esponendo il mio sentimento sulle velocità de' fiumi, che l'anno scorso comunicai col celebre P. Lecchi Gesuita, perché se ne servisse nella opera sua utilissima, e bellissima, che ha recentemente pubblicata sulle materie idrostatiche, ma cercherò di sbrigarvi quanto mai me lo permetterà la necessità e di esprimermi abbastanza per essere inteso anche da que', che non sono versati nelle Matematiche.

Che la diminuzione della velocità faccia, che si formino delle deposizioni, è cosa sicura, e per questo appunto le deposizioni maggiori si fanno nel calar delle piene, colle quali cala la medesima velocità, e le materie più grosse si depongono in copia ne' siti, ne' quali il fiume si dilata. Così anche in questa visita ho fatto vedere in quell'ultimo tratto del Nistore, ove dopo ricevuti i due torrenti porta seco i sassi di mole considerabile, che appunto i più grossi erano stati abbandonati in gran numero in que' siti, ne' quali il suo alveo si dilatava.

Che nel passare da un piano più pendente ad uno meno pendente si diminuisca la velocità ne' fiumi, è cosa sicura, e lo fa vedere ogni giorno l'esperienza. Se vi è una considerabile inclinazione in qualche luogo, si vede una come caduta, che si chiama razzajo, in cui l'acqua precipita, e appena spianato l'alveo si torna ad un movimento assai più placido, e lento. Fin qua son pienamente d'accordo col Signor Ingegnere. Ma nella applicazione del mobile, che da un piano passa in un altro, e nella individua proporzione delle velocità, che si avrebbe nel nostro caso, poste quelle diverse pendenze, io veramente sono di sentimento diverso dal suo.

Quando un mobile si muove in una retta linea con moto uniforme, e in un punto è costretto a mutar la sua direzione dall'incontro di un piano inclinato rispetto alla direzione precedente, obbligato a scorrere lungo esso nuovo piano con velocità pure uniforme, questa nuova velocità resta minore di quella prima in quella proporzione di que' seni: ma se un globo discenda per un piano inclinato per la forza della sua gravità; e incontri sotto un altro piano di inclinazione minore, non si può dire, che la velocità nel nuovo piano alla velocità di prima siegua quella proporzione di seni: la sua velocità sarà diversa in tutti i diversi punti del primo piano, e si muterà parimente ne' diversi punti del secondo riuscendo continuamente accelerato, e l'uno, e l'altro moto, in maniera che in una gran parte del piano meno inclinato avrà una velocità anche maggiore della massima, che ha avuta nel più inclinato. La proporzione della velocità ne' diversi punti del primo piano colla velocità ne' diversi del secondo sarà diversa, secondo che

si saranno presi diversi punti, e tante saranno le proporzioni diverse, quanti saranno i binarj de' punti, le cui velocità si confronteranno insieme.

Quella proporzione di que' seni si troverà solo fra la velocità finale del primo piano, e iniziale del secondo, determinandosi da quella proporzione la parte della velocità acquistata con tutte le accelerazioni avute nel primo piano, che vi rimarrà nel secondo per essere accresciuta dalle nuove accelerazioni nel secondo. Ma questo istesso succede e in quel moto uniforme, e in questo accelerato, solamente ove si concepisca la mutazione delle direzioni fatta in un punto indivisibile, che sia commune limite delle due rette. Se le due rette, o i due piani saranno congiunti con una curvatura continua, di cui essi sieno come una continuazione, venendo questa curvatura toccata, e rasa dalla continuazione di quelle rette o di que' piani; allora i Meccanici dimostrano, che non si fa alcuna perdita di velocità nel passare da una retta all'altra, o da un piano all'altro.

Quindi quella dottrina del Varignon non si può applicare al movimento de' fiumi per due ragioni: la prima si è, perché in questi si tratta di un mobile, che non è abbandonato alla sola sua velocità impressagli, ma è continuamente sollecitato al movimento, dalla gravità sua medesima, onde piuttosto si assomiglia al movimento di quel globo, che discende per que' due piani, se nonché l'acqua oltre alla spinta della gravità sua, che la sollecita alla discesa, ha anche una quantità di resistenze assai grandi esercitate dal fondo, e dalle sponde, dalle quali si prescinde nel caso di quel globo. La seconda ragione si è, perché la mutazione delle due pendenze non si fa mai ne' fiumi in un unico punto, ma in un tratto continuo più, o meno considerabile secondo le circostanze; onde ancora qua il Signor Ingegnere fa, che la mutazione si faccia verso quel ponte, non in un unico matematico, in cui anche se mai si fosse fatta da principio, le prime deposizioni avrebbero ivi introdotta una curvatura continua, oltreche tutte le particelle dell'acqua non immediatamente contigue al fondo avrebbero avuto un movimento continuamente incurvato per qualche tratto.

Per questa ragione la mutazione delle pendenze ne' fiumi non diminuisce punto neppure la velocità finale avuta nel precedente, e per la stessa non devono nuocere sensibilmente alla loro velocità neppure le tortuosità dell'alveo, come generalmente si suole credere colla precedente teoria, che non si può applicare a' casi della curvatura continua. Di fatto generalmente ne' fiumi, e più anche nelle gran piene, nelle quali la velocità è maggiore, i galleggianti, che vanno giù pel filone, si vedono incurvare la loro strada con un movimento continuo, che non seconda i rissalti irregolari delle ripe tortuose, ma in qualche distanza da esse si piega senza scemarne la concepita velocità.

Tutt'altra dunque è l'origine della diversa velocità nelle diverse pendenze de' fiumi, e tutt'altra la misura delle medesime, la quale misura non sarà così facile il determinarla: essa dipende dalla quantità e qualità degli ostacoli, che si incontrano nelle ripe, e nel fondo, e dall'azione di varie forze, il cui modo di agire non è ben conosciuto. Questi ostacoli, e queste forze fanno anche, che l'acqua di un fiume, finché si muove in un alveo della medesima qualità, e pendenza ritenga una velocità costante, mentre un globo, che scende giù per un piano inclinato, va continuamente accelerando il suo movimento, e la teoria, che vo a sviluppare non avvertita da varj Autori anche classici,

li ha fatte avanzare delle proposizioni, che sono state evidentissimamente dimostrate false dalle osservazioni: ne in questo fo torto alcuno al Signor Ingegnere, il quale si è servito di una dottrina commune a moltissimi di quelli, che esercitano la sua professione, e adottata da più Scrittori di grido.

Quando una quantità d'acqua deve discendere obliquamente per un alveo, ogni sua particella è spinta dalla gravità sua, e se sta sotto la superficie, dalla pressione di quella, che le sta sopra. La somma di tutte queste forze parte si esercita nel premere il fondo, e parte nello spingere obliquamente le particelle medesime tendendo sempre ad accelerare l'obliquo loro movimento. Se non vi fosse altra azione, che questa; il movimento ne' fiumi sarebbe continuamente accelerato: passandosi da una pendenza maggiore ad una minore per una curvatura continua, non solo non si scemerebbe, ma si accrescerebbe continuamente la velocità, e questa in ogni punto dell'alveo sarebbe quella, che corrisponde alla altezza della sorgente, come varj Autori di primo rango pare abbiano creduto, che debba realmente succedere. Ma quella velocità in tutti i fiumi sarebbe così orrida, che sfuggirebbe affatto l'occhio, e quasi quasi l'immaginazione; eppure la superficie ne' fiumi, che non anno pendenze precipitose si muove con una lentezza tale, che come ho dimostrato nel mio opuscolo sul Porto di Rimini appena nel commune di essi corrisponde all'altezza di poche dita, la quale cosa ho notata ancora nel Nistore, e nella Caina in più luoghi, non avendo riconosciuta per l'ordinario ne' galleggianti, che una velocità minore di 60 miei passi per minuto, cioè molto minore di due miglia per ora. Così pure si vede generalmente la velocità non continuamente accresciuta, ma costante in tutti i lunghi tratti, che conservano la pendenza medesima.

Ciò accade perché mentre la parte della gravità, che non è sostenuta dal fondo si sforza di accelerare il movimento, vi sono delle altre forze, che cercano di rallentarlo. Queste sono l'urto nelle scabrosità del fondo, e delle ripe, e una certa tenacità, con cui l'acqua si attacca a que' corpi, che toccandola, ne rimangono bagnati, e con cui le particelle dell'acqua tendono ad attaccarsi le une alla altre: in vigore di questa tenacità pende la goccia attaccata alla secchia, colle sue parti unite fra loro, finché si ingrossi tanto, che la forza della gravità superi quella coesione, e la goccia si stacchi, e cada. Da queste due cagioni nasce quella, che ne' fluidi si chiama la resistenza.

Se in una massa d'acqua, che discende in un alveo, la somma delle resistenze è minore della somma delle azioni di quella parte di gravità, che non è sostenuta dal fondo; la velocità va crescendo: se le è uguale; la velocità rimane costante: se ne è maggiore; la velocità va scemando, e nel primo caso si ha un moto accelerato, nel secondo equabile, nel terzo ritardato.

Ora la teoria, e la sperienza ci dimostrano, che la resistenza è in tal maniera connessa colla velocità, che ad una velocità maggiore, o minore corrisponde una resistenza maggiore, o minore, qualunque sia la legge precisa di tale connessione, o sia la precisa proporzione della velocità, in cui si varia la resistenza, la quale legge non è abbastanza determinata fin'ora, e forse non lo sarà giammai. Quindi ove prevalendo la somma delle azioni della gravità la velocità va crescendo, cresce insieme la somma delle resistenze, e l'accelerazione diminuisce in modo, che ove le due somme si riducano all'ugualtà,

ivi si rimane colla velocità costante ne accresciuta, ne diminuita, e al modo stesso se in un altro caso prevale la somma delle resistenze, si scema la velocità, e con essa si scema la stessa somma delle resistenze, andandosi alla medesima uguaglianza col rallentare il movimento, finché parimente diventi equabile.

Acquistata una volta l'equabilità, questa vi rimane sempre finché dura il medesimo corpo d'acqua, e la medesima pendenza, e costituzione dell'alveo, mantenendosi così la stessa somma tanto delle azioni della gravità, quanto delle resistenze. Se la pendenza cresca, o scemi, rimanendo le altre cose le stesse, subito il moto si accelera, o si rallenta, perché nelle maggiori pendenze cresce, nelle minori scema la somma delle azioni della gravità, mentre una sua parte maggiore si impiega nel premere il fondo meno pendente, e una minore nel più pendente, l'accelerazione, e il ritardamento, fuori delle pendenze enormi, dura pochissimo, riducendosi presto le cose ad una sensibile equabilità.

Di qua ne viene, che la velocità ne' fiumi ora cresce ora scema, e dopo le enormi velocità acquistate ne' piani molto inclinati si torna presto ad un movimento lentissimo, ove l'alveo si riduca ad un piano poco diverso dall'orizzontale. Questa anche può essere la cagione di un fenomeno, che a prima vista pare un assurdo, eppure prodotto, e promosso in questi ultimi anni dal Geneté, si crede da alcuni legge da aversi per generale nella teoria de fiumi. Pretende egli di ricavare da una lunga serie di osservazioni, che quando in un fiume se ne introduce un altro anche uguale, e anche al doppio maggiore, non cresca punto la sua sezione, onde per evitare le inondazioni convenga piuttosto aggiungere dell'acqua a' fiumi, che levarla. Perché ciò succeda conviene, che cresca la velocità in quella stessa proporzione, in cui cresce la quantità dell'acqua. Ciò potrà aversi, se non sempre, almeno in alcune occasioni, cioè in quelle, nelle quali la somma delle resistenze sia proporzionale alla velocità media: giacché essendo la somma delle spinte, che dà la gravità, proporzionale in parità di altre cose alla quantità della materia, e dovendo questa somma essere uguale alla somma delle resistenze, dovrà la quantità dell'acqua essere proporzionale alla velocità media, e però la sezione rimanere la stessa.

Questo discorso fa vedere, che in una pendenza minore la velocità ancora deve essere minore, ma non ne determina la proporzione dipendentemente alle medesime pendenze. Una tale proporzione non può determinarsi colla pura teoria; giacché non si sa ancora con sicurezza, in che proporzione della velocità sieno le resistenze, come agisca la tenacità dell'acqua, come si propaghi la sua azione dalle particelle più vicine al fondo, ed alle sponde verso le più lontane, che movimento facciano, e che giri le particelle, che anno urtato ne' risalti del fondo, e delle ripe. Solo in generale si vede, che la velocità dipende dal corpo d'acqua, dalla pendenza, dalla quantità, e qualità de' risalti medesimi del fondo, e delle sponde. Maggiore copia d'acqua, maggiore pendenza, maggiore regolarità di fondo, e sponde per maggiore altezza di acque rispetto alla superficie dell'alveo occupato, faranno avere una maggiore velocità.

Si dovrebbe ricavare questa connessione della velocità colle pendenze, e sezioni in pari regolarità di fondo, e sponde dall'esperienza; onde sarebbe bene in tutte le operazioni, che si fanno sulli fiumi con comodo ne' siti, ne' quali è alquanto più regolare il loro alveo, e uniforme la pendenza, il determinare le sezioni, le pendenze, le velocità

ne' medesimi siti in varje parti del fiume, per ricavarne de' lumi coll'induzione; ma non vi è a mia notizia un assai grande numero di tali osservazioni.

Quello, che l'osservazione commune fa vedere, si è, che generalmente la differenza delle velocità è molto maggiore di quella di que' seni, de' quali si è parlato di sopra. Nel caso nostro era venuta con essi seni la proporzione di 1000 a 996; per cui la velocità non sarebbe scemata che di 1 in 250, differenza così piccola, che non sarebbe stata punto sensibile, ne avrebbe certamente cagionato alcun sensibile interrimento: ma ne' fiumi una pendenza di 18 piedi deve avere una velocità maggiore incomparabilmente più di così, che una pendenza di soli 6 piedi.

Spiegato così quello, che appartiene alle velocità relativamente alle diverse pendenze, si conferma quanto si è detto di sopra, che quando nella seconda parte della Caina vi sia una pendenza tanto minore, che nella prima, vi devono essere delle considerabili deposizioni principalmente sul principio di questa pendenza maggiore. Imperocché nella prima parte con la tanto maggiore velocità, che deve corrispondere alla tanto maggiore pendenza, verranno giù strascinate delle materie tanto grosse, che abbandonate sul principio della pendenza nuova minore devono ricadere sul fondo, e rimanervi, rialzandolo ivi più, che altrove.

Non è però, che io sia persuaso, che da principio tutta la Caina abbia avuta dappertutto una sola pendenza uguale, e che la natura tenda anche adesso a rimetterla in una sola pendenza. Essa da principio deve avere secondato l'inuguale andamento della campagna, in cui si sarà a poco a poco incavato il suo letto: libera da ogni accidentale ostacolo, e trovando un fondo atto ad essere corroso, si sarebbe dopo lunga serie di secoli ridotta ad una pendenza regolare, ma diversa nelle diverse sue parti: sul principio l'avrebbe avuta maggiore, e coll'andar'innanzi minore a proporzione delle materia più, o meno grosse, che porta, e della quantità dell'acqua, che riceve, con una forma, come ho accennato di sopra, che, prescindendo dalla protuberanza della figura sferica del nostro globo, sarebbe riuscita concava all'in sù, e questa è quella, che essa ancora al presente naturalmente affetta. Questa riflessione dà luogo alla speranza di uno stabile accomodamento di questo fiume, che altrimenti seguitando sempre ad inalzarsi verso il ponte di Monte Mellino, si ridurrebbe col tempo ivi alla necessità di un'altezza di argini insostenibili.

Peraltro io non dubito punto, che i disordini del Nistore abbiano colla difficoltà dell'imbocco contribuito moltissimo all'inalzamento dell'alveo; ma sono persuaso, che oltre a una cagione generale per tutti i fiumi dell'Italia, vi sono due altre cagioni, le quali anno operato considerabilmente per lo stesso effetto, e queste con que' disordini sono state oggetti molto interessanti nelle mie osservazioni della visita suddetta: queste sono i molini non solo del Nistore, ma anche della Caina, e i disordini gravissimi, che vi sono quasi dappertutto nell'alveo di essa.

Cominciando dalla cagione generale, questa si è la coltivazione delle colline, che a tempi nostri si è cominciata, o spinta assai più, che non usava ne' secoli scorsi. Essa dappertutto ha fatti alzare considerabilmente i letti de' fiumi in Italia massime da un secolo in quà. In vigore di essa le acque piovane strascinano una molto maggiore quantità di sassi, e terra, e queste materie grosse strascinate ne' fiumi li costringono, conforme

a quanto si è detto, di sopra, ad inalzarsi finché acquistino una pendenza, in cui sieno capaci di condurle seco più al basso.

Venendo poi a' disordini del Nistore, che questi vi sieno, e sieno iti crescendo sempre, è questo un fatto manifestissimo, e che alcuni di essi siano cagione degli interrimenti superiori è pure cosa manifesta; giacché scemata la velocità delle acque di Caina colla difficoltà dell'imbocco, devono depositarsi sul suo fondo le materie, e ho udito da tutta la gente, che abita vicino allo sbocco che quasi mai la Caina non inonda quelle vicinanze, se non a Nistore grosso, il quale la tiene in collo, la fa gonfiare, e cagiona nel medesimo tempo due gran mali, cioè uno stravasamento di acque per le campagne, e una deposizione, che facendo crescere il fondo, scema la capacità dell'alveo.

Tra questi disordini del Nistore è assai considerabile l'ingombro del suo alveo, massime in vicinanza allo sbocco. Sullo sbocco medesimo della Caina nel Nistore si allarga alquanto il letto di questo, ma poco più giù si restringe intollerabilmente: vi sono de' greppi ricaduti nell'alveo con de' tronchi d'alberi, e altri simili impedimenti, vi sono fino degli alberi piantati ad arte, o nati da se in quel terreno smosso dalle ripe ricadute, disordine, che si vede in molti altri luoghi del Nistore, ma principalmente poco più sù della confluenza. Gente molto autorevole, che incontrai sulla confluenza medesima nel visitarla accanto al ponte di Pieve di Caina, mi ha parlato vivamente del grave danno, che riceve il Nistore, la Caina, tutta la campagna intermedia da' disordini, che si veggono sulla fronte de' beni di una Religione molto illustre, dove sulli greppi ricaduti vi sono degli alberi piantati col restringersi l'alveo in una maniera stranissima, come se quelli fossero un'alluvione di un fiume, che vada errando per le campagne, e dando degli acquisti, e non la sponda di un fiume strettamente incassato, la quale ove cada, non da alcun diritto di acquisto, ma richiede pronto ripulimento.

Sul Nistore in questo genere ho veduto un disordine, che mi ha sorpreso giù in vicinanza del Tevere, il quale quantunque sia giù tanto lontano dalla Caina, che non può darle fastidio, ad ogni modo non voglio lasciar di parlarne. In un sito, in cui il Nistore fa una grande svoltata a mano manca, avendo in fronte alcuni de' beni appartenenti al Gran Priorato di Roma posseduto attualmente da Monsignor Rezonico, ho veduto lavorare un ordigno da pesca, con una specie di palizzata, e graticciata, che l'alveo largo del fiume lo restringeva a tre in quattro piedi, e contigua vi era una fila di pali colle traverse in quello stesso piccolo residuo, che voltava la faccia un poco verso la mano diritta. L'effetto di questo disordine era spaventoso. Si vedeva una corrosione di tutto il terreno situato a man diritta cagionata dalle piene, che voltate da que' ripari verso quella parte vi avevano già formato un seno indietro, e un cavo di quasi un mezzo miglio di giro.

Di questi, e somiglianti disordini ve n'erano una mano in varie parti del Nistore; si aggiungeva il suo corso mal regolato, che aveva anche di fresco corrosa il fondamento di un pilone del gran ponte nuovo fabbricato non ha molto sul Nistore accanto a Marsciano, facendo cadere giù il primo suo arco destituito in questa guisa di appoggio. Ma in molto maggiore numero ho trovati i disordini nell'alveo della Caina, de' quali così parlerò qui prima anche di parlare de' molini, nominati sù innanzi ad essi fra le due origini degli interrimenti.

Si riducono questi disordini principalmente al grande restringimento dell'alveo in moltissimi siti, fatto da' greppi ricaduti, e agli alberi piantati in molti luoghi su questi greppi ricaduti, e nelle parti interne delle ripe, e degli argini, mentre neppure sul labro delle ripe e sugli argini devono tollerarsi, non solo perché non le guastino colle loro radici, che poi si infradiciano, ma inoltre perché non ricadano indentro atterrati da' venti strascinando seco le ripe stesse, e gli stessi argini: vi si vede inoltre una quantità di tronchi, e rami grossi o così ricaduti, o strascinati di sopra, e arrestati in mezzo all'alveo, senza che vi sia stata la menoma cura di rimuoverli: si vede una quantità di sassi portati, e di pali battuti nel mezzo istesso dell'alveo per macerar le canape, i quali lasciati così con quelle materie, che li connettevano, e che tenevano giù affogate le canape istesse, in moltissimi luoghi anno formate delle isolette nell'alveo ristretto per se medesimo: si vedono spesso le ripe rovinate, e di sopra, l'ultimo si dice, che ha di sotto già sepellita dagli interrimenti una chiusa fissa di tavoloni inchiodati.

Per avere un'idea del rialzamento, che queste chiuse fanno rispetto al letto superiore, basta il considerare, che in ogni chiusa si forma come una specie di scalino, da cui l'acqua cade giù, essendovi dove più, dove meno di altezza artificiale, che non vi sarebbe naturalmente. Si trovò, che dal pelo dell'acqua superiore al pelo dell'inferiore vi erano nella chiusa di Morcella piedi 4 once 5, in quella di Compignano piedi 4 once 3, in quella di Mercatello piedi 4, che insieme in quelle poche miglia di distanza formano nel Nistore un'alzata artificiale di quasi 13 piedi. Sulla Caina la distanza da pelo a pelo era minore, non arrivando quella del molino de' P. P. Olivetani a un piede intero, ma ciò avveniva perché immediatamente sotto vi era un grandissimo interrimento, scendendo l'acqua come per una specie di razzajo.

In quasi tutti questi molini o si ebbe da' testimonj la sicurezza, che le chiuse erano state rialzate più volte, o se ne videro degli indizj assai forti. L'effetto delle chiuse in ordine all'alzare il letto superiore è manifesto. Il fiume tende a formare il fondo del suo letto con una pendenza proporzionata alla quantità della sua acqua, e alla qualità delle materie, che essa porta seco, e in cui corre, e se le circostanze locali non lo impediscono, come se per la naturale costituzione delle foci, o delle campagne più pendenti, e fondo duro a corrodere, non ha una pendenza maggiore del suo bisogno, dopo qualche tempo l'acquista, e se le circostanze non si mutano, la mantiene. Si metta ora attraverso all'alveo una chiusa, che vi formi uno scalino di 4 piedi: subito si trova il letto meno pendente per essi 4 piedi: tende il fiume immediatamente colle deposizioni, che nelle parti superiori si fanno in una pendenza minore della naturale, a restituirvisi, e si forma a poco a poco una nuova linea di pendenza uguale alla precedente, che rimane parallela ad essa, e più alta per que' 4 piedi, alzandosi così tutto il letto superiore del pari.

Generalmente non succede questo alzamento uniforme o non si vede, che dopo una lunghissima serie d'anni, perché i fiumi anno spesso della pendenza maggiore del bisogno, o perché vi vuole una lunga serie di anni, acciò vi arrivi tanta materia pesante, quanta si richiede pel rialzamento di un tratto sì lungo; ma sempre in pochi anni, fatta una chiusa, che attraversi tutto il fiume, si vede un alzamento considerabile nell'alveo

superiore fino a una grande distanza in sù, e si vede subito un alzamento del pelo dell'acqua superiormente, in cui consiste quello, che si chiama rigurgito.

Si vede così chiaramente, quanto pregiudizio porti una chiusa subito, che è fatta: ma questo cresce colla necessità continua in cui si trova chi vuole mantenere il molino, di andarla rialzando di tanto in tanto. La chiusa rompe la velocità progressiva dell'acqua, facendola cadere a perpendicolo sotto lo scalino, indi le materie, che la rendono torbida, e che sarebbero state trasportate in giù colla velocità precedente, si depongono. Quindi generalmente dopo una specie di gorgo, che si forma a pie della chiusa per quell'impeto della caduta, subito in giù si vede una specie di banco, che vi formano le deposizioni. Queste rialzano la parte inferiore dell'alveo, in cui deve ricadere l'acqua del molino portata dal canale, che in questi paesi si chiama il merso, onde ad ogni piccola piena esso merso non vi trova più caduta sufficiente, rigurgita, e si alza, e affoga le ruote, che non ponno più essere aggirate. In questo caso vi vorrebbe una escavazione dell'alveo inferiore per ridurlo allo stato di prima; ma perché questo porta della spesa, si piglia il partito più facile di rialzare la chiusa, e le macine, e le ruote per riacquistare la stessa caduta col rialzamento di tutto l'alveo superiore.

Da questa evidentissima, e intelligibilissima teoria facilmente si comprende, quanto sieno perniciosi i molini fatti ne' fiumi, che non abbiano una pendenza eccessivamente maggiore della loro naturale esigenza, o non abbiano tanta quantità d'acqua ed altezza. Ove la pendenza è troppa, le chiuse non nucono; ove la quantità dell'acqua è grande e la pendenza sufficiente, se ne piglia molto superiormente pel molino una parte senza attraversar tutto l'alveo con una chiusa: ove l'altezza della medesima è grande abbastanza come ne' fiumi reali, si fa andare il molino colle ruote immerse semplicemente nella corrente naturale senza derivazione, o chiusa; ma ove la quantità dell'acqua, e l'altezza sono piccole, e piccola la pendenza, non si ponno avere i molini senza attraversare tutto l'alveo con delle chiuse perniciosissime e per se stesse, e per li frequenti inalzamenti, di cui anno somma necessità; onde non si dovrebbero permettere mai in conto alcuno, essendo contrarj a tutti i diritti, e al bene generale delle intere provincie.

Si potrebbe scemare il danno, che cagionano con un artificio, che si usa in qualche luogo, il quale per altro è troppo pericoloso, perché richiede troppa diligenza, ed attenzione per regolarlo a dovere. Sulla chiusa si fanno delle cataratte, o portoni, che al cominciar di una piena si aprono per lasciare libero il corso alle acque, le quali così tengono espurgata la parte inferiore dell'alveo, senza cagionare degli arresti nella superiore. Il gran pericolo sta nel fidarsi della diligenza de' molinari, e nelle piene, che ponno venire di notte, quando egli dorme.

Si potrebbero far de' portoni, che fossero tenuti chiusi da contrappesi capaci di reggere alla forza dell'acqua ordinaria, ma tali da essere forzati da quella delle piene, le quali aprendo le porte si aprirebbro il passo libero. Ma è pericolosa cosa il fidarsi, che guastata alcuna cosa in machine simili, sia subito risarcita, e l'applicazione de' contrappesi non sarebbe ne facile ne di poca spesa.

Il maggior male de' molini si è, che quando dalle loro chiuse sono prodotti gli interimenti, non basta il levarle per rimediare subito al danno fatto. Se l'interrimento si è



fatto con della ghiaja, o con terreno, che si attacca forte, e fà presa, vi vuole del tempo assai, perché dalla maggior pendenza si formino le corrosioni sufficienti a rimettere le cose in pristinum. Colla rimozione delle chiuse si ottiene solo sul principio un abbassamento della superficie dell'acqua fatto in tutto quel tratto superiore, a cui può arrivare il rigurgito di quella alzata, che si è rimossa, e la rimozione delle aggestioni più recenti, e meno tenaci.

In ordine alla difficoltà della corrosione in siti di fondo forte devo riferire due fatti, che ho notati nella visita, e sono interessantissimi per la qualità de' rimedj, che dovranno prescegliersi nel nostro caso.

Il primo si è, che venendo dal molino di Compignano a quel di Mercatello, ho osservato, ove il Nistore passa per certe foci strette di monti, che vi sono degli strati di terra assai duri intramezzati da strati sottili di pietra, e alquanto più sù ho trovati degli strati grossi di pietra, che attraversano tutto il letto, e sulli quali scorre l'acqua. Questo fenomeno mi ha fatto conoscere, che in riguardo alla Caina non occorre il pensare punto a tutto il tratto del Nistore inferiore a questi strati, la quale non guadagnerebbe nulla, se anche si demolissero tutte le chiuse di Compignano, e Morcella, e il Tevere suo recipiente si sprofondasse mille canne. Quegli strati sono, come una soglia affatto insormontabile dal fiume, e insuperabile dall'arte senza una grave spesa di scalpelli, e di mine.

Il secondo fatto appartiene pure al Nistore, e si trova alquanto più sù di que' strati, ove prima di entrare in quelle foci si trova più al largo meno di un miglio sotto il molino di Mercatello. Ivi il fiume fà un giro, per quello mi fu detto, maggiore di un mezzo miglio tornando vicinissimo al suo alveo superiore. Ruppe ivi l'anno scorso, e saltando si risparmiò tutto quel lungo giro, sostituendovi poche pertiche. Osservai con diligenza quel sito. Vidi una continuata caduta dell'acqua dal piano superiore all'inferiore più che di un continuato razzajo. Mi parve di vedere, che vi fossero almeno 3 piedi di caduta in due, o tre canne. Benché ivi il fondo non fosse di pietra, ad ogni modo era così duro, che in un anno intero di corso così violento, non si era superiormente corroso quasi niente per mettersi a una regolata pendenza.

Vidi bene anche superiormente del corso assai veloce, e mi fù detto, che tutto il letto dalla chiusa in giù si era abbassato in modo, che senza il rialzamento della chiusa, e delle macine si avrebbe avuto lo stesso effetto; ma quell'abbassamento sarà stato delle deposizioni sciolte, che si erano arrestate sotto la chiusa, come suole accadere in tutte le chiuse, e ne ho parlato di sopra; ma il fondo più sodo aveva resistito all'azione di quella corrente. Ad ogni modo questo abbassamento seguito in quella parte di alveo ci servirà nel parlar de' rimedj, per facilitare l'abbassamento di quella chiusa indoverosamente rialzata l'anno scorso.

Metterò qui per ultimo, prima di passare a' rimedj da usare per impedire le inondazioni della Caina cagionate da disordini spiegati fin'ora, un'altra osservazione, che ho fatta in un sito superiore che rimane poco sotto alla confluenza, ed è quello, in cui feci la prima livellazione. Ivi il Nistore in un piano pochi piedi superiore al fondo suo fa un giro lunghissimo molto maggiore di un miglio; e ritorna vicino a se stesso in modo,

che con un taglio di un mezzo miglio, o poco più, si potrebbe scortare il suo corso, e guadagnare almeno tre piedi di caduta, i quali abbassandone la superficie faciliterebbero l'imbocco della Caina poco lontana; ma per ottenere presto un buon effetto converrebbe sprofondare con una escavazione anche la parte superiore di esso fino alla confluenza, se mai si trovasse il fondo abbastanza duro per resistere a una corrosione almeno celere.

Spianate così teoricamente tante materie, esposte tante osservazioni, e stabiliti tanti fatti, vengo finalmente a dedurne le vere cagioni delle inondazioni, e a' lavori, che io stimo opportuni per impedirle.

La cagione immediata delle inondazioni della Caina è l'incapacità dell'alveo suo presente tale, quale si trova, di contenere la grande quantità delle acque, che in certe occasioni di grandi piogge vengono da una vasta estensione di paese a ricadervi.

Questa incapacità dell'alveo nasce dall'altezza del suo fondo elevato colle deposizioni in modo, che in molti luoghi le sue ripe sono troppo basse, anzi in alcuni il fondo medesimo dello stesso alveo è superiore alla contigua campagna, e dalla mancanza totale degli argini in detti siti, o loro bassezza, o devastazione. Si aggiunge in molti luoghi la strettezza dell'alveo cagionata da' greppi ricaduti, e alberi piantati, e l'essere occupato, e in parte impedito da tronchi, e rami d'alberi arrestatisi, e da' pali conficcati per macerare le canape, cogli arresti formati intorno ad essi. Si aggiungono le chiuse de' molini, che si inalzano in mezzo all'alveo, e fanno, che la loro cresta debba essere considerata come il fondo rialzato del fiume.

A questi mali il Signor Ingegnere oppone in amendue le scritte il pulimento dell'alveo, e nella prima perizia una continuata arginatura di tutto il fiume, nella seconda senza arginatura la demolizione delle chiuse di Mercatello, e Compignano, per rimetterle; quando abbassati tutti gli alvei, si vedesse stabilita una nuova pendenza inferiore, su cui si possano ristabilire più basse di quello sieno presentemente.

Io convengo con esso lui perfettamente nella necessità di pulire l'alveo, e ridurlo ad una regolarità libera da que' tanti presenti disordini come pur il pulimento e regolamento del primo pezzo del recipiente, che è il Nistore: indi da' suoi due progetti ne ricavo un terzo, che ne piglia parte per uno. Credo espediente l'abbassamento, e molto ancora più espediente la demolizione almeno temporaria, e provisionale di alcune chiuse, stimando inutile per la Caina il toccare la chiusa di Compignano, e aggiungendo in vece quelle della Caina. Credo utile in alcuni siti la arginazione, e in altri più utile uno scavo, in altri un poco dell'una, e un poco dell'altro.

Come vi è quello strato lapideo tra il molino di Mercatello, e quel di Compignano, di cui si è parlato di sopra, così non serve, come pure si è detto l'abbassare la chiusa di questo. Dall'altra parte non serve l'abbassare o ritogliere la chiusa di Mercatello, e il facilitare l'adito nel Nistore per le parti della Caina superiori alle chiuse de' P. P. Olivetani, e del Signor Conte Montesperelli, se non si abbassano, o demoliscono queste. Quindi mi fermo ne' lavori da farsi intorno a queste, riduco tutto il mio discorso, e la individuazione, e il metodo delle operazioni a quel, che siegue.

Le inondazioni della Caina sieguono come si è detto perché il presente suo alveo, tal quale ora si trova, non è capace di ricevere tutte le acque, che in lei si versano: onde è

necessario il ridurre questo letto alla proporzionata capacità. Questa riduzione non si può fare, che in una delle seguenti tre maniere: o mettendo la Natura nello stato di sprofondarlo da se, o sprofondandolo, e slargandolo artificialmente colle escavazioni e ripulimenti, o munendolo di argini, che lo rendano più capace col loro inalzamento delle sponde. Di questi tre mezzi vorrei valermi un poco per uno secondo i diversi siti e circostanze.

In ordine al primo mezzo conviene distinguere quello, che si deve fare nel recipiente, da quello, che richiede la stessa Caina. Nel Nistore credo, che debba ripulirsi, e slargarsi l'alveo inferiore alla imboccatura, riducendolo a una larghezza regolare almeno di 25 piedi in fondo, e 35 in cima, col levare tutti i greppi ricaduti, e dare un poco di scarpa alle sue ripe: un simile lavoro farei nella parte superiore del suo letto fin dove riesce vicino alla Caina, ripulendo il medesimo letto, e riducendolo almeno a 20 piedi in cima, e 30 in fondo. Queste larghezze le determino dopo l'osservazione dello stato suo presente, e le relazioni avute delle sue piene. Inoltre demolirei affatto, o abbasserei almeno di 3 piedi la chiusa del molino di Mercatello, la quale è stata rialzata quest'anno medesimo, per rimetterla, se si demolisce, dopo che in un inverno si sarà veduto l'effetto di questi provvedimenti. Così certamente si avrà più libero l'ingresso nel Nistore, il quale abbasserà il suo letto coll'asportare almeno le materie, che i recenti rialzamenti anno cagionato nel suo alveo.

Nella Caina rimuoverei affatto per un anno le suddette due chiuse stabili del Signor Conte Montesperelli, e de' P. P. Olivetani, e insieme farei una escavazione nelle loro vicinanze sopra, e sotto esse chiuse per tre in quattro piedi, per fare che la corrente libera dagli intoppi rendesse alquanto più regolare il suo fondo. A questo stesso effetto servirà il ripulimento del suo alveo, che appartiene al secondo mezzo.

Credo dunque necessario il ripulire addirittura lo stesso alveo, levando via tutti i greppi ricaduti, tagliando tutti gli alberi, che si trovano nella parte interiore delle ripe, levando tutti i ciocchi, e rami arrestati nell'alveo svellendo tutti i pali battuti per le canape: scavarei pure per tre in 4 piedi il letto nelle vicinanze del molino di Monte Mellino, dove vi sono delle aggestioni troppo enormi.

Fatto questo subito adesso prima del grande inverno starei a vedere l'effetto, che faranno le piene dell'inverno medesimo, fortificando solo intanto, e risarcendo gli arginetti, che attualmente vi sono, dove ne anno più bisogno.

Finiti i tempi delle piene, farei una seconda livellazione attenta, per avere il nuovo stato dell'alveo, in cui vi fosse il fondo dell'alveo stesso colle ripe, e argini presenti, e col piano della campagna a pie degli argini istessi, servendomi per rapportare fra loro i termini così vicini di un semplice livello consistente in un tubo, e due cannelli, o bichieri d'acqua comunicante, per evitare l'effetto del movimento del cannocchiale: vi vorrebbero ancora delle frequenti sezioni esatte dell'alveo.

Allora ridurrei l'alveo ad una regolarità con una pendenza uniforme dentro ogni miglio, benché dovesse variare un poco di miglio in miglio. Vorrei, che il suo alveo avesse verso l'imboccatura una larghezza in fondo di piedi 20, in cima 30, e altezza di 10, quale ricavo dalla osservazione de' ponti, delle altezze delle piene indicatemi, e de' siti, ne quali non sormonta: vorrei andare restringendo, e scemando le altezze

proporzionatamente alle distanze, finché nel sito, in cui vi entra l'emissario del lago si riducesse a 18 in fondo 26 in cima di larghezza, e 7 di altezza. Di lì verso le parti superiori lo restringerei proporzionatamente, finché verso la chiusa del Molino di Monsignor Vescovo si riducesse a 15 in fondo 22 in cima con 5 di altezza. Se in qualche luogo già da se stesso fosse più alto o largo, si potrà lasciare quella larghezza, ma dappertutto vorrei, che le ripe riuscissero regolari, e a scarpa.

Questa forma gliela darei parte escavando il fondo, massime dove bisogna per renderlo uniforme, e parte inalzando gli argini vecchi, o costruendone de' nuovi. Farei, dove vi è bisogno di argini, che la terra scavata dall'alveo, e ripe servisse per formarli smezzandosi così la spesa, mentre la stessa terra tolta da un luogo per escavare si metterebbe in un altro per formare gli argini. Vorrei gli stessi argini grossi in cima 2 piedi con una scarpa di 1/3 di piede per ogni piede di altezza, la quale scarpata determinerebbe ne' diversi siti la grossezza del fondo. Vorrei poi, che gli argini medesimi fossero fatti a dovere, e ben battuti.

Dove presentemente vi sono gli argini, li lascerei al sito suo, fortificandoli, e rassettandoli solamente: dove si devono far di nuovo, li ritirerei per tre in quattro piedi verso la campagna col lasciare a piè d'essi verso il fiume un poco di banchina. Le ultime due miglia sotto il ponte di Colle le lascerei nella forma, in cui ancora presentemente ritengono l'acqua, fortificando solamente gli argini, che vi sono, e facendo della escavazione nel fondo, per renderlo un poco più basso, e regolare.

Quanto debba importare una simile arginatura, non è possibile il calcolarlo, finché non si veda in che stato va a ridursi l'alveo dopo i primi pulimenti, e son sicuro, che in molti luoghi non vi sarà bisogno di alcuna arginatura nuova, in altri moltissimi ve ne vorrà pochissima. L'esperienza mostrerà se in appresso vi vorrà in qualche sito particolare alcuna cosa di più: così pure se il Nistore non si abbassa abbastanza colle prime operazioni sopra la confluenza, converrà ajutarlo con un poco di arginetti, perché non sormonti e inondi i piani verso Caina.

Intanto si potranno anche ristabilire le chiuse de' molini. Quella di Mercatello si dovrà fare almeno 3 piedi più bassa, che non è ora, abbassando le ruote, e macine: basterà per indennizzarlo o scavare il suo letto inferiore fino a quella caduta d'acqua nata dalla rottura dell'anno scorso, o quello, che sarà più facile, portando il suo merso sotto detta caduta. In tale stato sarà la medesima condizione, di cui ora. Per gli altri due della Caina si potranno formare le chiuse un piede più sù del fondo, che verrebbe regolato senza di essi, scavando per di sotto fino all'imboccatura del merso un piede di più, e accrescendo per un miglio in sù di un piede gli argini, se le ripe non riusciranno abbastanza alte. Si dovrà tenere assai lontana dal molino la chiusa, e il fine del merso, come ora si trova in quello degli Olivetani acciò la distanza di questo dal principio della colta contenga almeno un miglio, e mezzo. Supponendo in questo tratto del fiume, quando sia ridotto, anche la sola pendenza di 6 piedi per miglio, se ne avranno 9 nel tratto di un miglio e mezzo, che co' due della chiusa saranno 11. Se alla pendenza della superficie dell'acqua nella colta, e nel merso se ne danno 3, rimangono 8 per la caduta sul molino, i quali ponno bastare: col pigliarsi un poco maggiore quantità d'acqua sul principio della colta un poco dilatata

ivi si avrà lo stesso effetto, che si ha ora nel molino degli Olivetani, dove ho trovata una altezza del pelo nella colta in atto di macinare dal pelo del merso di piedi 9, i quali se bastano ora con quella quantità di acqua minore, basteranno allora 8 di caduta con una quantità maggiore. Ma perché bastino i 3 piedi nel pelo della colta, e del merso, conviene dare a' loro fondi minore inclinazione di quella, che anno al presente, dove ho veduta l'acqua nella colta degli Olivetani correre con una rapidità maggiore della media velocità della Caina in que' siti. La minore pendenza porterà deposizioni maggiori nella colta, e nel merso, ma vi si rimedierà col ripulirli più spesso, non dovendosi permettere mai più rialzamenti ulteriori di chiuse, le quali dovranno essere fissate con una livellazione esatta a' de' stabili, come sarebbero i sottarchi de' ponti, o altre fabbriche vicine: dovrà pure il padron del molino essere obbligato a tenere escavato l'alveo sotto la chiusa. Questi pesi non gli dovranno parere gravosi, mentre nello stato presente, se egli inibiscono, come si deve, i nuovi rialzamenti delle chiuse, dovranno, conforme a quanto si è dimostrato di sopra, rimanere in breve tempo inusuali.

La spesa della sospensione di questi molini per uno, o due anni sarà assai piccola, quando anche si debba rifare tutta a' proprietarj. Quello di Mercatello frutta in circa scudi 260, quello de' P. P. Olivetani da 100, e quello del Signor Conte Montesperelli da 70, come ho saputo sul luogo istesso.

Non parlo del molino di Monsignor Vescovo, dove la chiusa è amovibile dalle piene, e dove il letto superiore per lungo tratto è già stato aggiustato con poco in modo, che non inonda.

Aggiungo solo per ultimo, che finito il lavoro, conviene stabilire un piede solido per la manutenzione: conviene con l'appoggio della autorità Sovrana impedire ogni piantata sugli argini, e orli delle ripe, e molto più nell'alveo, ogni piantata di pali nell'alveo stesso per macerar le canape, ogni apertura nelle ripe ed argini per scendere ad abbeverare le bestie, facendovi solo de' viottoli trasversali di tanto in tanto, che passino per la cima, e far invigilare a levar subito i greppi ricaduti, e i tronchi, e rami, e ogni ingombro. Così l'opera sarà sicura, e perenne.

*Ristretto del parere sulle danni cagionati dal fiume Caina, e loro rimedj del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù correlativo ad una sua più voluminosa Scrittura.*

A richiesta degli Illustrissimi, e Reverendissimi Signori Delegati Apostolici per l'affare del fiume Caina ho considerati i piani, e profili, e lette le memorie, e relazioni del Signor Alberti Ingegnere, e Architetto Bolognese, e ho fatta una visita a tutto il corso di esso fiume dal ponte del Colle, sotto cui cominciano i danni considerabili, che cagionano le sue escrescenze, fino alla sua imboccatura nel Nistore, e di questo fino al Tevere, prendendo varie misure, facendo varie livellazioni, e considerando con attenzione tutte le cose le più interessanti.

Fatte le debite riflessioni dopo il ritorno dalla visita ho stesa una lunga scrittura, in cui si contengono molte cose appartenenti alla teoria generale de' fiumi, e molte spettanti a questo caso particolare, oltre alle osservazioni fatte, e a quanto ho creduto di poterne dedurre pel riparo de' gravi danni.

Vi sono in essa Scrittura in primo luogo le pendenze ricavate dalle livellazioni del Signor Alberti nelle diverse parti della Caina, e del Nistore, le quali confronto colle leggi generali della Natura, e colle poche livellazioni fatte da me, come pure confronto ivi alcuni punti essenziali delle sue carte con quello, che ho osservato io nella mia visita. Parlo delle difficoltà, che si incontrano nel livellare con una sorta di livello assai usato e commendato anche da bravi Autori, i pericoli che si corrono nell'adoprarlo, e le precauzioni che conviene prendere per assicurarsi della esattezza.

Tratto appresso degli interrimenti, che vi sono nell'alveo, massime in certi siti particolari, dettagliandone le pruove, e le varie circostanze. Indi passo alle cagioni, tra le quali entrandovi la velocità minore del bisogno, e variazione dipendente dalla mutata pendenza, entro ad esaminare la relazione, che anno ne' fiumi le velocità colle pendenze, ed accennata la teoria, di cui si serve a questo fine il Signor Ingegnere, entro diffusamente ad esporre la mia, la quale stimo molto interessante per chi vuole trattare teoricamente queste materie.

Rientrando negli interrimenti prodotti correlativamente alla spiegata teoria delle velocità de' fiumi, passo ad altre cagioni de' medesimi: espongo la generale della maggiore coltivazione delle colline, indi la particolare pel caso presente, che sono i disordini osservati negli alvei della Caina, e del suo recipiente Nistore, e le chiuse de' varj molini, che attraversano tutto intero il letto di amendue in più luoghi.

Fo l'enumerazione di essi disordini, greppi ricaduti, alberi piantati nella parte interna delle ripe, o argini, devastazione degli argini istessi o delle ripe, ostacoli attraversati al corso delle acque, che sono tronchi, e rami di alberi cadutivi, pali ficcati per macerare le canape, con delle isolette formate dalle materie, che ne vengono arrestate, e cose simili.

Parlo a lungo del danno, che si fa da que' molini, i quali anno bisogno di chiuse, che attraversino tutto il letto di un fiume di poca pendenza, esponendo la maniera, con cui lo producono, specialmente come cagionino gli interrimenti inferiori, e i rialzamenti superiori di tutto l'alveo: enumero i molini, che vi sono su questi due fiumi, e gli scalini, che vi formano le loro chiuse: accenno qualche maniera di rendere queste chiuse meno perniciose, ma ne mostro la difficoltà, e il pericolo.

Mostro poi, come rimossa anche la cagione de' danni colla rimozione delle chiuse, non si rimedia almeno in breve tempo in molte circostanze a' danni recati, per la difficoltà di asportare interrimenti arrestati da lungo tempo, e induriti, e a questo proposito riferisco due fatti osservati, che riguardano il Nistore, il primo di uno strato lapideo duro, che attraversa il suo letto fra il molino di Mercatello, e quello di Compignano, il quale fà, che non serve nulla per accommodare la Caina, il pensare a tutto il tratto inferiore del Nistore, e il secondo di una corrosione, con cui il Nistore medesimo poco sotto al primo di detti due molini si è abbreviato considerabilmente il corso, guadagnando in poche pertiche una pendenza di piedi tre, circostanza utilissima per poter abbassare

la chiusa, e le macine di esso molino, inalzate contro ogni ragione da un anno in quà. Aggiungo l'osservazione di un altro sito vicino alla confluenza, in cui con un breve taglio si potrebbe scortare molto il corso tortuoso del Nistore facendo, che la Caina vi possa entrare più facilmente.

Spianate così molte materie, ed esposte molte osservazioni di fatti interessanti, vengo alla cagione delle inondazioni, per passare a' rimedj.

La cagione immediata è l'insufficienza dell'alveo presente, a contenere tutte le acque, che cadono nella Caina: mostro, che questa incapacità deriva dall'alzamento, che si è fatto nel fondo, dalla bassezza delle ripe, e mancanza, o devastazione degli argini, e degli ostacoli, che fanno le chiuse de' molini, e i disordini dell'alveo tanto del recipiente Nistore, quanto della Caina.

Per li rimedj espongo i due progetti del Signore Ingegnere aggiunti al pulimento, e riduzione degli alvei: il primo di fare una continuata generale arginatura alla Caina, il secondo di rimuovere le prime due chiuse del Nistore, o almeno la prima di Mercatello, per rimetterle dopo, che il fiume colle corrosioni abbia sprofondato il suo alveo.

Da questi progetti ne piglio un poco per uno, e comincio coll'enumerare le tre sole maniere, nelle quali può accrescersi la capacità dell'alveo: o col mettere la Natura in istato da sprofondarlo da se colla corrosione correlativa alla velocità accresciuta dalla rimozione degli ostacoli, o collo sprofondarlo, e dilatarlo coll'opere manuali, o coll'arginarlo: dico, che di queste tre cose se ne deve qui fare un poco per una.

In ordine al primo capo espongo prima quello, che deve farsi sul Nistore, indi quello, che si ha da fare nella Caina, e tanto in ordine ad esso, quanto in ordine agli altri due capi espongo dettagliatamente, cosa io creda, che vada fatto, e con che ordine.

Propongo, che si cominci subito dal ripulire, e slargare il Nistore nelle vicinanze della confluenza, e provisionalmente si demolisca, o abbassi la chiusa di Mercatello: che si faccia lo scavo coll'alveo della Caina, e colle chiuse di due de' suoi molini, si fortifichino, e rissarciscano gli argini, dove vi sono, e si faccia della escavazione verso il ponte di Monte Mellino, dove gli interrimenti sono i maggiori. Che si stia a vedere cosa faranno le piene della invernata, che ridurranno il fondo dell'alveo a qualche maggiore regolarità: che allora si veda con una nuova livellazione più esatta la relazione, che avrà il fondo cogli argini, dove ci sono, e colla campagna contigua ad essi, ed alle ripe, ove essi mancano.

Coll'ajuto di questa si riduca l'alveo alla grandezza, e forma, che individuatamente prescribo parte escavando, parte arginando, dove bisogna. Espongo la ferma speranza, che in una grandissima parte dell'alveo non vi vorranno argini di alcuna sorte, in altri siti vi vorranno piccoli assai; onde anche la spesa totale sarà molto minore, che nel primo progetto del Signor Ingegnere.

Mostro come nel tempo istesso si potranno rimettere le chiuse de' tre molini, e individuo quello, che va fatto rispetto ad esse, e alle loro colte, e mersi.

Al fine raccomando un sistema per la manutenzione, soprattutto una forte proibizione di rialzare mai più le chiuse fissate colla livellazione rispetto a degli stabili sicuri, come a' sottarchi de' ponti, e l'ingombrare l'alveo, o devastarne le ripe, e gli argini.

Finisco colla speranza della durata perenne de' buoni effetti, che produrranno le proposte operazioni, e cautele.

28 settembre

Partiti da Perugia alle 12.1/2 siamo arrivati a Marsciano alle 16.1/2: messa, pranzo. Partendo verso le venti lungo il Nistore in giù, si è veduto, che portava de' sassi anche di un palmo di lunghezza mezzi lisciati, ma informi ancora, e non ridotti in giaja.

Si sono osservate varie tortuosità.

Si è veduto entrar di fianco il fosso di S. Maria a diritta senza acqua, e con sassi minori de' suoi.

Si sono osservati varj razzaj tra gli altri 2 di due in 3 piedi di caduta.

Si è veduto alla cantonata della svoltata che ha a diritta i beni della Badia del Gran Priorato di Monsignor Rezzonico un'ordegno da pesca, che restringe il fiume a 4 in 5 piedi, e vicina ad esso un residuo di palizzata, che attraversa obliquamente il letto, buttando amendue l'acqua verso dritto, dove si vedeva un gran seno senza esito di corrosione.

Si è veduto l'ingresso in Tevere, con un piccolo razzajo nello stesso ingresso.

Si sono voltati i passi indietro arrivando sotto Marsciano alle 23.1/4. Si è ito al ponte vedendo la rovina del suo primo arco.

La gente del paese ha mostrato il sito a cui giungono le ordinarie piene di ogni anno di vicino a 5 piedi sopra l'attuale palo bassissimo: si è detto, che le massime rarissime, le quali inondano anche il piano vicino, montano ad altri circa 3 piedi.

29 settembre

La mattina detta la messa alle 12 si aspettarono i cavalli, e gli uomini, che non erano all'ordine. Si andò lungo il Nistore in sù osservando il fondo tutto sassoso in modo, che andando più in sù i sassi erano più grossi fino a trovarne di più di 2 piedi di grossezza. I maggiori si vedevano, dove il letto slargava più, abbandonati collo sminuirsi la velocità. Vi erano varj razzai in vari luoghi.

Si arrivò alla chiusa del Molino, la quale era fatta di puri sassi smossi, i quali nelle piene sono portati via.

Fu detto, che il Molino di Marsciano si affitta incirca 51 some di grano, che fanno 45 rubbia, il cui prezzo medio si computa di 6 scudi il rubbio, cioè 15 paoli la mina, facendo il rubbio 4 mine, e la soma 3; onde sono scudi 260.

Più sù si incontrarono due torrenti, che imboccano uno vicinissimo all'altro nel Nistore, amendue alla sua destra. Il più basso è Tienna, l'altro Frosinone. Il primo torrente menava i gran sassoni, il Frosinone de' sassi più piccoli.

Sopra di essi torrenti il Nistore era senza sassi, correndo in rena mista di belletta.

Costeggiando il Nistore si arrivò alla chiusa di Morcella formata di un muraglione, che attraversa tutto il letto. La caduta dell'acqua ivi da pelo a pelo si trova di piedi 4 once 5.

Si tornò indietro lungo la fossa, che porta l'acqua al molino, che si trovò quasi stagnante, perché il molino non andava per mancanza di roba da macinare.



Dalla superficie dell'acqua di detta fossa, al piano pavimentato sotto il rotone, per cui l'acqua va via si trovarono piedi 15.

Si affitta per quel, che ivi fù detto, some 48.

La piena straordinarjssima del 1762 di cui vi è memoria in lapide si alzò 2 piedi sopra lo stato della superficie della suddetta fossa, che noi trovammo.

Andando in sù si arrivò al molino di Compignano, ove si trovò dal suddetto pelo della fossa, che vi conduce l'acqua, al pavimento sotto il rotone piedi 9.1/2.

Lo affitto ne frutta 90 scudi.

Si andò innanzi alla sua chiusa, e si trovò la caduta da pelo a pelo piedi 5.1/3.

Un terzo di miglio più sù si trovarono degli strati di sassi duri e sottili, che attraversavano il letto: poco più sù un altro strato duro che non può essere superato dall'acqua per corrosione.

La velocità si trovò ivi per tutto assai considerabile.

Si arrivò a Compignano a mezzogiorno, e si pranzò in casa del Curato. Non essendosi trovati i cavalli, si fecero venir innanzi que' di Marsciano, e il bagaglio si mandò con un somarello.

Più sù poco sotto al sito in cui cade la perpendicolare tirata da Compignano sul ramo superiore, che lo circonda, si trovò uno strato lapideo friabile, che attraversa il fiume, con altri strati più sottili di pietra bianca più dura.

Si vide slargarsi il piano e si osservò un letto di sfogo per le piene verso il molino di Compignano.

Si trovò più in sù una foce più stretta, e in essa uno strato lapideo, che attraversava il fiume, se non erano sassoni portati dal fiume stesso.

Andando innanzi si sboccò da' luoghi stretti in un gran piano. Scostandosi dal letto, si trovò un letto di fiume abbandonato, e un torrente a destra, che aveva fatta una gran rotta, vedendovi il suo corso per li campi. Era ripresa con 3 ordini di doppj pali, e giara in mezzo: il torrente era asciutto.

Si arrivò al Molino di Mercatello, che appartiene a' Signori Graziani.

La sua chiusa era stata rialzata da 10 mesi addietro per circa 2 piedi.

Ci fù detto che si affittava scudi 140, e some 44.

Le macine erano state alzate di 2 piedi e 1/2, altri dissero di 3, e si era trovato, che altre 5, in 6 volte era stato rialzato.

Si visitò la sua chiusa, e si trovò, che da pelo, a pelo vi erano piedi 4. Essa era un poco lontana dal Molino, e il Molino poco dalla ricaduta dell'acqua in fiume.

Si salì alla Spina, dove si restò la notte.

30 settembre

Alla Spina si udì, che il fiume aveva fatta una rotta non molto più giù del molino, vicino al torrente incontrato il giorno innanzi.

Detta la messa alle 12, si aspettò un pezzo, che la gente fosse in ordine, indi si scese per riconoscere il sito.

Si trovò, che il taglio fatto dal fiume era di pochi passi, fù detto, il giro di prima era di più di mezzo miglio. Da pelo a pelo ivi in que' pochi passi vi era più di 3 piedi, e la velocità di caduta forti una presso all'altra, o caduta continua grandissima.

Si osservò, che quel fondo in tanti mesi non era stato ivi corrosivo sensibilmente.

Pure fù detto, che l'alveo superiore si era abbassato, e mostratoci il sito, a cui si diceva, che esso si alzava, fù giudicato di 3 piedi. Forsi quelle erano deposizioni levate, e il fondo naturale di terren duro reggeva.

Fu aggiunto, che tutto il letto dal molino fin lì si era abbassato talmente, che quell'abbassamento sarebbe servito anche senza l'alzata della chiusa, e molino.

Andando in sù poco lontano dalla chiusa si passò il molino, e in un sito piano si fece la livellazione. Il giro pel fiume nel margine interno si trovò di pertiche 160, ciascuna delle quali facendo piedi 15, o passi 3, si anno passi 480, onde pel mezzo del fiume sarà stato un mezzo miglio. Si trovò la pendenza di 1 piede, e once 9.1/2: di fatti la velocità in superficie era quasi insensibile.

Andando in sù si trovò il letto guasto, greppi ricaduti, alveo ristretto, impedimenti di alberi.

La velocità più in sù era più considerabile.

Essendo già passato di un ora il mezzo giorno, si tirò dritto verso Monte freddo, dove si doveva pranzare nella villa del Conte degli Oddi, essendovi i padroni.

Si passò accanto all'imboccatura della Caina senza saperlo, e sotto la Pieve di Caina, sbagliando la strada si passò il ponte, e si costeggiò un gran tratto del Nistore superiore alla imboccatura, che si trovò col letto sommamente guasto, e in molti luoghi ristretto.

Abbandonato esso, si rientrò in istrada col ripassare a guazzo la Caina, e si giunse al termine dopo le 20. Que' Signori non vedendoci comparire avevano pranzato, serbandoci il pranzo.

Si pranzò subito, e benché il tempo minacciasse, si rimontò a cavallo per andare alla imboccatura della Caina. Si scese sulla Caina stessa costeggiandola per più di 2 miglia. Si osservò il letto irregolarissimo: greppi ricaduti, tronchi di alberi arrestati, pali ficcati per le canape, e abbandonati con delle isolette formate.

Si osservarono varj arginetti, ma trasandati, e in più luoghi rotti: fù detto, che i medesimi la Caina non li sormontava neppure nelle massime piene, perché intanto si dilatava per tutta la campagna per li siti non arginati, o per li trasandati.

Si trovò un fondo senza sassi, ne breccia: una velocità da 60 de' miei passi per minuto, de' quali 2000 facendo un miglio, si avevano meno di 2 miglia per ora.

La pioggia arrestò i passi, e dando indietro, si tornò prima di sera a Monte freddo. La notte diluviò orribilmente.

1 Ottobre

La mattina detta la messa verso le 13, vedendo slargar il tempo, si montò a cavallo per riconoscere la confluenza partendo alle 15. Vi si giunse alle 17.1/2 dopo di avere riveduta una parte della Caina osservata il giorno innanzi.

Si trovò, che la Caina entra quasi a seconda, e il letto è slargato dalle corrosioni dopo la stessa confluenza: ma il letto commune poco più giù è sommamente ristretto da' greppi ricaduti: il letto superiore del Nistore è pure ristretto. Tra la confluenza, e il ponte si trovò nella Caina una velocità di 54 passi miei per minuto, più sù di 60. Tornando si incontrarono vicino al ponte varj Signori, e due Religiosi. Ci dissero, che spesso le piene arrivano al sito, in cui comincia a salirsi sul ponte, il quale è delineato nella carta dell'Ingegnere; onde potrà riconoscersi.

Ci esaggerarono i disordini del Nistore superiore: il suo letto ristretto co' lavori da' P. P. Domenicani; le espansioni, fino a unirsi superiormente colla Caina per allagare ogni cosa.

Tirando innanzi ci accostammo alla Caina costeggiandola: vi si osservarono gli stessi disordini nel letto, e si giunse fino al sito in cui si era visitata il giorno innanzi, rifacendo poi un pezzo della stessa strada.

Pareva la velocità considerabile, ma era di 60 passi per minuto.

Si arrivò a Monte freddo alle 18.1/2, e si pranzò con que' Signori.

Dopo pranzo, benché il tempo fosse dubio si partì, scendendo al molino delle capanne sulla Caina.

Questo è il molino de' Monaci Olivetani al quale si tornò a fare una visita posteriore credendolo io un'altro, perché quello, che avevo veduto non aveva quello, che dimostrava la Carta dell'Ingegnere. La prima volta avevo veduto il molino, ma non la chiusa. Si trovò, che aveva 3 macine: pigliava l'acqua da un miglio più sù, e la rendeva da mezzo miglio più giù, come fù detto.

Dal pelo della colta (canale che mena l'acqua) al pelo della versatoja, che porta subito in Caina la superflua, vi erano piedi 7 once 3: dallo stesso pelo, al pelo del canale, che riporta l'acqua del molino, e si chiama il merso, vi erano piedi 9.

Ci fù detto, si affittava da 30 in 40 some.

Si osservò un gran tratto della Caina col letto stretto, e ripe basse, per le quali versa.

Ci prese una gran pioggia per istrada: arrivammo zuppi a Monte Mellino nella villa del Conte della Staffa. Si vide una bellissima Iride primaria, e secondaria.

2 ottobre

Detta la messa si partì alle 13 da Monte Mellino. Si scese sulla Caina, andando tra essa Caina, e la colta del Molino del Signor Conte Montesperelli. Si videro ivi degli arginetti di Caina, i quali, ci fu detto, che non sogliono essere mai sormontati. La colta del molino lunga più di un miglio era pure arginata con arginetti bassi: il merso lungo da un quarto di miglio era pure arginato.

Al Molino il Molinaro presente, che vi sta da 28 anni, disse, che le macine non erano state mai rialzate a tempo suo. Un vecchio di 90 anni diceva di averle vedute rialzare insieme colla chiusa. Un piede sul pavimento si vedeva un segno, che dicevano essere del sito, in cui una volta si legavano i cavalli, segno della rialzata di più piedi.

Aveva il molino 2 macine, e fruttava incirca 70 scudi: non andava, perché non vi era grano. La piena del 1762 era arrivata alle macine.

Più giù del molino si vedeva dalla parte sinistra un arginetto di 3 piedi sulla strada più alta della campagna contigua: il letto della Caina era molto irregolare.

Si arrivò al ponte Forcina: un galleggiante dalla parte superiore ad esso scorreva 45 passi miei per minuto, più giù di esso 72.

La superficie inferiore dell'arco era alta sopra il fondo piedi 7: 0: tra il ponte, e il molino vi era della molto maggiore velocità con de' razzaj.

Si livellò dall'arco del ponte Forcina fino a quello di Monte Mellino, e in più battute si trovò da acqua ad acqua la pendenza di 12.1.5 e, dal sottarco al sottarco 8.10.5: l'intervallo lungo il fiume è di pertiche: l'operazione si vede in un foglio a parte.

Si finì assai tardi, sicché andando per la collina alla Pieve del Vescovo vi si giunse dopo le 22, e si andò a tavola alle 23.

3 ottobre

Alla pieve del Vescovo ci fù detto, che da 12 anni addietro scavandosi una botte sotto il fondo di Caina si trovò la breccia in piedi sotto il suo stato attuale senza arrivare al terren vergine.

Detta la messa a buon'ora si andò direttamente al ponte alto, che attraversa la strada di Toscana.

Si trovò la sua luce abbastanza larga, ma il fondo ripieno di giaretta: la campagna più bassa a destra, che a sinistra: gli argini vi erano, ma ineguali, e interrotti.

Questo ponte assai antico è stato posteriormente abbassato: ad ogni modo è alto più anche del bisogno. Vi si vide una iscrizione in lapide di marmo assai vergognosa. Vi si legge RESTITUTUM MENSEM OCTOBRIS A. D. MLCCLXII.

Andando in sù si trovò il fondo di giara: gli argini alti ma cattivi, con più rotte piccole, e una grande sulli beni del Baldella, che ha rovinato colla breccia il campo contiguo. Si osservarono degli alberi piantati sull'argine in cima di esso, e fino sulla sua faccia interiore.

Si arrivò al molino di Monsignor Vescovo. Esso si affitta scudi 30: ha una macina sola, e questa fù rialzata da 7 anni addietro per  $\frac{1}{2}$  piede: non vi era punto di acqua in que' siti di Caina.

Si andò innanzi alla chiusa, che è fatta con de' pali posticci, che ogni piena grossa porta via. Ci fù detto, che da 22 anni non è stata rialzata; ma ciò non si può assicurare, giacché continuamente si rimette a occhio. Si diceva, che sotto vi erano de' tavoloni inchiodati segno evidente di inalzamenti posteriori.

Dietro alla chiusa vi era dell'acqua stagnante, dalla quale al ciglio della chiusa vi erano da 3 piedi, e  $\frac{1}{2}$ : la colta si prendeva in un canale, che aveva un archetto murato: si diceva, che ivi anticamente vi passavano sotto i giovenchi, non vi trovammo due piedi di altezza, segno del grande interrimento. Disse il Molinaro, che da 22 anni in quà l'ha veduto sempre così, come sta ora.

Di li in sù i terreni adjacenti son più alti: vi sono degli arginetti, che furono riaggiustati da 4 in 6 anni addietro, con del pulimento del fondo, e da quel tempo in que' siti non versa.

**15**  
**La fontana del palazzo estense di Varese**  
**(1768)**



*Palazzo estense di Varese: facciata interna e giardino*<sup>179</sup>

A novembre del 1768 Boscovich fu ospite del duca di Modena presso la villa di quest'ultimo a Varese. Nel 1764 Francesco III fece richiesta a Maria Teresa del feudo di Varese, località in cui aveva soggiornato nel 1755, ospite del marchese Paolo Antonio Menafoglio<sup>180</sup>, e dove desiderava trasferire la propria residenza. Nel 1766 la sua richiesta fu accolta positivamente da Vienna: il territorio di Varese diventava feudo di Francesco III fino alla sua morte, dopodiché sarebbe ritornato all'Austria. Pochi giorni prima della firma del diploma di infeudazione, Francesco III aveva acquistato la casa di proprietà di Tommaso Orrigoni, costruita nel 1760 poco fuori Varese, sulla via per

<sup>179</sup> GIAMPAOLO [1966].

<sup>180</sup> Paolo Antonio Menafoglio, originario di Marzio, nella provincia di Varese, fu un ricco banchiere, i cui interessi finanziari riguardarono non solo il Ducato di Modena, ma anche Milano. Nel 1749 fu creato marchese di Barate dall'imperatrice Maria Teresa d'Austria e ricevette da Francesco III d'Este il titolo di marchese del feudo di S. Martino di Spino, Gavello, Portovecchio, Bellaria, Feniletto. Rimase sempre legato alla propria terra d'origine, finanziando alcune importanti opere, tra cui la costruzione dell'odierna Villa Menafoglio Litta Panza.

Casbeno. Il Duca fece restaurare la villa con l'intento di renderla un vero e proprio palazzo di corte<sup>181</sup>.

I lavori, iniziati nel 1766, proseguirono fino al 1768, con una probabile successiva prosecuzione fino al 1771, sotto la supervisione dell'architetto Giuseppe Antonio Bianchi<sup>182</sup> che si occupò della ristrutturazione dell'edificio e della realizzazione di un giardino monumentale, caratterizzato da rilievi, declivi, viali, sentieri, aiuole, prati e da una grande fontana.

Nella progettazione del giardino uno degli interventi più innovativi dell'architetto Bianchi riguardò la realizzazione di una grande vasca per la raccolta dell'acqua, posta sulla cima della collina detta *del Castellazzo*. L'intervento comportò una modifica delle quote di livello del terreno, impresa nella quale furono coinvolti numerosi lavoratori. La sistemazione dei giardini in collina infatti richiedeva opere ingenti per la costruzione di spalti, terrapieni, terrazzamenti, scalinate ed impianti idrici. Nell'estate del 1768 fu completato il *Grand Basin*, un'ampia vasca circolare, delimitata da un cordolo in pietra ed alimentata da due fonti poste a più di un chilometro dal parco ducale. Con tale sistema l'acqua veniva raccolta in una apposita cisterna, realizzata tra giugno e luglio del 1768, che forniva sia il giardino che il palazzo<sup>183</sup>. Nella realizzazione delle condotte per la derivazione dell'acqua al giardino furono utilizzate tubature di legno, rivelatesi ben presto inadeguate. L'impianto idrico infatti soffrì di continue perdite dovute all'instabilità dei tubi, fessurati e mal giuntati, al punto che il 24 novembre 1768 si decise di consultare Boscovich sulla questione.

Durante il suo soggiorno il gesuita ebbe modo di assistere alla livellazione dell'acqua che arrivava nella fontana del giardino. A fronte di una pendenza di 32 braccia dal pelo dell'acqua nel "bottino" al piano del giardino ci si aspettava di trovare un getto d'acqua piuttosto alto, mentre esso non raggiungeva neppure un'oncia. In merito alla scarsità dell'acqua molti indizi facevano presupporre che gran parte si perdesse nel tragitto, a causa dei condotti in legno che erano crepati. Boscovich volle appurare personalmente la quantità d'acqua che si perdeva; per fare ciò avrebbe potuto fare ricorso alle teorie, ma dato che queste erano spesso imprecise, stimò più opportuno misurare direttamente quanta ne entrava in cima e quanta ne usciva in fondo, constatando che la quantità d'acqua che arrivava nel giardino era molto piccola. Il motivo per cui l'acqua della fontana non raggiungeva una "considerabile alzata" era l'eccessiva larghezza della

---

<sup>181</sup> Per notizie storiche sul Palazzo Estense di Varese si vedano: FERRANTI [1956], GIAMPAOLO [1966], BASSANI [2002].

<sup>182</sup> Giuseppe Antonio Bianchi dal 1744 fu attivo come ingegnere e architetto presso la "real corte" di Vienna, lavorando come capomastro nel cantiere di Schönbrunn. Tornato in Italia si occupò della sistemazione della residenza milanese del duca di Modena. Nel 1761 entrò a far parte del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano. A Varese l'attività di Bianchi è documentata a partire dal 1766 come sovrintendente alla costruzione del palazzo estense. Tra il 1770 ed il 1775 fu a Vienna, successivamente rientrò in Lombardia, dove fu impegnato in lavori al teatro ducale di Mantova.

<sup>183</sup> BASSANI [2002], pp. 86-89.

bocca della fontana rispetto alla poca quantità d'acqua. Velocità e larghezza della bocca determinavano la quantità d'acqua che doveva uscire. Se la quantità era molto piccola, la gran pendenza non serviva perché la velocità rimaneva piccola. Trascurando la resistenza dell'aria, le alzate erano proporzionali ai quadrati delle velocità. Tenendo conto che le velocità erano direttamente proporzionali alle quantità d'acqua e inversamente proporzionali alle sezioni, ossia ai quadrati dei diametri, le altezze risultavano direttamente proporzionali al quadrato della quantità d'acqua e inversamente proporzionali alla potenza quarta dei diametri delle luci. Considerando la relazione di Huygens<sup>184</sup>, il fenomeno di contrazione della vena e trascurando la resistenza dell'aria, Boscovich trovò che con una luce di tre punti di diametro tutta l'acqua del giardino poteva produrre un getto di non più di due once.

Il gesuita concluse che l'acqua si disperdeva nel terreno ancora prima di arrivare nella cisterna del giardino, mentre quella che alimentava le fontane era trattenuta dall'accumulo di calcari e depositi all'interno delle tubature. Come soluzione propose di costruire una seconda cisterna alla sommità della collina per alimentare le fontane, le scuderie e le officine di servizio, sfruttando la pressione di caduta. Per migliorare l'effetto scenografico delle fontane, si dovevano restringere i diametri degli ugelli in modo da avere un getto "sottile, ma almeno di altezza visibile".

Per rimediare alle perdite d'acqua, Boscovich consigliò di aggiustare o, piuttosto, di rifare la rete di tubature, costruendole in piombo o ferro crudo, scegliendo tra questi due metalli quello che favoriva la minor formazione di calcare<sup>185</sup>. Inoltre suggerì di realizzare sulla collina alla fine del giardino "un gran vascone" per conservare l'acqua.

Egli osservò poi che durante le grandi piogge il giardino rimaneva affogato dalle proprie acque, non ricevute dal Vellone in cui abitualmente si scaricavano. Tale torrente, che scorreva vicinissimo al palazzo, in questi periodi aumentava la propria portata e rischiava di allagare non solo il giardino, ma anche le stanze al piano terra del palazzo. Boscovich fornì alcune indicazioni per migliorare lo scolo delle acque da incanalare al di sotto del Vellone, per aumentarne la pendenza e non avere rigurgiti in caso di piena e per evitare la formazione di bolle d'aria nelle tubature.

<sup>184</sup> Per "relazione di Huygens" si intendeva la velocità con cui i gravi scendevano in un secondo. Christiaan Huygens (L'Aia, 1629 - ivi, 1695), italianizzato da Boscovich in Ugenio, fu un matematico ed astronomo olandese. Nel 1673 Huygens pubblicò *Horologium Oscillatorium, sive de motu pendulorum* contenente la trattazione teorica del pendolo, della cicloide e delle sue proprietà, la teoria del pendolo composto e della caduta dei gravi nel vuoto. Nel 1690 uscì alle stampe il *Traité de la lumière, où sont expliquées les causes de ce qui luy arrive dans la réflexion et dans la réfraction et particulièrement dans l'étrange réfraction du cristal d'Islande. Avec un Discours de la cause de la pesanteur*, Leida, presso Pierre Vander. Nel *Discorso sulle cause della gravità*, Huygens tentò di spiegare la caduta dei corpi. Sia la caduta dei gravi che la forza centrifuga, qualunque fosse la loro causa, seguivano la legge del moto uniformemente accelerato, in base alla quale gli spazi percorsi stavano ai tempi come i quadrati dei numeri interi; egli giunse così a determinare in  $mv^2/r$  la misura della forza centrifuga e a individuare in  $9,79 m/s^2$  il valore di  $g$ . MORMINO [2012].

<sup>185</sup> BASSANI [2002], p. 90.

Durante il suo soggiorno individuò un sito in cui si sarebbe potuta deviare metà del torrente, “buttandola in una valletta, che va in lago”, mediante la costruzione di una botte sotto il fondo del corso d’acqua, che portasse le acque del giardino in siti più bassi.

Infine suggerì di porre nelle aiuole del parterre due obelischi culminanti con una sfera dorata e riportanti alla base un’iscrizione di Plinio, da utilizzare come meridiana. I due orologi solari furono realizzati, uno secondo l’ora francese e l’altro secondo quella italiana, su disegno e supervisione di Maria Beatrice d’Este, nipote di Francesco III.

Il duca seguì i consigli dati da Boscovich e in un foglio datato 9 dicembre 1768 fornì le seguenti disposizioni: “che per le acque delle fontane si regoli secondo il sentimento dell’Ing. Boscovich”<sup>186</sup>. L’anno dopo, a causa della siccità, le sorgenti diminuirono la portata e le fontane del giardino rimasero senza acqua. L’ingegnere Ludovico Bolognini (Bologna, 1739 - Parma, 1816), consultato dal duca, dopo aver esaminato lo stato dell’impianto, concluse che questo era stato ben progettato, ma mal eseguito. Egli suggerì di saldare tutti i condotti per evitare perdite e abbassamenti di pressione: nel 1770 si riuscì ad alimentare adeguatamente il Grand Basin e le fontane.

Dopo il soggiorno trascorso a Varese, Boscovich rientrò a Pavia per riprendere le lezioni. A causa dell’aggravarsi delle condizioni di una gamba, a luglio del 1769 partì per Parigi, passando per Torino, per consultare Sauveur François Morand (1697-1773), famoso chirurgo, ma questo secondo soggiorno francese disilluse le sue aspettative. Le cure infatti non diedero gli effetti sperati e così Boscovich partì per Bruxelles, dopo aver ottenuto da Firmian una proroga fino a novembre del 1769<sup>187</sup>.

Al rientro in Italia si trasferì a Milano, come regio professore di ottica e astronomia alle Scuole Palatine e alloggiò a Brera. Nell’ambito della riforma dell’università di Pavia voluta dal governo asburgico, gli insegnamenti di matematica erano stati trasferiti da Pavia a Milano presso le Scuole Palatine ed erano state istituite due diverse cattedre, una di astronomia, gnomonica e ottica, affidata a Boscovich, l’altra di meccanica, idrometria, idrostatica, architettura militare e civile, destinata al barnabita Paolo Frisi<sup>188</sup>. All’incarico presso le Scuole Palatine si aggiunse l’insegnamento di astronomia presso l’osservatorio di Brera con l’assistenza di Francesco Puccinelli<sup>189</sup>.

<sup>186</sup> GIAMPAOLO [1966], p. 154.

<sup>187</sup> PAOLI [1988], pp. 203-204.

<sup>188</sup> Paolo Frisi (Melegnano, 1728 - Milano, 1784), entrato nell’ordine dei barnabiti nel 1743, fu professore nei collegi del suo ordine a Lodi, Casale Monferrato, Milano. Dal 1756 fu professore all’università di Pisa, prima di metafisica ed etica, poi di algebra. Rientrò a Milano nell’aprile del 1764 per occupare la cattedra di matematica alle Scuole Palatine, incarico che avrebbe ricoperto fino alla morte. Per notizie biografiche si veda UGO BALDINI, *Paolo Frisi*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, ad vocem, vol. 50 (1998); per gli studi su Frisi si veda BARBARISI [1987].

<sup>189</sup> Francesco Puccinelli (Pescia, 1741 - Pisa, 1809), gesuita, fu allievo di Boscovich e successivamente suo assistente all’osservatorio astronomico di Brera. Collaborò anche con Ximenes in Toscana, diventando Soprintendente ai lavori pubblici per la Maremma. Nel 1803 era stato nominato Provveditore dell’Università di Pisa. Puccinelli fu in corrispondenza epistolare con Boscovich dal 1763 al 1786. Sulla figura di Puccinelli e sul carteggio con Boscovich si vedano: TOLOMEO [1991<sub>a</sub>], PAOLI [1988], pp. 217-219.



Durante il periodo trascorso a Brera tra il 1770 ed il 1772 i rapporti di Boscovich con i colleghi furono spesso difficili, in particolare col padre Louis Lagrange<sup>190</sup> e col rettore Ignazio Venini. Le notizie di tali dissidi erano giunte fino a Vienna dove il cancelliere di stato, il principe Kaunitz, temeva che questi avrebbero influito negativamente sull'efficienza dell'osservatorio. In una lunga memoria, scritta sotto forma di lettera, Boscovich oltre a difendere il proprio operato, lamentava l'inadeguatezza degli strumenti a sua disposizione e sottolineava come agli impegni didattici si dovesse sommare il tempo da lui dedicato alla stesura di diverse opere<sup>191</sup>. (*mgf*)

*Osservazioni fatte a Varese per S. A. S. il Signor Duca di Modena*<sup>192</sup>

Nel Novembre del 1768 in Varese presi varj punti d'ombra per determinare la posizione delle Meridiane nel giardino di S. A. S. il Signor Duca di Modena, e trovai, che declinava gradi [...]. La linea di mezzo di esso giardino preso per lo lungo dalla Meridiana verso Ponente. L'altezza del polo presa coll'ombra di mezzo giorno, e coll'altezza dello stile, la trovai di 46° 2', ma deve essere di varj minuti minore. Lo stilo era un ago di un pajo di pollici ficcato colla sua punta in una tavoletta collocata nella posizione orizzontale indicata dall'archipendolo posto in due situazioni l'una perpendicolare all'altra. Come l'ago non era perfettamente perpendicolare alla tavoletta, trovai il piede vero dello stile col trovare 4 punti nella carta posta sulla tavoletta ugualmente lontani dalla cima di esso ago, e trovar il centro di un circolo che passa esattamente per tutti essi punti.

L'archipendolo non può dare la posizione orizzontale dentro pochi minuti. Dall'altezza del polo di Milano ho ricavata quella di Varese di 45° 50', giacché in varie carte ho trovato Varese più boreale di Milano per 22' in 23'. Di essa altezza mi son servito per delineare due oriuoli a Sole orizzontali, uno Francese, e l'altro Italiano, che ho proposto si formino nel parterre di giardino in due gran tondi, che vi erano di puro gazono di 24 braccia Milanesi di diametro l'uno. Ho proposto, che le linee delle ore, e i numeri si formino di mortella, e per stile si metta una guglietta di marmo per luogo di due braccia, e mezzo con una palla dorata in cima, mettendo nella base un'iscrizione cavata da Plinio, dove parla dell'Obelisco di Campo Marzo: da una parte Divus Augustus mirabilem usum addidit ad deprehendenda Solis umbra, dall'altra Manlius Matematicus auratam pilam addidit, cujus umbra colligeretur in se ipsa. L'Italiano lo feci disegnare sul posto formando le ore colle cordicelle tenute alle estremità da due pichetti, e a 24 vi si osservò il mezzo giorno avendo servito di stile un palo messo al luogo suo. Aggiustai l'oriuolo da tasca secondo quella Meridiana, e la sera vidi tramontare il Sole

<sup>190</sup> Louis Lagrange (Mâcon, 1711 - ivi, 1783), gesuita ed astronomo francese, fu direttore dell'osservatorio di Marsiglia. Nel 1762 si trasferì a Milano collaborando alla realizzazione della specola presso il Collegio di Brera.

<sup>191</sup> PROVERBIO [1987].

<sup>192</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 1-18, Item 8, cc. 3.

alle  $23\frac{1}{2}$  di esso oriuolo. Lasciai amendue i disegni da metter in opera dal giovane dell'Ingegnere Bianchi.

Assisteci in que' giorni alla livellazione dell'acqua che viene in giardino, e si trovarono massimamente braccia 32 dal pelo dell'acqua nel bottino al piano del giardino, sopra cui il pispino della fontana non si alza che 3 in 4 braccia. Si aspettavano, che per conto di tanta pendenza dovesse esservi un getto alto; eppure l'acqua non alzava neppure un oncia. Vi era insieme il lamento della scarsezza dell'acqua, essendovi tutti gli indizj del perdersene una quantità per la via: giacché i condotti erano di legno, e questi erano stati tenuti al sole per 3 mesi prima di essere messi in opera sicché erano crepati. Mi fu detto che chiusi affatto i tubi antichi nel giardino, ad ogni modo l'acqua nel bottino ben murato alla cui parte il condotto non si era diretta: onde tutta si sperdeva per la strada.

A condotto aperto in giardino, dove l'acqua v'alle fontane, e alle officine, si vedeva, che non si sperdeva tutta, benché per altro se ne avesse poca. Volli vedere quanta precisamente se ne sperdeva.

Si poteva cercare colle teorie, quanta ve ne fosse in cima. Il principio del condotto in cima, mi fu detto, che aveva una bocca circolare di 16 punti, la quale misura era commune a tutto il condotto, essa ora è impedita molto dal tartaro, che vi ha formato l'acqua con una minuta polvere, che strascina seco, e che vi si attacca. Era allora irregolare, e pareva di 10 punti, essendo più innanzi forse ancora più ristretta. Allora quando io la visitai vi erano 5 once di altezza dal centro della stessa imboccatura fino al pelo dell'acqua; ma mi fu detto, che quando la bocca era tutta libera il pelo dell'acqua si alzava sopra il fondo della medesima bocca soli 10, o al più 12 punti, lasciandone vano il resto.

Quella altezza di 5 once non poteva servire per calcolare la quantità dell'acqua, che entrava allora nel condotto, perché era incerta l'apertura di essa, non sapendosi, quanto precisamente ne occupasse il tartaro, massime un poco indentro. Quella altezza de' 10, o 12 punti col diametro della bocca ancor libera di 16 in diametro potrebbe dare la velocità media, e con essa la quantità precisa. Ma come le teorie, sulle quali si calcola, sono poco sicure, e poco esatte, ho stimato meglio di misurare immediatamente l'acqua, che vi entra in cima, ed esce in fondo, e fortunatamente in cima entra l'acqua nel bottino da due bocche situate più su del pelo dell'acqua medesima, su cui cadono i due getti, e si possono raccogliere.

Presi un vaso di legno, e in giardino l'empii con tutta l'acqua, che vi entra, due volte. Trovai amendue secondi di tempo 50 servendomi della mia mastra a secondi. Indi andai al bottino, e trovai, che la vena più grossa l'empiva in 12 secondi, per 3 volte, e la più sottile per 2 volte in 85, per una in 83, onde si possono pigliare 84. Si vede così, che

la vena piccola è precisamente  $\frac{1}{7}$  della grande: amendue poi insieme avrebbero dato

in secondi 56 delle misure uguali a quel vaso  $\frac{56}{84} + \frac{56}{12} = \frac{14}{21} + \frac{14}{3} = \frac{14}{21} + \frac{98}{21} = \frac{112}{21}$ . In

giardino se ne riceveva una misura; onde il totale a quel che viene in giardino sta come

$\frac{112}{21}$  ad 1, cioè come 1 a  $\frac{21}{112}$ . Delle parti 112 se ne perdono 91, e ne arrivano 21; cioè

arriva meno, che  $\frac{1}{5}$  del totale.

Per vedere la quantità assoluta misurai con detto vaso una brenta, e si trovò, che essa ne conteneva accuratamente 7. Vi era fatto di tavole un cubo di un braccio, che non teneva l'acqua. Si empi di terra col vaso medesimo, e si trovò, che conteneva umpoco meno di 21 di detti vasi; onde esso cubo conterrebbe umpoco meno di 3 brente: ma mi assicurò l'Ingegnere, che fatta più volte da lui l'esperienza coll'acqua, che si adatta tanto meglio, e con misure ben esatte, ha trovato sempre, che il braccio cubo contiene accuratamente 3 brente.

Quindi si ricava facilmente, che in giardino arrivano di quelle misure 60/56, e però in ogni ora  $\frac{3600}{56} = 64 \cdot \frac{2}{7}$ , cioè brente  $9 \cdot \frac{9}{49}$ , braccia cube  $3 \cdot \frac{3}{49}$ .

Questa veramente è una quantità troppo piccola, e si vede subito la cagione per cui non alzava l'acqua della fontana. Si era voluto un bel getto, e però si era tenuta la bocca larga, e mi fu supposto per almeno 4 punti di diametro. Ora è manifesto, che una simile larghezza di bocca nel pispino con tanta poca acqua non può dare una considerabile alzata. L'alzata suppone una velocità corrispondente: la velocità, e la bocca determinano la quantità dell'acqua, che deve uscire. Se questa è molto minore, non fa nulla la gran pendenza: la velocità resterà piccola, elidendo la tenacità, e la frizione l'effetto di essa pendenza, e commensurandosi la velocità alla sezione, purché non sia maggiore di quella, che richiede la caduta. Quando la quantità dell'acqua è determinata, come lo è qui, non corrisponde la velocità, e l'altezza del getto alla pressione della pendenza; ma vi vogliono altri principj.

Le alzate prescindendo dalla resistenza dell'aria sono come i quadrati delle velocità: le velocità, data l'acqua, sono reciprocamente come le luci, che sono le sezioni, cioè come i quadrati de' diametri, e data la luce, sono come le quantità. Quindi le altezze sono in ragion composta della diretta duplicata della quantità d'acqua, e reciproca quadruplicata de' diametri delle luci; purché non si passi la velocità dovuta all'altezza del pelo nel sito in cui si incanala, sul sito in cui sbocca. Considerando li piedi parigini 15 pol. 1 che secondo l'Ugenio scendono i gravi in un secondo, computando le braccia Milanesi in ragione di 6 a 11 al piede di Parigi, avendo riguardo alla contrazione della vena, e prescindendo dalla resistenza dell'aria, trovai, che tutta l'acqua del giardino con una luce di 3 punti di diametro non doveva alzar, che due onces, onde con 4 non

più di  $\frac{2 \times 52}{256}$  cioè poco più di mezz'oncia, come si osservava: coll'apertura di un

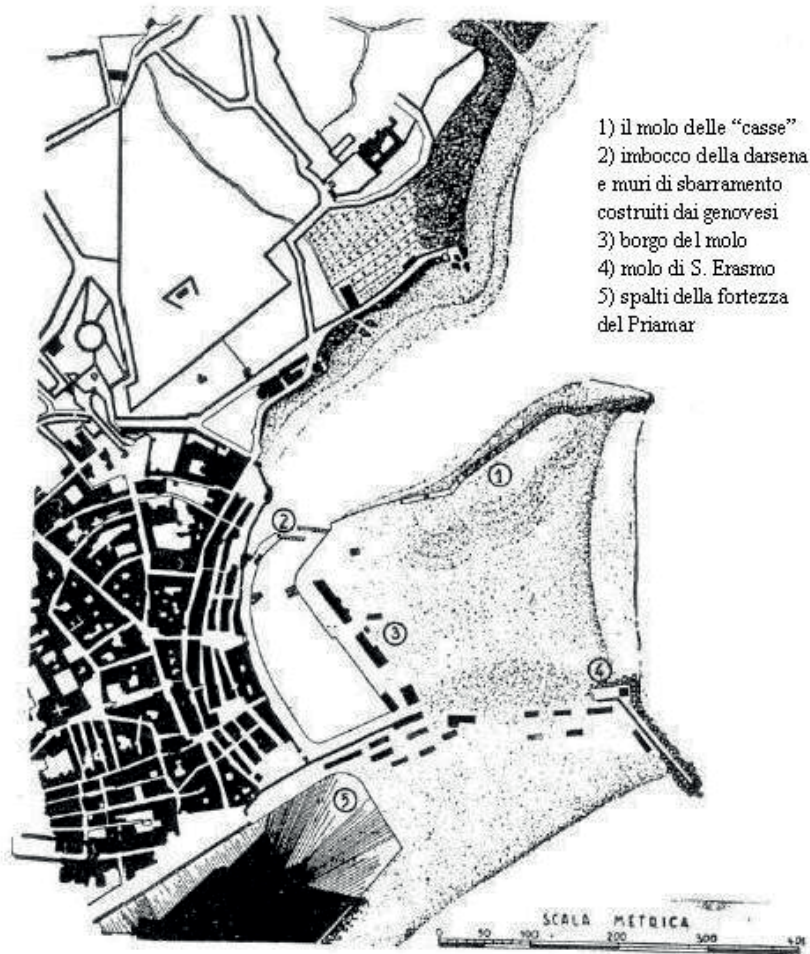
punto e mezzo di diametro si avrebbe a 16 doppj più di quelle 2 onces, e però un getto

ragionevole di 32 once; seppure quella forzatura maggiore non ne facesse perdere per le rotture de' tubi molto di più, come una chiusura totale la fa perdere tutta.

Consigliai, che si aggiustassero, o piuttosto si rifacessero tubi formandoli di piombo, o di ferro. Come al fin del giardino vi è la collina, che si alza appunto 32 braccia sul piano di esso per quanto trovò l'Ingegnere livellando, consigliai, che lì su si facesse un gran vascone per avere una conserva abbondante. Empiendola si avrebbe sempre una scorta: tenendo chiuse le fontane di notte, si raddoppierebbe l'abbondanza dell'acqua: non si starebbe in pericolo di rimanere senza acqua quando i tubi si guastano, e all'occasione di ricevere alcun personaggio si potrebbero avere getti di fontane assai più ricchi, e belli.

Il giardino resta nelle gran piogge affogato dalle sue acque, le quali allora non sono ricevute dal vicino torrente in cui abitualmente si scaricano, anzi gonfiandosi esso torrente, che è vicinissimo al palazzo, la sua acqua medesima rigurgitando allaga esso giardino, e le stesse stanze terrene. Ho visitato il sito in cui si potrebbe divertire la metà di esso buttandola in una valletta, che va in lago. Mi è paruto, che il taglio attraverso a una collinetta necessario per questo, porterebbe troppa altezza di ripe, e troppa spesa. Ho stimata più opportuna una semplice forma, e la botte sotterranea. Ma ho consigliato piuttosto una botte sotto il fondo del torrente, che porti le acque del giardino in siti più bassi.

## 16 Sul porto di Savona (1771)



*Il porto di Savona nel XVIII secolo*<sup>193</sup>

<sup>193</sup> FERRO [1956], p. 49.

Alla fine di ottobre del 1771 Boscovich si recò a Savona, dove era stato chiamato da Marcello Durazzo e da Francesco Doria per suggerire una soluzione al problema dell'insabbiamento del porto<sup>194</sup>.

Il pericolo di interrimenti sabbiosi costituì da sempre una grave minaccia per il porto di Savona, il movimento di questi materiali era dovuto alla posizione dello scalo portuale, esposto alle forti correnti di libeccio e a ponente del quale si estendeva un'ampia spiaggia che dalla fortezza del Priamar arrivava fino al capo di Vado<sup>195</sup>. In tempi antichi Savona aveva due porti naturali, uno a ponente e l'altro a levante della punta del Priamar, ma i molti corsi d'acqua tra la città e la punta della Meta danneggiarono il porto occidentale rendendolo pressoché impraticabile. Durante il medioevo il porto fu attivo e costituì la fonte primaria di ricchezza per la città. Nel 1191 Savona acquistò la sua indipendenza e si costituì come repubblica ghibellina; nel 1197 iniziarono i lavori di sistemazione e ampliamento del porto: fu costruito un grande molo che, partendo da quello antico, si prolungava oltre il faro di S. Erasmo e da qui proseguiva ad angolo retto. In un secondo momento fu condotto, perpendicolarmente a questo, un largo molo mediano che, insieme all'antico formò una darsena spaziosa, sicura, adatta a tutte le operazioni commerciali<sup>196</sup>. Nell'ampio spazio tra la darsena e il Priamar si costruì l'arsenale, capace di contenere fino a trenta galee, munito di mura e porte. Nel 1440 la città fu saccheggiata e distrutta dai genovesi, furono affondate nel porto vecchie imbarcazioni colme di sassi e il comune dovette sostenere ingenti spese per riparare le darsene. A novembre del 1525 Savona si scontrò nuovamente con Genova, i moli furono completamente distrutti e le macerie furono gettate nelle darsene. A febbraio del 1526 del porto di Savona non rimaneva quasi più nulla: si tentò di recuperare la darsena interna, la sola parzialmente utilizzabile, a cui si accedeva per un piccolo canale posto tra il contrafforte del colle di S. Giacomo e le rovine del porto. Le sabbie si depositarono nella parte esterna del porto minacciando di restringere l'accesso alla darsena. Nonostante i continui prolungamenti del molo di S. Erasmo, durante tutto il XVI e parte del XVII secolo non si videro grandi benefici. Nel frattempo proseguì l'attività di estrazione delle arene dalla darsena, ad opera delle navi in transito nel porto. Nel 1634 un banco di sabbia, formatosi all'imboccatura del porto, ridusse la profondità all'interno del canale, dopo una violenta tempesta le arene accumulate chiusero completamente lo scalo portuale. In questo periodo frequenti furono le petizioni da parte dei savonesi al senato della repubblica di Genova per chiedere l'autorizzazione all'esecuzione di lavori di difesa e di miglioria del porto. Il matematico ed astronomo savonese padre Orazio Grassi propose un piano di riordinamento dello scalo, ma gli eccessivi costi, insostenibili dal comune, resero impraticabile il progetto. Proseguì il lavoro di escavazione e le arene tolte furono gettate nel sito in cui precedentemente

---

<sup>194</sup> Marcello Durazzo (Genova, 1710 - ivi 1791), amico personale di Boscovich e suo banchiere di fiducia, fu doge di Genova dal 1767 al 1769. Nel 1771 insieme a Francesco Doria fu deputato per i lavori del porto di Savona e fece costruire su suo disegno il forte di Vado, poi chiamato in suo onore Forte Marcello.

<sup>195</sup> Sulle vicende del porto di Savona si vedano: NOBERASCO [1920], FERRO [1956].

<sup>196</sup> NOBERASCO [1920], p. 88.

sorgeva la darsena esterna. Alle osservazioni di Grassi si aggiunsero quelle del 1693 e del 1699 dell'ingegnere Giovanni Bassignani<sup>197</sup>, il quale effettuò una serie di scandagli all'imboccatura e al di fuori del porto, lungo la spiaggia adiacente. Nel 1694 una commissione, istituita dal senato genovese, stabilì che all'ingresso dello scalo si dovesse liberare uno specchio largo 400 palmi, profondo 12, chiudendo parte del banco di arena con una palizzata e protraendo il molo di 60 palmi<sup>198</sup>.

All'inizio del XVIII secolo si sperimentò l'iniziativa del padre Giacomo Maria Figari, il quale pensava di poter eliminare le cause degli interrimenti deviando il tratto terminale del torrente Lavagnola verso ponente<sup>199</sup>. La proposta non fu portata avanti, si fece qualche esperimento nell'inverno del 1701, ma a causa di un banco di sabbia che ostruì la bocca del porto, il progetto fu abbandonato.

All'epoca erano note le cause degli interrimenti, così come la provenienza dei materiali e dunque l'esatta nozione del regime del moto ondoso: a questo scopo, all'inizio del secolo erano stati eseguiti esperimenti gettando in mare mattoni riconoscibili e successivamente esaminando il luogo di rinvenimento. I risultati trovati confermarono che il movimento dei materiali era dovuto al regime del moto ondoso, ma risultò inesatta la valutazione dell'entità del fenomeno al punto che fu necessario ricorrere a periodiche escavazioni. Un altro errore di valutazione, commesso frequentemente in passato, era stata la scelta della località in cui scaricare le arene estratte dal porto: i tratti di costa tra Savona ed Albissola erano troppo vicini al porto tanto che spesso i materiali ritornavano al punto da cui erano stati tolti. Le iniziative adottate durante il Seicento e il Settecento per migliorare l'efficienza del porto ebbero effetti modesti a causa delle scarse risorse finanziarie messe a disposizione: furono intrapresi lavori parziali, i cui benefici venivano presto annullati dall'arrivo di nuove materie trasportate dalle correnti.

Nel 1749 la bocca del porto era di nuovo ostruita e per riaprirlo fu necessario l'impiego di un'ingente forza umana. Fu inoltre istituito un "Monte d'imprestito", la cui gestione fu affidata al senatore Marcello Durazzo. Nel 1751 il Maresciallo Sicher nella sua *Relazione riguardo il porto di Savona* sottolineò la primaria utilità di opere a difesa della punta di S. Erasmo in modo da prolungare e rendere efficiente quel molo. Nonostante il progressivo interrimento del porto, il progetto non fu realizzato, limitandosi ad eseguire un lavoro di rafforzamento all'estremità del molo delle casse e a riprendere lo scavo delle arene<sup>200</sup>.

Tra il 1760 il 1770 si impose la necessità di rimedi radicali e si decise di realizzare i progetti indicati dai vari tecnici che avevano visitato il porto, ma mancarono i mezzi per intraprendere questi lavori. Nel 1764 e nel 1766 l'ingegnere Girolamo Gustavo<sup>201</sup>

<sup>197</sup> Giovanni Bassignani (1653-1717), ingegnere bresciano, dopo gli studi a Padova lavorò a Venezia, Modena, Genova.

<sup>198</sup> NOBERASCO [1920], p. 98

<sup>199</sup> FERRO [1956], p.46

<sup>200</sup> FERRO [1956], p.47

<sup>201</sup> L'ingegnere Girolamo Gustavo assistette Boscovich durante le visite al porto e realizzò una pianta del porto e dei suoi dintorni. Per notizie biografiche si veda il lavoro di Balestrieri.

esaminò le condizioni del porto e valutò la possibilità di migliorarne l'efficienza. Egli presentò un progetto di palizzate da costruire alla punta del molo delle casse in modo da trattenere le arene mediante un sistema di "magazzini" presso l'imboccatura del porto. La proposta fu accettata e negli anni seguenti si diede inizio alla sua realizzazione, come testimoniato nello scritto di Boscovich del 1771.

Boscovich presentò due relazioni, una più dettagliata contenente le informazioni da lui reperite sulla situazione passata e presente del porto, sulle cause dei mali e sulle possibili soluzioni da adottare, ed una più breve, in cui proponeva i rimedi temporanei da attuare in attesa di avere notizie certe per fare una stima dei lavori futuri.

La memoria era costituita da 77 paragrafi, suddivisi in dodici articoli, il primo dei quali forniva una descrizione del porto all'epoca della visita di Boscovich<sup>202</sup>. Esso era collocato all'inizio di una spiaggia che si estendeva per circa quattro miglia da levante a ponente con direzione leggermente incurvata, formando un'insenatura che finiva con un gomito considerabile, terminante nel promontorio di capo di Vado. La città aveva a sud una fortezza, il cosiddetto Priamar, a levante il porto e a ponente la darsena. In direzione di Vado Boscovich individuò alcuni torrenti, portatori di sassi e arene provenienti dai monti e dalle colline coltivate, in particolare il Lavagnola che scendeva assai precipitoso. Dal fiume alla punta della fortezza c'era una piccola spiaggia, caratterizzata da una rientranza ad angolo "molto ottuso" che arrivava fino alla punta di S. Erasmo, sulla quale si vedevano piccoli scogli, parte dei quali erano i resti di alcune casse di molo. Dalla punta di S. Erasmo partiva una spiaggia corta che arrivava alla punta estrema di una serie di casse che costituivano un molo. In prossimità del porto le arene aumentavano, soprattutto in prossimità della bocca, restringendola e, a volte, chiudendola del tutto: per riaprire la comunicazione col mare furono effettuate numerose escavazioni in diversi periodi. Nella continuazione del porto verso levante si incontravano altri torrenti, in particolare nella spiaggia di Albissola sfociava un altro fiume, portatore di grande quantità di arene.

Il tratto di spiaggia compreso tra il Lavagnola e la bocca del porto era esposto ai venti di Libeccio, Ostro, Scirocco e Levante. Il Libeccio, assai frequente e violento, formava marea burrascose che, urtando obliquamente la spiaggia, producevano una corrente molto veloce che andava verso levante trascinando sassi e arene.

A Savona la corrente generale del Mediterraneo seguiva la direzione verso ponente, ma vicino a terra Boscovich osservò anche una corrente contraria, diretta verso levante, confermatagli da un ufficiale di marina e dal fatto che tutti i fiumi che si trovavano nell'insenatura sfociavano in mare verso levante, costretti a questa piegatura da tale corrente.

---

<sup>202</sup> Del manoscritto esistono due versioni: una appartenente alle carte boscovichiane di Berkeley, l'altra conservata presso la Biblioteca Universitaria di Genova: Ms. F.VIII.2, cc. 48. Su questo secondo esemplare si basano gli studi compiuti da Riccardo Balestrieri: <http://urania.igustica.altervista.org>

Nel 1892 Giuseppe Rocca curò la pubblicazione della memoria di Boscovich: ROCCA [1892]. Essa inoltre tra il 1891 ed il 1892 fu pubblicata a puntate sul giornale savonese *Il Vero*.



Due erano i mali del porto di Savona: il restringimento della bocca, dovuto alle arene che si accumulavano all'interno, e la progressiva riduzione dei fondali nella bocca e nella darsena. Il problema del restringimento della bocca, già presente in passato, si era accentuato negli ultimi tre anni a causa dei pochi lavori fatti per dilatarla e pulirla. A questa difficoltà si aggiunse quella dei bassi fondali, all'epoca di Boscovich a mala pena sufficienti per consentire l'ingresso in porto di galere o altre imbarcazioni di medie dimensioni. La causa dell'innalzamento, lento ma continuo, del fondo della darsena erano le materie portate dagli scoli della città. Gran parte delle arene che ingombravano la bocca del porto, provenienti da ponente e portate dal Lavagnola, erano spinte dal Libeccio attorno alla fortezza e alle punte di S. Erasmo e delle casse. Le correnti, diminuite di forza, depositavano le arene, molte delle quali ricadevano a sinistra verso il porto, addosso alla serie delle casse, altre, formatesi dove la velocità diminuiva, erano spinte dai venti fino alla bocca e all'inizio del porto.

Prima dell'arrivo di Boscovich erano stati fatti numerosi esperimenti per studiare la direzione delle correnti: si gettarono in mare, tra il fiume e la fortezza, materiali facilmente riconoscibili, in particolare mattoni bucati, e si notò che questi si fermavano per la maggior parte nel porto e in piccola quantità ad Albissola, in ogni caso verso levante, direzione della corrente abituale.

Alcuni attribuirono la rovina del porto al deterioramento del molo di S. Erasmo, secondo altri il peggioramento era stato causato dall'interruzione dei lavori di escavazione.

Per individuare le cause dei mali Boscovich suggerì di fare osservazioni più dettagliate in modo da stabilire con maggior precisione dove e con quale direzione agissero le correnti, a che distanza da terra passassero le arene e la quantità annuale di arene che giungevano in porto. Gli esperimenti fatti in passato non erano affidabili perché i mattoni erano molto più pesanti delle arene ed erano stati gettati in mare senza una regola ben precisa. Boscovich propose una nuova indagine per stabilire a quale distanza da terra si distendesse l'azione delle correnti e in quale direzione. I mattoni andavano gettati perpendicolarmente alla spiaggia che correva dalla punta di S. Erasmo a quella delle casse, successivamente in due linee che da tali punte andavano verso il mare aperto. Esperimenti analoghi si potevano fare anche in siti compresi tra Albissola e il porto e nei luoghi in cui si sarebbero gettate le arene scavate, per vedere se da lì potessero tornare indietro. Con questa prova si sarebbe potuto stabilire non solo se l'acqua portasse con sé le arene, ma anche se vicino a terra ci fosse la corrente verso levante e se riuscisse a trasportare le materie.

Per determinare la quantità di arene che arrivavano in porto, Boscovich propose di fare uno scandaglio esatto del fondo sotto la superficie del mare in molte linee tanto nel porto quanto nella bocca e in tutti i siti vicini ad esso fino alla punta delle casse e intanto di determinare l'altezza di alcuni segni fissi fatti su qualche palo o muraglia sulla superficie del mare. Il solo scandaglio però non era sufficiente poiché la superficie del mare era variabile a causa del flusso e riflusso, il cui effetto era piccolo ma sensibile, e dei venti che da terra la abbassavano e dal mare la facevano alzare. L'operazione

con lo scandaglio richiedeva molte ore, durante le quali la superficie cambiava molto, per questo motivo Boscovich suggerì di sincronizzare due orologi, uno che seguisse la distanza ogni 15 minuti, l'altro che scrivesse il numero di profondità trovate e l'ora corrispondente di rilevamento. Al termine si sarebbero confrontati i due orologi. Il numero ottenuto doveva essere segnato su una pianta esatta che andava costantemente e attentamente aggiornata in modo da vedere quanto fosse cresciuta o diminuita l'altezza del fondo in un anno e quanta arena in più o in meno ci fosse rispetto al passato. Boscovich affidò questo incarico ai periti del luogo, persone attente e fedeli: il calcolo era facile e la spesa dell'operazione non eccessiva.

Tre erano stati i rimedi adottati fino ad allora: l'escavazione, che permise di riaprire il porto e consentì l'ingresso alle galere; la costruzione dei moli, uno fatto sulla punta di S. Erasmo, l'altro più a levante, nel sito che andava dal porto alla punta delle casse, e la sistemazione di ripari ai piedi delle montagne vicine al Lavagnola per ridurre la quantità di materie che vi ricadevano. Di questi tre rimedi, il primo avrebbe tolto le arene già nel porto o all'imbocco, il secondo le avrebbe fermate durante il loro percorso, il terzo ne avrebbe ridotto l'origine. A questi si aggiungeva un quarto rimedio, preparato dall'ingegner Gustavo e consistente in un recipiente, detto "magazeno", nel quale venivano mandate le arene prima di andare nel porto. Questo provvedimento era molto più comodo e meno dispendioso di altri, ad esempio delle bette, perché le arene che vi si depositavano potevano essere facilmente rimosse da terra.

Dei quattro rimedi, il primo, adottato anche per il porto di Rimini, era l'unico che si potesse usare senza incorrere in inconvenienti maggiori, ma poteva essere eseguito con macchine meno costose e più efficaci delle bette. Il secondo era stato usato con successo a Fano e a Pesaro<sup>203</sup>, siti in cui tra il porto ed il fiume c'era una spiaggia sufficientemente lunga che doveva avanzare molto, prima che le aggestioni raggiungessero la sua punta. In generale si richiedevano tempi lunghi ma a Savona, essendo corta la spiaggia, la riempitura avrebbe raggiunto presto la punta. Di conseguenza le materie sarebbero tornate ad ingombrare la bocca o si sarebbe dovuta prolungare frequentemente la punta, aumentando le spese. Tale rimedio però era non solo di breve durata, ma anche poco vantaggioso rispetto alle spese. Il terzo rimedio riduceva i mali, ma ne eliminava solo una piccola parte: infatti oltre alle materie portate da altri torrenti, c'erano anche quelle che ricadevano nel Lavagnola dalle colline coltivate. Poiché questo problema non era eliminabile, si dovevano cercare altri rimedi oppure tollerare i mali, prendendo come compenso il frutto delle coltivazioni. Il quarto rimedio era stato usato con successo in molti luoghi, ad esempio a Barcellona, ma nella situazione in cui si trovava il porto di Savona i magazzini erano destinati a durare solo pochi anni perché erano formati da palizzate in legno, esposte alla corrosione dei vermi<sup>204</sup>.

---

<sup>203</sup> I cosiddetti moli "guardiani" erano stati usati nei porti della costa adriatica per trattenere le arene e le breccie impedendo che arrivassero alla bocca del porto.

<sup>204</sup> Le palizzate costituivano un rimedio provvisorio, in attesa di essere sostituite con casse di muro.

Boscovich suggerì quattro mezzi per conservare il porto: “1. Impedendo, che vi siano delle materie, che possano venir ad empirlo: 2. fermandole per istrada, sicché non vi giungano: 3. facendo, che venute trascorran, e non vi si fermino: 4. ritogliendole per escavazione dopo il loro arrivo, e fermata”.

In ordine al primo punto, occorreva migliorare i sostegni del Lavagnola ai piedi delle montagne: non potendo impedire la coltivazione, si doveva limitare il più possibile la caduta di terra. Per quanto riguardava il secondo punto, furono proposte a Boscovich quattro maniere per fermare le arene: due, giudicate inefficaci ed eccessivamente costose, prevedevano di fare allo sbocco del Lavagnola un molo obliquo dalla parte di levante o di ponente, le altre consistevano nella costruzione di qualche molo tra il fiume e il porto oppure nella realizzazione di uno o più magazzini in cui far ricadere le arene. Il terzo punto rientrava in un progetto che prevedeva di aprire una comunicazione della darsena col mare attraverso lo scavo di un nuovo canale. Due furono i progetti sottoposti a Boscovich: nel primo si proponeva un canale corto che dal fondo della darsena arrivasse alla spiaggia tra la fortezza e la punta di S. Erasmo, nel secondo un canale più lungo che, partendo dalla darsena e passando dietro alla fortezza, sboccasse tra quest'ultima e il Lavagnola. I progetti sarebbero stati vantaggiosi in altri siti, ma non a Savona perché “ivi la corrente andava dal di dentro all'infuori”: il mare veniva spinto dalle libecciate con una certa velocità, ma poiché il canale sarebbe stato più stretto della darsena e del porto, le acque giunte in quei siti più larghi avrebbero perso la loro velocità e le arene si sarebbero depositate causando l'interrimento del canale. Dal momento che sarebbe occorsa un'ingente spesa per l'escavazione, Boscovich fu propenso ad escludere questa soluzione, così come quella di prolungare i moli poiché si trattava di rimedi temporanei. Fino a quando non si fossero determinate con esattezza la quantità di arene e la distanza a cui passavano, non si sarebbero potute stabilire la lunghezza dei moli necessaria per arrestarle e la durata di tale rimedio.

Esclusi gli altri mezzi, rimanevano due alternative: fermare le arene nei magazzini e ripulirli, appena si fossero riempiti, oppure lasciare che queste entrassero in porto e poi rimuoverle con un'escavazione. La pulizia dei magazzini sarebbe stata più facile e meno dispendiosa perché in essi l'arena si trovava ad una minore profondità. Secondo Boscovich il luogo più adatto per un magazzino stabile era la parte di spiaggia tra la punta di S. Erasmo e quella delle casse. Inoltre egli avrebbe voluto far costruire una palizzata, a distanza opportuna che, partendo dallo stato attuale del mare, si dirigesse verso il porto in linea inclinata verso la fortezza. Tale palizzata sarebbe stata poco costosa e di lunga durata perché non soggetta alle corrosioni dei vermi e sarebbe servita per assicurare la testata del magazzino in modo che non passassero le arene della spiaggia. Il magazzino sarebbe terminato in prossimità della fila delle casse. Boscovich consigliò di farlo grande a sufficienza per ricevere tutte le arene portate da due forti libecciate in modo da avere il tempo per svuotarlo. Nel frattempo, fino a quando non fosse stato pronto il nuovo magazzino, si sarebbero usati i due esistenti, progettati dall'ingegnere Gustavo di là dalla punta del molo, che non avrebbero tolto

tutto il male, ma almeno lo avrebbero ridotto. Le arene non trattenute dai magazzini si dovevano rimuovere dal porto e dalla bocca con una continua escavazione. Boscovich consigliò di non trascurare “le annue puliture” della darsena: effettuate con regolarità, avrebbero evitato un eccessivo alzamento del fondo o una spesa esorbitante per riportarla in condizioni ottimali.

Nel penultimo articolo veniva discusso il modo di fare l’escavazione: Boscovich analizzò quattro macchine, viste personalmente o descrittegli da altri, che erano state utilizzate in operazioni idrauliche analoghe a quella richiesta nel porto di Savona. Citò le esperienze fatte al porto di Anzio, al porto di Rimini sotto la supervisione dell’ingegnere Serafino Calindri e in Olanda, dove circa dieci anni prima Boscovich aveva visto una macchina usata “tanto per alzare l’acqua, quanto per pulire i fondi de’ fiumi, e porti faceva un effetto meraviglioso”, grazie alla quale ogni uomo era in grado di fare un lavoro pari a quello che, con altre macchine, facevano all’incirca sette uomini<sup>205</sup>.

Nell’articolo conclusivo Boscovich espose in sintesi tutto ciò che raccomandava di fare e ribadiva che non sarebbe stato possibile rimuovere completamente le cause dei mali, egli sperava piuttosto di rimediare di volta in volta ai cattivi effetti in modo da garantire alle imbarcazioni l’ingresso in porto.

Discusse brevemente altre due questioni: la proposta di diversione del Lavagnola e il progetto di un porto a Vado. Dal momento che non era sperabile divertire il Lavagnola né verso ponente, né verso levante, se non facendo tagli immensi e spese grandissime, l’operazione non solo non sarebbe stata utile, ma addirittura “perniciosissima”. In merito al secondo punto, Boscovich osservò che il gomito formato dalla spiaggia e dal capo di Vado sarebbe stato un sito ideale per avere un ottimo porto, ma la sua realizzazione avrebbe richiesto una spesa enorme e per garantirlo dai venti sarebbe servito un molo simile a quello di Ancona, ma molto più costoso.

In quello stesso anno la magistratura cittadina, con uno sforzo finanziario superiore ai precedenti, iniziò una serie di lavori: oltre a continuare le palizzate dell’ingegner Gustavo, si intensificarono le escavazioni suggerite da Boscovich, usando un nuovo pontone appositamente costruito e col consenso della repubblica di Genova si diede inizio alla costruzione di un nuovo tratto di molo presso S. Erasmo, secondo il progetto di Sicher. Il lavoro fu iniziato nel 1772 sotto la direzione degli ingegneri Gustavo e Giacomo Bruschi (Savona, 1736 - Genova, 1817). Le opere ebbero un effetto positivo

---

<sup>205</sup> I personaggi citati da Boscovich erano l’ingegnere francese Jacques Philippe Maréchal, chiamato a Roma nel 1748 dal cardinale Silvio Valenti Gonzaga per trovare una soluzione al problema del porto di Anzio, un architetto della Camera Apostolica, di cui Boscovich non ricordava il nome, ma che aveva lavorato anche a San Pietroburgo per lo zar Pietro il Grande. Si trattava di Nicola Michetti, che dal 1718 al 1723 aveva lavorato in Russia e nel 1752 aveva seguito i lavori al porto di Anzio, subentrando a Maréchal. Tra i progettisti di macchine per l’escavazione dei porti Boscovich nominava l’ingegnere francese Bernard Forest de Bélidor, autore dell’opera *Architecture hydraulique*, e il perugino Serafino Calindri, inventore di una macchina utilizzata per pulire la bocca del porto di Rimini.

per alcuni anni: furono eliminate le ostruzioni alla bocca del porto, anche se la profondità dei suoi fondali e la sua capacità rimasero modeste. L'escavazione si limitò ad un dragaggio piuttosto superficiale all'imboccatura e non fu realizzato completamente il progetto di palizzate presentato già da tempo da Gustavo.

Nel 1784 si rese necessario un nuovo prolungamento del molo di S. Erasmo, i cui vantaggi furono annullati dopo poco, a seguito di nuovi accumuli di arene. In una relazione del 1789 Gustavo espose le condizioni del porto all'epoca e l'effetto avuto dopo i recenti interventi: oltre alla preoccupazione per il continuo avanzamento di materie, l'ingegnere si lamentava per la realizzazione solo parziale dei suoi progetti e di quelli di Boscovich. Grazie ai suggerimenti di Boscovich fu fornita per la prima volta l'indicazione volumetrica della quantità di materie trasportate. Il banco subacqueo di arene presso l'imboccatura del porto aveva, secondo Gustavo, un volume di 2000 cannelle cubiche; gli accumuli di materiali addossatisi in quindici anni al molo di S. Erasmo erano da lui calcolati di 4000 cannelle cubiche. Il progetto del 1789 di Gustavo non ebbe seguito e nel decennio successivo le condizioni del porto peggiorarono. Nel 1799 i Deputati della Municipalità proposero una lunga serie di scandagli da eseguire sotto la direzione di Gustavo. In questa occasione l'ingegnere avanzò una proposta per la costruzione di un magazzino in muratura all'imboccatura del porto, internamente al molo delle casse.

Nel 1800 l'archivista Gian Tomaso Belloro compendì le notizie di cui era in possesso relative alle vicissitudini del porto di Savona in un documento ricco di citazioni e di fonti. Nel 1811 l'amministrazione francese presentò una memoria in cui venivano proposti la costruzione di un nuovo molo, la sistemazione del bacino del Lavagnola e dei suoi affluenti, vari lavori di escavazione e manutenzione alle opere portuali, l'acquisto o l'allestimento di nuove bette, la costruzione di una palizzata ed il prolungamento di uno dei moli esistenti<sup>206</sup>.

Nel 1815 Savona entrò a far parte del regno di Sardegna: al porto furono destinati scarsi sussidi e, nonostante le frequenti richieste di ampliamento del bacino, furono eseguiti solo lavori di restauro e di escavazione delle arene.

Nel 1848 l'amministrazione comunale savonese inoltrò un ricorso affinché si provvedesse alla manutenzione del porto: quello di Savona infatti era uno dei più interessanti, utili e necessari per lo stato, sia per la navigazione che per le spedizioni commerciali. Qualche anno dopo Carlo Gaetano Baffico, Segretario della Società Economica di Savona, così descriveva il porto: "La città ha una gran piazza detta del Molo, alberata a disegno con ampi viali e strade di contorno ... porto di mare sicurissimo a preferenza di ogni altro del Mediterraneo che pel tratto di presso a 900 metri colla superficie di 171 mila metri quadrati, si insinua a semicerchio fra il nord della spianata del Molo ed il caseggiato della città con direzione a sud ove forma una vera darsena contornato da ampie e belle calate comode allo sbarco e caricamento delle merci non che al carenaggio e riattamento de' navigli ... Attualmente, in virtù del nuovo reggimento, questo porto è

---

<sup>206</sup> FERRO [1956], pp.54-55.

dichiarato di prima classe, e qual proprietà dello Stato si avrà quindi la soddisfazione di vederlo presto reso come merita più comodo di asilo di ogni nave”<sup>207</sup>.

Lo sviluppo delle attività industriali, a partire dal 1861, produsse un aumento del traffico portuale, legato alle esigenze di importazione ed esportazione. Si rese necessario non solo prolungare i moli, ma anche ampliare il porto con grandi magazzini generali e con un nuovo fabbricato della dogana. Nel 1871 fu approvato il progetto per una stazione marittima che collegasse il porto con il Piemonte, di cui Savona costituiva lo scalo commerciale, ma la sua realizzazione rimase in sospeso per molti anni. Tra il 1872 e il 1876 il molo delle casse fu prolungato di circa 250 metri, fu progettato l’ingrandimento del porto e la creazione della darsena Vittorio Emanuele II, completata nel 1895. Nel 1899 il comune di Savona si rivolse al Regio Governo perché le fosse concessa l’amministrazione autonoma del porto. Nel frattempo furono proposti ampliamenti e nuove direttive: nel 1907 fu approvato il progetto della direttissima Savona - Torino, sostenuto dall’onorevole Giuseppe Astengo. Fu inoltre rivalutato un progetto di età napoleonica, dovuto al prefetto Chabrol<sup>208</sup>, relativo alla realizzazione di un canale per la navigazione interna che avrebbe collegato Liguria, Piemonte, Lombardia e Veneto.

Verso il 1910, terminati i lavori di ingrandimento iniziati alla fine del secolo precedente, il porto di Savona occupava una superficie di 200 mila mq, di cui 120 mila dell’avamposto e del porto vecchio, 66 mila della darsena Vittorio Emanuele II e 16 mila della darsena vecchia. Nei primi anni del secolo, l’elevato numero di traffici commerciali permise al porto di Savona di essere inserito nei primi posti tra gli scali nazionali. Oltre a costituire lo scalo naturale del Piemonte e delle zone vicine, fu di supporto al porto di Genova che, congestionato da notevoli quantitativi di merci, non era in grado di far fronte all’aumento dei traffici. Nel 1913 furono iniziati nuovi lavori nel porto, tra i quali la costruzione del molo frangiflutti.

Nel 1917 l’ingegnere Giovanni Crotti elaborò un progetto per cui le operazioni di scarico avrebbero dovuto seguire nell’ampia, tranquilla rada di Vado, su cassoni che, deposti in barche automotrici, sarebbero risaliti, pel dosso appenninico, a S. Giuseppe, su carri automotori, lung’esso una via elettrica, di doppio binario, a terza rotaia<sup>209</sup>. Nel 1918 l’ammiraglio Marchini<sup>210</sup> presentò un piano per un nuovo grandioso porto sulla costa intercorrente tra le foci del Letimbro e del Quiliano, sfruttando tutte le opportunità del luogo: vicinanza dei materiali, sicurezza d’accesso, tranquillità delle acque interne e loro purezza, estese pianure alle spalle, comunicazioni ferroviarie favorevoli, facile difesa militare, possibile ampliamento scalare. La città approvò il piano e il 27 ottobre 1918 fu costituito l’Ente portuale Torino - Savona, al quale fu affidata l’esecuzione del progetto.

<sup>207</sup> BAFFICO [1853].

<sup>208</sup> Gilbert Chabrol de Volvic (Riom, 1773 - Parigi, 1843) fu un alto funzionario del governo napoleonico. Dal 1806 al 1812 fu prefetto del dipartimento di Montenotte, compreso tra la Liguria di Ponente e il basso Piemonte, con capoluogo Savona.

<sup>209</sup> NOBERASCO [1920], p. 111.

<sup>210</sup> L’ammiraglio Domenico Marchini fu direttore dell’Istituto Idrografico della Regia Marina.

Intorno alla metà degli anni venti l'ampiezza dello specchio d'acqua racchiuso era di 220 mila mq. Il porto era difeso da quattro opere artificiali: il molo di S. Erasmo, ormai interrato, il molo delle casse, il molo nuovo o frangiflutti e la diga di tramontana; la darsena vecchia veniva usata soprattutto per i bastimenti a vela.

Il porto si mantenne in questo stato fino alla Seconda Guerra Mondiale. Durante i bombardamenti del 1943 e del 1944 molte opere portuali furono distrutte e i danni furono particolarmente ingenti. Nel dopoguerra si provvide al ripristino ed al potenziamento del porto che riprese in breve tempo la massima operatività. (mgl)

*Scrittura sugli danni del porto di Savona lor cagioni e rimedii del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù*<sup>211</sup>



#### Introduzione

1. Essendo stato richiesto dall'Eccellentissimo Sig. Marcello Durazzo, già Doge di Genova, e dal Sig. Francesco Doria Deputati pel Porto di Savona di portarmi sul posto, e visitarlo, per osservare il suo stato, rilevare le cagioni de' mali, che soffre, e dire il mio sentimento sulla maniera di liberarlo dalle arene, che attualmente l'ingombrano, e di impedire un tale ingombro per l'avvenire; me ne

<sup>211</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 35, cc. 24.

andai sul posto col primo, e negli ultimi giorni dell'Ottobre di quest'anno 1771 ho esaminato ogni cosa con tutta la diligenza possibile. Ho fatte le ispezioni oculari su tutti i siti, che potevano interessar l'affare, ho lette varie Memorie appartenenti a' suoi mali, e rimedj, ho consultato quelli, che potevano avere delle notizie più sicure, per la lunga esperienza di osservazioni, e lavori fatti sul Porto, udendo in modo particolare que', che anno lavorato alla costruzione delle casse di muro gettate in mare, e alla rimozione delle arene escavate, e approfittandomi de' lumi del sig. Capitano Ingegnere Gustavo, che mi ha favorito della sua assistenza nelle visite, e mi ha fatta vedere la pianta, che ha levata del porto e sue adjacenze, come ora si trovano. Presi tutti questi lumi ho procurato di diggerire tutta la materia, e prima di partire dal posto ho steso una Memoria breve, che ho intitolata *Compendio del risultato delle visite, e dell'idea concepita sulle cagioni, e rimedj de' mali, che ha il Porto di Savona*. Ho letta questa in presenza dell'Ecc.mo Sig. Marcello, del Sig. Governatore di Savona, de' signori Savonesi Deputati al Porto, del Sig. Capitano Gustavo, e di altri, chiedendo, se credessero, che vi fossero altri punti da esaminare oltre i toccati nella suddetta Memoria. In essa ho proposto quello, che io credevo potesse farsi per ora, e le osservazioni necessarie per una determinazione più individuata di tutto quello, che debba ordinarsi in appresso, accennando solamente gli oggetti più interessanti. Il trattare più ampiamente d'ogni cosa l'ho lasciato ad una Scrittura più ragionata, e diffusa, che sarà la presente, quale per andare più ordinatamente, e chiaramente dividerò in varj paragrafi separati.

I - *Breve idea della situazione del Porto di Savona*

2. Per concepire bene tutto quello, che deve trattarsi nella presente scrittura, converrebbe aggiungerle una pianta esatta de' siti colle sue misure precise: ma per evitare il volume di essa, accennerò solamente i punti più essenziali, dando una semplice idea delle situazioni, la quale basterà principalmente per quelli, che anno l'ispezione particolare su quel porto, e devono o determinare, o eseguire i lavori, i quali tutti conoscono bene le situazioni, e ne sanno i nomi: servirà poi anche ad ogni altro, che si pigli la pena di leggere questo scritto.
3. Stà il porto di Savona al principio di una spiaggia, che si stende per tre in quattro miglia da Levante a Ponente con direzione incurvata umpoco a modo di un seno, il quale finisce con un considerabile gomito: esso gomito termina nella punta scogliosa, o sia promontorio, detto capo di Vado dal paese nominato Vado, posto al principio di quest'ultimo gomito, chiamandosi quel sito porto di Vado. In detto principio di spiaggia giace la città di Savona, che ha sul mare a mezzodi una fortezza, a Levante il porto, il quale verso il mare aperto ha delle grandi aggestioni di arene, dalla parte di terra ha un termine di monte scoglioso, il quale continua verso Levante con varie punte, e piccolissime spiaggette intermedie fino alla spiaggia d'Albissola paese situato due miglia a Levante da Savona. Nell'interno a Ponente vi è la Darsena, la più vicina alla Città, che a Levante ha il porto più



largo, il quale dalle suddette aggestioni delle arene viene ristretto assai nella sua bocca situata dalla sua parte orientale.

4. Il seno a Ponente ha molti torrentelli, tre de' quali più grossi si possono chiamar piccoli fiumi, quel di Vado, il fiume Zinola, e il fiume Lavagnola, il quale è vicinissimo alla fortezza, che gli sta a Levante, ed esso porta de' sassi oltre una grandissima quantità di arene raccolte principalmente da' monti, da' quali discende precipitoso, e alcuni di essi sciolti in gran parte vi si precipitano dentro: raccogliendone anche molte dalle colline, fra le quali corre, coltivate da amendue i suoi lati. Tutti gli altri torrenti, e fiumi di esso seno portano delle arene, e la spiaggia ha delle variazioni in varie sue parti ora scemata dalle corrosioni, ora accresciuta dalle aggestioni.
5. Dal fiume Lavagnola corre, una corta spiaggia fino a una punta della fortezza, che si chiama anche punta di S. Nazario: noi qui la chiameremo punta della fortezza, e questa ha ivi anche de' piccoli scoglietti. Ivi con un angolo assai ottuso rientra indentro un'altra spiaggia fino a un'altra punta detta di S. Erasmo, su cui si vedono de' piccolissimi scoglietti, o gran sassi, parte de' quali sono gli avanzi di alcune casse di un molo, che vi era altre volte, ed è stato rovinato dal mare, che ha spinto varj di que' sassi verso Levante. In essa punta di S. Erasmo si fa un angolo molto meno ottuso con un'altra spiaggia corta, che arriva fino alla punta estrema di una serie di casse, che formano una specie di molo, e trattiene le arene situate tra essa spiaggia, e il porto. Detta punta dalla parte interiore è per un piccolo tratto spogliata dalle arene, ma tutta la serie delle casse, che si avvanza verso il porto ha una grande quantità di arene addossata, che si stende fino alla bocca di esso porto, e lo restringe in modo che più volte l'ha chiuso affatto formando un istmo, per cui il porto istesso, e darsena sono allora rimasti come un laghetto, o uno stagno, ed è convenuto riaprire la comunicazione col mare aperto per via di escavazione, cosa seguita, e in questo secolo, e in altri precedenti. Tutto il contorno dal fiume alla punta delle casse è un poco minore di un miglio.
6. La continuazione del lato interiore di esso porto verso Levante ha qualche piccolo riottolo, o torrentello fra le punte, ma nella spiaggia di Albissola, passato il paese di questo nome verso Levante, vi sbocca un altro fiume, che porta pure una grande quantità di arene. Più innanzi vi è una serie di capi, e punte scogliose, finché 5 miglia più innanzi verso Levante si trovi il paese detto Varasse colla sua spiaggia.
7. Da questa posizione si vede, che il tratto dal fiume fino alla bocca del porto è esposto a tutti i venti, che cominciando dal Lebeccio vengono per l'Ostro, e Scirocco fino a Levante, essendo il porto e la darsena garantiti ancora da essi. Ma l'osservazione costante porta, che il Lebeccio vi infuria assai più di tutti gli altri, e vi forma delle fortissime maree burrascose. Queste urtando obliquamente la spiaggia vi formano una corrente assai rapida, che va verso Levante, e strascina seco le arene, e anche de' sassi. L'Ostro rare volte vi fa delle sfuriate, e quelle degli Scirocchi, e de' Levanti vi sono molto meno gagliarde.

8. È cosa nota che il Mediterraneo ha una corrente generale, che partita dallo stretto di Gibilterra costeggia l’Africa, e l’Asia, indi torna verso l’Europa, ed entrata fino nell’Adriatico costeggia la Dalmazia: per la parte d’Italia ne esce circondandola, e volgendosi per d’avanti al regno di Napoli, Stato Ecclesiastico, Toscana, e questa riviera di Genova, indi per le coste di Francia, e Spagna torna allo stesso stretto. Sono stato assicurato da un Ufficiale di Marina praticissimo di queste coste, che a qualche distanza dalla terra si trova anche qui una tale direzione di corrente generale verso Ponente; ma vicino a terra sulla costa stessa vi è una corrente contraria, che va verso Levante. Io ho notato, che di fatti tutti questi fiumi, e torrenti in questo seno rivolgono lo sbocco in mare piuttosto verso Levante, costretti probabilmente ad una tale piegatura da questa corrente, che sullo sbocco li piega in là.
9. Formata bene l’idea di questa situazione, non sarà difficile il comprendere ancora senza carta, in che consistano i mali di questo porto, e come se ne abbiano a determinar le cagioni, come cercar i rimedj. Questi saranno gli oggetti de’ seguenti paragrafi.

#### II - *Esposizione de’ mali del porto di Savona*

10. I mali di questo porto sono il restringimento della bocca, e la diminuzione de’ fondi tanto in essa bocca, quanto nella parte interiore, e anche nella darsena. La strettezza della bocca si vede subito: le arene, che anno passato la punta delle casse si sono innanzi alle medesime avanzate, e distese assai verso la costa interiore in modo, che appena lasciano libero l’ingresso a’ bastimenti di mediocre grandezza. Questo male non è nuovo totalmente, giacché, come si è detto nell’articolo precedente, altre volte non solo si è ristretta la bocca, ma si è chiusa totalmente. Sono stato assicurato da tutti, che da tre anni in quà questa angustia è assai cresciuta: ma insieme mi si dice, che in essi si è lavorato pochissimo per dilatarla, e pulirla.
11. I fondi sono andati sempre scemando: presentemente sulla bocca vi è un fondo, che appena basta per l’ingresso delle galere, qualch’una delle quali per l’ordinario entrando dentro tocca il fondo. Esso fondo in mezzo alla bocca è quasi bastante, ma da ambi i lati si alza subito, la quale cosa fa, che essa bocca neppure serva in tutta quella larghezza, che si vede a prima vista, ma la sua parte usuale sia molto più ristretta. Sono poi troppo piccoli i fondi tanto nel porto, quanto nella darsena, onde non vi possono più stare bastimenti di quella portata, della quale il medesimo sito era capace in altri tempi.
12. Nella darsena, mi si suppone, che non vi vengano delle arene venute di fuori dal mare, ma dell’altre porcherie portate dagli scoli della città.

#### III - *Delle cagioni di questi mali*

13. Non vi è dubbio alcuno, che la cagione dell’alzamento del fondo nella darsena, sono le tante materie, che portano seco gli scoli della città. Tra queste ve ne sono di quelle, che non si sciolgono nell’acqua ma cadono al fondo, e vi si addossano

le une sopra le altre: vi è anche il fango delle strade con tanta polvere, e sassolini, che si introducono coll'ingresso di tanta gente, e bestie, e queste materie tutte andando nella darsena, devono farne alzare il fondo a poco, a poco. Quando anche in pochi anni sia piccolo questo alzamento, esso con lunga serie d'anni deve crescere sempre più, e può alla lunga anche da se solo rendere la darsena stessa inusuale.

14. Parimenti non vi è dubbio, che la massima parte delle arene, le quali anno ingombrato i siti vicini alla bocca del porto, e si vedono al di là della serie delle casse, o sia del muolo, viene dalla parte di Ponente. Esse sono quelle, che il fiume Lavagnola, e gli altri fiumi, e torrenti portano in quel seno: i Lebecci colle correnti, che formano assai rapide, le spingono attorno alla fortezza, e alle due punte di S. Erasmo, e delle casse. Passata quest'ultima, dette correnti diminuiscono subito la loro velocità, per non aver più l'appoggio delle spiagge, contro le quali il Lebeccio spingeva le acque, onde si trovano al largo, se non che piegano alquanto dietro la punta medesima delle casse, e formano quel primo vano dietro ad essa, ma ite poco innanzi, e scemate di forza, depositano le arene, che portano, molte delle quali ricadono da se a sinistra verso il porto addosso alla serie delle casse, altre fermatesi, dove la velocità si è o diminuita, o perduta, sono poi spinte più innanzi fino alla bocca, ed oltre ad essa nel principio del porto, da' Levanti, Scirocchi, e Ostri, ma soprattutto dalli Scirocchi, che sono più frequenti, e violenti degli altri due. Generalmente ho udito assicurarmi, che dalla parte d'Albissola non venga nulla: ma vi è, chi crede, o almeno dubita di sì, e converrebbe assicurarsene. Qualche cosa pare indubitato, che debba andare alla bocca, e nel porto colle sciroccate da' torrentelli, che si sono nominati di sopra, i quali entrano in mare tra le punte, che si è detto trovarsi fino ad Albissola: giacchè quello, che portano le Lebecciate dalla parte di Ponente, e abbandonano passata la punta delle casse, gli Scirocchi lo spingono più avanti; devono i medesimi agire ancora sulla costa opposta, e spinger dentro quello, che portano detti torrentelli. Di fatto da quella parte vi è una spiaggetta verso S. Antonio più in fuori, e un'altra più indentro verso S. Lucia, e si è veduta in esse della alterazione, essendo in questi ultimi anni scemata la prima, e cresciuta la seconda.
15. Molte sono le pruove convincentissime dell'arrivo delle arene dalla parte di Ponente. Esse nelle Lebecciate si vedono ocularmente venire di là: si vede dopo di esse Lebecciate la gran massa di arene, che anno portato le correnti cagionate da esse, le quali anno la direzione lungo la spiaggia verso Levante: si son veduti come ho da testimoni oculati, in moto attuale i sassi spinti innanzi dalle medesime con quella direzione: si vedono pure spinte colla direzione medesima le pietrone più grandi, che appartenevano ad un muolo, il quale vi era sulla punta di S. Erasmo, ed è stato distrutto dalla furia delle Lebecciate, essendo state spinte con quella direzione le grosse pietre suddette: portano nelle lor piene gran roba i fiumi, e torrenti da quella parte in mare, e le spiagge di quel seno non crescono continuamente, ma in più luoghi stanno nello stesso stato di permanenza, in altri

ora crescono, ora scemano. Tutta quella roba, non va verso Ponente; giacchè non si vede arrestata in quel gomito del porto di Vado; onde convien dire, che venga verso Levante, verso dove, come si è detto, e non verso Ponente vi è la corrente la più abituale, e verso dove la spingono i Lebecci, che più d'ogni altro vento ivi dominano.

16. Ma lasciando da parte gli altri argomenti, sono stato assicurato, che si sono fatti varj esperimenti in varj tempi, col gettarsi in mare varie materie, le quali sono state trovate più a Levante. Mi è stato detto da persone, che mi pajono ben informate, e fedeli, che 40 in 50 anni addietro furono gettati molti mattoni bucati tra il fiume, e la fortezza appunto per assicurarsi della direzione delle correnti, essendone stati gettati degli altri senza buco verso Albissola: che i bucati si sono trovati tutti nel porto di Savona, e de' non bucati neppur uno. Mi ha poi detto il Capomastro Muratore Folco, che suo padre, il quale ha fatte tre casse di pietra, avendone esso figlio fatte poi altre tre, prima di farne alcuna aveva pure gettati ne' medesimi siti varj mattoni bucati, e che gli aveva poi trovati tutti nel porto: che dopo fatte due di tali casse ne gettò pure molti, de' quali massima parte ne fu trovata nel porto, e qualch'uno trascorso fino in Albissola.
17. Tutte queste sono state prove dell'effetto delle correnti sulle arene di Ponente passate a Levante del Porto, alcune delle quali insieme provano, che la materia non viene da Albissola in porto di Savona. Per assicurarsi meglio di un tal punto sono stati fatti ultimamente de' getti di materie riconoscibili verso Albissola, per vedere se la corrente li smuove, e verso dove. Si vedrà in breve, se vi è corrente, che li spinga verso lo stesso porto; ma come non si è mai veduto in esso nulla di quello, che si fabbrica in Albissola, e nelle sue vicinanze, come più persone mi anno assicurato, così anche da questa parte si conferma, che non vi è corrente almeno abbastanza forte da Albissola verso il porto di Savona.
18. Vi era prima un muolo sulla punta di S. Erasmo, che, come si è accennato di sopra, fu rovinato dalle furie del Lebecchio: vi è gente, che attribuisce i mali del porto alla rovina di questo muolo, dicendo sapersi, che quando esso sussisteva, non si vedevano di là della punta delle casse delle aggestioni di arene: ma come non ho potuto rilevar nulla di circostanziato in questo genere, così dubito, che solo per qualche tempo dopo la sua costruzione sieno cessate le aggestioni, finché si è riempito d'arene l'angolo, che esso muolo formava colla spiaggia, che corre dalla punta della fortezza fino a questa di S. Erasmo. Empito questo, doveva continuare il passaggio. Di fatto ho udito da molti, che finché ha durato in piedi esso muolo, era cresciuta assai la spiaggia suddetta, che si trova dietro ad esso fino alla fortezza, come era naturale.
19. Finalmente altri attribuiscono il deterioramento del porto alla cessazione de' lavori, che si fanno per tenerlo escavato. Quando dopo la guerra non si poté per mancanza di danaro lavorarvi attorno, deteriorò tanto, che si chiuse affatto con un istmo formato, di cui si è parlato di sopra. L'Eccellentissimo Durazzo ebbe allora l'incombenza di farlo riaprire, e si riaprì la sua bocca, e mi dicono che finché

vi anno lavorato 3 bette, per ritoglierne le arene, si tenne senza deterioramento: diminuiti i lavori si è ridotto in uno stato molto cattivo.

20. In ordine alle cagioni per discorrere con più fondamento, e passare a parlare de' rimedj, converrebbe avere varie osservazioni, le quali mancano. Queste osservazioni devono essere dirette a conoscere con più sicurezza la direzione delle correnti, che trasportano le arene, la distanza dalla Terra, a cui passano, e la quantità di quelle, che si fermano nelle vicinanze del porto, in esso, e nella sua bocca. Di queste osservazioni parleremo nel paragrafo seguente.

*IV - Delle osservazioni da fare per conoscere meglio i mali, e le loro cagioni*

21. Tre sono gli oggetti principali accennati nel fine del paragrafo precedente, a' quali devono essere dirette le osservazioni: 1. per vedere, dove agiscano le correnti, e con quale direzione: 2. a che distanza da Terra passino le arene: 3. quanta sia la quantità di quelle, che annualmente sopravvengono al porto, e alle sue vicinanze. Metterò qui, quali sieno a mio giudizio le osservazioni, e in che modo vadano fatte negli anni seguenti, per ottenere queste tre importantissime cognizioni: senza di esse non si può andar, che alla cieca.
22. Ho accennato di sopra, che per conoscere la direzione delle correnti sono stati fatti de' getti di materie riconoscibili, notando, dove erano andate: ma queste materie erano tutte assai più pesanti delle arene. Anche ultimamente sono stati fatti de' simili getti verso Albissola, per vedere se le materie di là vengano in qua; ma essi ancora sono di materie più pesanti di quello sieno le arene: in oltre tutti que' getti sono stati fatti senza una regola, che possa farci vedere, a che distanza da terra si distenda la loro azione sul fondo, e fino a che distanza strascinino seco le arene: potrebbe darsi il caso, che a una certa distanza da terra si stenda la corrente, benché ivi passi la sola acqua, passando le arene tutte a minore distanza. Questi punti a mio giudizio, si devono liquidare con ogni diligenza, per discorrere con fondamento su alcuno de' rimedj proposti, de' quali si parlerà in appresso.
23. Crederèi opportuno in primo luogo l'esperimento seguente per l'oggetto primo della distanza, a cui si stendono le correnti, e della loro direzione. Si formi di tavole una cassa quadrata, o bislunga di 4, oppure 6 palmi di lato, e un pajo di palmi alta, la quale si empia di arena mescolata co' sassi di diverse grandezze: si leghi con 4 funi per li 4 cantoni, e si cali in mare fino al fondo con posizione orizzontale. Giunta che sia in fondo si tirino su due sole funi appartenenti alle estremità dello stesso lato: essa si rizzerà sul fianco, e la roba, che conteneva ne sortirà quasi tutta formando un mucchio di quella materia rovesciata. Questi getti si possono fare in primo luogo in una linea perpendicolare alla spiaggia, che corre dalla punta di S. Erasmo a quella delle casse, e ciò alla distanza da essa spiaggia di palmi 10, 20, 30, 40, 50, 60, o almeno di 15, 30, 45, 60. Visitando dopo le burrasche detti siti ne' tempi di mar tranquillo, ne' quali si vede il fondo, si vedrà, quali di essi si sieno mossi, e verso dove, e se ve n'è alcuno, che sia rimasto illeso, alcuno in cui sia ita via l'arena, e rimasti i sassi: in somma si ac-

quisterà una distinta notizia della distanza, a cui si stende l'azione delle correnti sul fondo, e della sua direzione. Per vedere meglio il fondo anche quando il mare non è perfettamente tranquillo, si possono gettare alcuni spruzzi d'olio, il quale si dilata mirabilmente sulla superficie del mare, e ne impedisce l'increspamento, che è il maggiore ostacolo alla trasparenza. Di questo artificio si servono in varj paesi quelli, che vanno a pescar colla fiocina.

24. Non sarebbe male il fare alcuni di questi getti anche in una retta, che parta dalla punta di S. Erasmo, e da quella delle casse verso il mare aperto, per vedere, se anche ivi le correnti passano alla stessa distanza, e colla stessa forza, che in faccia alle spiagge. Alcuni di essi possono farsi verso Albissola, e in varj siti della costa, che giace fra detto paese, e il porto. Se ne dovrebbe fare alcuno in que' siti, ne' quali si gettano in mare le arene scavate, per vedere, se di là possano tornar indietro nel posto di prima, cosa che molti giustamente temono, che non accada presentemente tanto da' siti, che sono destinati allo scarico delle bette, quanto, e molto più in quelli, ne' quali, si dice, che sotto varj pretesti, ma realmente per faticar meno, si vanno esse varie volte scaricando contro gli ordini pressanti.
25. Oltre a questi getti in quel primo sito in faccia alla spiaggia frapposta fra le due punte di S. Erasmo, e delle casse, ne vorrei qualche altro di puri sassi, o mattoni, i quali ammucchiati sieno capaci di trattenere delle arene, le quali vi urtino. Potrebbe accadere, che in una distanza dalla spiaggia la corrente vi fosse anche in fondo, e ad ogni modo ivi non passasse l'arena, ma l'acqua pura: l'esservi, o non esservi dell'arena addossata a quel mucchio farà vedere, se l'acqua ivi anche in caso, che vi passi, porti seco le arene: quel primo getto farà vedere l'estensione della corrente formata da' Lebecchi, questo secondo l'estensione del passaggio delle arene. Mi è stato detto, che vi è un forte indizio del non distendersi il passaggio delle arene, che ad una distanza di 15, ovvero 20 palmi, preso dalle erbe, le quali si vedono nate nel fondo anche su' sassi, che presentemente vi si trovano: che in minor distanza dalla spiaggia essi sassi si vedono quasi nudi, venendo ad essere strappate via, o anche impedito a nascere l'erbe dallo strofinamento delle arene, che vi passano sopra: un'osservazione fatta in tempi opportuni de' siti, a' quali si stende questo spogliamento di que' sassi, e de' fondi ne' quali giacciono i primi non spogliati darebbe de' lumi utili: ad ogni modo le osservazioni da me proposte, mi pare, che più concludentemente proverebbero l'assunto, e scioglierebbero il problema proposto.
26. Col visitare questi getti più volte anche in tempi non interrotti dalle burrasche, si vedrebbe ancora, se vi è vicino a terra quella corrente verso Levante contraria alla generale del Mediterraneo, di cui si è parlato di sopra, e almeno se ha forza da trasportare le arene. Se essa vi è, può anche essa contribuire a far andare le arene delle spiagge di Ponente verso il porto impedendo quelle di Levante del fiume di Albissola. Se essa vi è, credo che si generi dall'urto di quella generale contraria ne' capi, che ad ogni tanto risaltano da fuori assai, e formano i tanti seni, e una curvatura generale di queste coste. Formandosi da questi ostacoli un

impedimento frequente alla regolarità di essa generale, ne possono nascere i rigurgiti e le rivoltate indietro, come si osserva ancora ne' fiumi ove vi sieno degli ostacoli, che si avanzino nel loro letto.

27. Per determinare la quantità delle arene, che vengono, notizia sommamente interessante, propongo il seguente mezzo opportunissimo, ove sia adoprato con tutta la diligenza. Si prenda con uno scandaglio esatto il fondo sotto la superficie del mare in molte linee conosciute, e vicine tanto nel porto, quanto nella bocca, e in tutti i siti vicini ad esso fino alla punta delle casse: ma nel medesimo tempo si vada determinando l'altezza di un qualche segno fisso fatto su qualche palo, o muraglia sulla superficie del mare. Que' due numeri sommati insieme danno la distanza verticale de' punti del fondo da un piano orizzontale, che passi pel segno fatto. Non basta il pigliare il solo scandaglio dalla superficie del mare in giù, perché essa superficie è variabile tanto a cagione del flusso, e riflusso, quanto a cagione de' diversi venti, i quali spingendo verso terra fanno alzare la superficie, e soffiando da terra la fanno abbassare. Per quanto si dica, che in queste spiagge, e generalmente nel Mediterraneo il flusso, e riflusso sia piccolo, non lo è tanto, che sia insensibile. L'ultimo giorno delle mie visite osservando il sito della spiaggia ancor bagnato di fresco, a cui era arrivato il mare poche ore prima, e lo stato suo attuale, vidi una differenza d'altezza considerabilmente maggiore di un piede, eppure eravamo più giorni lontani dal novilunio, non eravamo negli equinozi, ne' quali tempi le maree sono più forti, e non eravamo nel colmo della bassa marea, come ci disse chi ci guidava, ed era pratico de' siti, e delle ore. Il vento non aveva mutato intanto, onde l'abbassamento non poteva provenire da altro, che dal flusso, e riflusso. Dimandando varj, dalle risposte ho ricavato, che niuno ivi si è dilettrato di fare delle osservazioni sulle ore, e altezze delle maree: ad ogni modo è cosa sicura, che esse vi sono ancora ivi, e che rendono variabile la posizione della superficie del mare; sicchè il solo scandaglio riportato alla stessa superficie non dà nulla di preciso; ma conviene inoltre riferire la superficie medesima ad un segno stabile, onde si abbia la distanza de' punti del fondo da un piano orizzontale stabilmente determinato, e sempre lo stesso. Si deve badar bene di far a dovere la determinazione esatta, e contemporanea della distanza della superficie del mare dal segno stabile del palo, o muro, e dell'altezza di essa superficie dal fondo. Come l'operazione dello scandaglio dura molte ore nelle quali la posizione della superficie si muta molto, il migliore partito sarebbe il metter al principio dell'operazione d'accordo due Orologi da tasca, e dar uno di essi a chi osserva la posizione della superficie rispetto al segno stabile da cui esso noti la distanza ogni quarto d'ora: l'altro insieme, nello scrivere il numero delle profondità trovato collo scandaglio vi aggiunga di fianco l'ora, e il minuto, in cui è fatto da detto individuo lo scandaglio. Finita l'operazione si rifaccia il confronto delli oriuoli scrivendo quello che nel medesimo tempo segna e l'uno e l'altro. Questa diligenza bene usata darà la vera posizione della superficie rispetto ad ogni scandaglio.

28. Il numero ricavato dalla somma di quelle due misure va segnato su d'una pianta esatta, la quale il Sig. Ingegnere Gustavo ha già formata, e ne ha fatta una coppia: si può segnare col lapis, perché la medesima pianta serva per le misure degli anni seguenti, dopo la cancellatura delle precedenti. Se questa diligenza si usa ora, indi si rifà dopo un anno; si troverà, quanto in ogni sito è cresciuta, o scemata l'altezza del fondo, e però con calcolo numerico facile si avrà, quanta arena di più, o di meno vi sia di quello vi fosse innanzi. Tenendo conto del numero delle bette di arena cavata, e gettata in sito d'onde non possa tornare, e di quel di più, o di meno, che si avrà, si saprà, quanta ne è sopravvenuta dentro quell'anno. I periti del luogo sapranno se l'annata è stata più, o meno del solito frequente in burrasche di Lebeccio, o di altri venti; onde si formerà un giudizio sulla quantità delle arene, che vengono, d'onde si potrà argomentare quello, che vi vuole per trattenerla, o asportarla, e si vedrà, se cogli assegnamenti, che vi possono essere, si possa impedire, che il male vada annualmente crescendo. Molto più fondato potrà formarsi il giudizio, se una tale operazione sia continuata per varj anni. Ma convien badare, che si faccia l'operazione con tutta la diligenza: una piccola trascuratezza potrebbe far fare degli sbagli considerabili. Quindi bramerei molto, che fosse fatta dal Sig. Ingegnere Gustavo, quando egli può, e quando ne sia impedito dalle tante altre sue occupazioni, da persona sicuramente attenta, e fedele istruita da lui. Il calcolo della quantità, supposte le osservazioni, del quanto si sia accresciuta, o scemata la somma è facile, ed egli medesimo saprà farlo. Queste osservazioni daranno i lumi necessarj per non andar alla cieca, e al bujo. Le osservazioni richiedono poca spesa, e si possono andar facendo anche ne' dì di festa: dall'altra parte se un ammalato pericoloso non è spesso visitato dal medico, che osservi le circostanze, e variazioni anche minute; difficilmente si libera dal suo male.

*V - De' rimedj adoprati fin'ora*

29. Il principale rimedio adoprato fin ora, e con successo è stato quello della escavazione, che si è ita facendo colle bette dal mare, o in altro modo da terra. Questa operazione ha riaperto il porto, quando già era chiuso totalmente, e questa l'ha mantenuto aperto almeno, quanto bastava per le galere, e legni simili tutto quel tempo, in cui si è seguitato ad adoprarla a dovere. Si è inoltre adoprata la costruzione de' moli, uno de' quali per via di casse di muro era stato fatto, come si è accennato di sopra, sulla punta di S. Erasmo, e l'altro nel sito più a Levante, che dal porto va fino alla presente punta delle casse. Finalmente si è procurato ancora di mettere de' ripari a piè delle montagne contigue al prossimo fiume Lavagnola per diminuire le materie che vi ricadono.
30. Il primo rimedio leva le arene già arrivate al porto, o alla sua bocca, il secondo cerca di arrestarle per istrada, il terzo tende a diminuirne l'origine principale. Di tutti questi parleremo più in particolare andando innanzi, e vi aggiungeremo il quarto, per adoprare il quale ha già fatti il Sig. Ingegnere Gustavo de' preparativi.



Esso consiste in un recipiente, nel quale sieno invitate le arene, onde vi entrino prima di andare al porto, quale recipiente si chiama un magazzino. Convien andarlo vuotando subito, che si riempie, e il vantaggio consiste nel poter vuotarlo con più comodo, e meno spesa, dovendosi levar da terra, o da poco fondo le arene arrestate nel magazzino in vece di doverle levare da un fondo tanto maggiore, quando già sieno ite a cadere nel porto, o nella sua bocca. Egli di questi magazzini ne ha già formato uno col fare una palizzata di là dalla punta delle casse, e ne sta formando un altro con un'altra palizzata più ancora vicina al porto, le quali palizzate servono a doppio uso: il primo si è quello di impedire, che non vadano innanzi a ricader nel porto, o sulla sua bocca spinte dagli Scirocchi le arene, che già si trovano in que' siti in grande quantità, il secondo di preparar il sito per due magazzini da andarsi vuotando, il primo magazzino e lo spazio fra la fila delle casse, e la prima palizzata, il secondo fra questa, e la seconda.

31. Il primo rimedio è l'unico, che possa adoprarsi in alcuni porti, senza incorrere in inconvenienti più grandi, e quando non si avessero a fare delle operazioni assai più grandiose, e dispendiose: io l'avevo consigliato in una mia scrittura sul porto di Rimini, che è stata stampata dopo, quale porto è formato nella foce stessa di un fiume, che porta fino al mare non solo delle arene, ma ancora de' sassi, e ben grossi, e un tale rimedio l'aveva cominciato già a mettere in esecuzione un bravo Ingegnere con buon successo. Si sono dopo appigliati ad un altro, che pulisce per qualche tempo la bocca, ma che richiede continuazione di operazioni, le quali saranno ben funeste col tempo alla città, e alle campagne superiori, per la qual ragione io le avevo ivi escluse, ma il rimedio ivi adoprato non farebbe qui per le diverse circostanze neppure quell'effetto, che fa ivi. In ordine al pulimento della escavazione di cui parliamo qui, convien riflettere, che vi è maniera più compendiosa di portar via le arene, come quella di farle prima ricadere in un magazzino adoprato a dovere, o di ritoglierle con istromenti migliori; vi sono delle machine, che fanno con spesa minore un effetto molto maggiore di quello delle bette qui adoperate. Di essi parleremo in un paragrafo apparte.
32. Il secondo rimedio de' muoli è quello stesso, che con molto successo si è adoprato in varj siti della spiaggia Pontificia sull'Adriatico, come a Fano, e a Pesaro, ove simili muoli, chiamati ivi guardiani, anno tratenute le arene, e le breccie, impedendo il loro arrivo alla bocca del Porto; ma convien riflettere, che questo rimedio è addottato principalmente in que' siti, ne' quali tra il porto, e il fiume, che porta le arene, vi è una spiaggia continuata di sufficiente lunghezza, la quale si deve avanzare tutta prima, che le aggestioni delle materie, empito il vano formato nell'angolo, che fa il guardiano colla spiaggia, vengano a guadagnar la sua punta. Ivi questo empimento richiede un tempo più lungo. Se il tratto della spiaggia sia corto, come lo è qui, presto la riempitura dell'angolo arriva alla punta, e però o di nuovo le materie medesime girando intorno ad essa vanno a fare lo stesso ingombro, o deve il guardiano prolungarsi di nuovo con troppo frequente, e troppo eccessiva spesa. Qui poi convien anche riflettere, che il muolo sulla punta di S.

Erasmus è stato totalmente distrutto dall'impeto del mare, rimanendovi solo degli scoglietti, o sassi staccati, de' quali si è parlato nel § 1: l'altro muolo formato più innanzi con tante casse ha patito assai ancor esso, in modo, che delle ultime tre buttate, la prima è stata sciolta, e portata via dal mare totalmente, ed ha pur patito una parte della seconda; onde la terza è stata buttata di fianco dinanzi ad esse in modo, che occupa parte del sito corrispondente ad essa prima, e il principio, e buon tratto del corrispondente della seconda, la quale terza ha già patito ancor essa, essendone stata sciolta, e portata via una buona parte degli strati superiori della sua punta. Quindi se questa sorte di rimedj si debba adoprare, converrebbe con molto maggior spesa adoprarli assai più sodi.

33. In ordine al riempirsi presto l'angolo del guardiano, ove la spiaggia è corta, di fatto qua, prolungatasi di mano in mano la serie delle casse, si è andato subito riempiendo il sito coll'addossarsi alle medesime le arene arrestate, e avanzarsi tutta quella spiaggia troppo corta per la vicinanza dell'altra punta di S. Erasmo, e della fortezza, e fiume; onde presto guadagnata la punta stessa anno seguitato le arene a traboccare intorno ad essa, e ammassarsi, e far gli stessi danni di prima, essendo così riuscito quel rimedio di poca durata, e di poco vantaggio dopo spese tanto considerabili fatte per adoprarlo. Lo stesso sarebbe accaduto al muolo di S. Erasmo, se non veniva portato via dall'impeto delle Lebecciate, e già era accaduto prima che fosse rovesciato, e distrutto.
34. Il terzo di que' quattro rimedj diminuisce i mali, e ne va fatto tutto il conto, ma non può toglierne, che una parte, e non molto grande. Vi sono le materie portate giù da tutti gli altri torrenti, e fiumi di quel seno, vi sono quelle che di tanto in tanto le correnti burrascose staccano dalle spiagge di esso seno corrose, e vi sono quelle, che nel medesimo fiume Lavagnola ricadono dalle colline contigue coltivate. In tutta l'Italia è generale il lamento de' mali, che la coltivazione delle colline cagiona alle pianure inondate da fiumi, i cui letti si alzano per la deposizione delle torbide, crescendo, e alle spiagge cresciute sullo sbocco di essi in mare a dismisura più di quello ciò succedesse ne' secoli andati, la quale si crede da molti la principale cagione di tanti guai, che soffre il Bolognese, Ferrarese, Ravennate da' fiumi. Ma questo male non può in oggi ritogliersi, essendo necessaria la coltivazione delle colline medesime per la sussistenza della popolazione cresciuta assai dopo cessate le devastazioni de' secoli barbari, e massime essendo l'Italia rimasta priva di quelle sussistenze, che a tempi de' Romani recava il dominio tanto esteso su tante fertili province, e a' tempi posteriori il gran commercio che aveva in Italia la principale sua sede prima della scoperta dell'America, e del Capo di Buona speranza, e prima delle tante potenze marittime commercianti formatesi all'occidente dell'Europa. Le colline seguiteranno a coltivarsi, e o conviene cercare altri rimedj a' mali, che esse producono, o aver la sofferenza di tollerarseli prendendo il frutto delle coltivazioni per compenso.
35. L'ultimo rimedio de' magazzini è adoprato con ottimo successo in molti luoghi: tra questi si dice, che il porto di Barcellona si mantiene in modo particolare con

questo mezzo. Ma in primo luogo convien riflettere, che nel caso presente questi magazzini formati ora non possono durare, che pochi anni, essendo formati dalla parte esterna a Levante da pure palizzate, le quali non durano, a cagione di que' vermi, che venuti d'America sono così stati funesti alle dighe d'Olanda, e lo sono ancor in oggi a tanti vascelli, che da essi si distruggono. Questi corrodono i legni fra due acque, cioè fra la superficie delle acque alte, e basse, e non si garantiscono, che con spese troppo esorbitanti, tra le quali vi è quella di cuoprire di rame tutto il fondo de' bastimenti. Sono anni 10, dacché nel mio partir da Londra mi incontrai con un Negoziante Olandese, il quale mi disse, di aver trovato un segreto di tirare dal carbon fossile un liquore, come una specie di catrame, e ciò senza renderlo incapace di ardere nelle cucine, e camini, il qual liquore garantiva i legni dalla corrosione di que' vermi: che egli con una compagnia di altri, ne avevano già fatto uso: che unte alcune tavole con quel liquore, le avevano mandate all'Indie strascinate da' vascelli, ed erano tornate illese: che era venuto a Londra per ottenere un privilegio esclusivo della formazione di quel liquore: che avendo i suoi compagni associato qualche Inglese nella loro compagnia, aveva finalmente ottenuta la privativa richiesta, e che andavano far la fabbrica a cominciare il lavoro in grande. Non ho più saputo l'esito di quell'impresa; ma scrivendo a Londra se ne potrebbe aver contezza, e quando la cosa fosse riuscita, e il nuovo catrame non di troppo dispendio; potrebbe servire per preservare quelle palizzate, ed altre; onde in vece de' muoli di muro così dispendiosi si potrebbero adoprare esse palizzate forti, e bene concatenate fra loro, e ben empite di fascine, e di sassi, come sono per esempio quelle, che a Fiumicino tengono serrata la corrente del Tevere sul suo sbocco, e preservandole da' vermi la stessa acqua dolce del fiume, reggono all'urto impetuoso del mare aperto, benché prolungate non poco, e isolate in punta, e sostengono insieme la spinta della corrente.

36. Ma intanto non avendosi ancora un tal soccorso quelle palizzate non possono servire, che per pochi anni, rimanendo esse dalla parte esterna isolate in mare, e soggette alle corrosioni de' vermi. Quindi lo stesso Sig. Ingegnere ha fatte queste, come per un rimedio provisionale, pensando di sostituire dopo alle palizzate le casse di muro. In tal caso converrà esaminare, quale sia il sito più idoneo per formarne uno, della quale cosa parleremo più innanzi, ove esclusi gli altri partiti, vedremo, che questo sarà l'unico, da cui si possa con qualche fondamento sperare la conservazione, e salute di questo porto.

*VI - De' rimedj, che si possono adoprare in generale, e di alcuni di essi in particolare*

37. E' cosa evidente, che non vi è altro modo da conservare questo porto, che con uno de' 4 mezzi seguenti: 1. Impedendo, che vi siano delle materie, che possano venir ad empirlo: 2. fermandole per istrada, sicché non vi giungano: 3. facendo, che venute trascorrano, e non vi si fermino: 4. ritogliendole per escavazione dopo il loro arrivo, e fermata. Converrà esaminare tutte queste maniere, per vedere, che speranza vi può essere, per ricavarne il desiderato profitto.

38. In ordine al primo già si è toccata qualche cosa nel paragrafo precedente. Gioverà a questo fine il continuare, e migliorare i sostegni a pie' delle montagne nel fiume di Lavagnola, massime ivi, ove si dice, che una di esse sfarinata vi cada dentro con una prodigiosa quantità di materie. La coltivazione delle colline, come si è detto, non si può impedire: gioverà ad ogni modo l'invigilare, che si faccia in maniera da impedire la caduta delle terre, il più che sia possibile: questo punto in siti così montuosi e scogliosi è importantissimo anche ad altro fine, e dee essere un oggetto della attenzione del Pubblico: esso è quello di non far, che ricadendo a poco a poco le terre smosse, vi rimangano al fine i nudi scogli del tutto inutili. Vi sono molti luoghi, che prima delle coltivazioni somministravano delle legna, e de' pascoli con una crosta di terra feconda, ma sottile. Smossa questa da essa coltivazione, è ita attenuandosi, e al fine è perita affatto, rimanendo il sasso nudo incapace di dare qualunque sorta di frutto. Per questo in certi siti troppo precipitosi non dovrebbe il Pubblico permettere le coltivazioni, e negli altri meno declivi dovrebbe invigilare, che si facessero con quelle diligenze, che si praticano altrove, e vedo praticate anche qui in molti luoghi, ma non in tutti, le quali consistono nel ridurre il terreno a strati orizzontali per via di muri secchi, che li sostengano, e formino una specie di scalinata.
39. Queste diligenze possono sminuire il male, come pure si è accennato di sopra, ma non ritoglierlo affatto. In primo luogo il fiume di Lavagnola porterà sempre giù della terra, e de' sassi, che consumati dal continuo moto dell'acqua già pregna di materie capaci di corrodere collo strofinamento, formino l'arena secca, liberata dalle materie capaci di essere sciolte dall'acqua, colla quale arena verranno giù sempre anche de' sassi impicoliti, ma non affatto consumati, quali si trovano sempre in forma di breccia liscia, o di sassi ancor informi, ma scantonati, e mezzi lisciati, in tutti i fiumi, ove i medesimi sono ancora poco lontani da' monti, portandosi al mare le sole arene da quelli, che anno lungo corso per le campagne piane, o poco declivi. In secondo luogo vi saranno le materie portate giù dagli altri torrenti del seno, e dalle spiagge corrose di tanto in tanto.
40. Varie maniere mi sono state proposte da alcuni per adoprare il secondo mezzo di fermare per istrada le materie sicché non possano arrivare al porto: ne nominerò 4, due delle quali sicuramente non otterrebbero il loro effetto, e lo farò veder qui, due altre sono di quelle, delle quali abbiamo parlato nel paragrafo precedente, e ne parlerò più diffusamente in due paragrafi separati. La prima di queste 4 maniere si è di fare allo sbocco del fiume Lavagnola un molo obliquo dalla parte di Levante per diriggere il suo sbocco verso la parte opposta, onde le materie portate vadano verso Vado, e non verso la fortezza, e il Porto di Savona. La seconda all'opposto si è quella di munire lo sbocco di un molo situato dalla parte di Ponente, il quale stendendosi alquanto in mare trattenga tutte le materie, che vengono dagli altri torrenti, e fiumi del seno, e delle sue spiagge, e impedisca l'ingresso della corrente litorale accresciuta tanto dall'urto delle acque spinte nelle Lebecciate obliquamente contro tutta la spiaggia di esso seno; onde poi anche quelle del

fiume Lavagnola si arrestino alla sua bocca, e non vadano verso il porto: la terza è quella di qualche muolo tra detto fiume, e il porto; o sia alla punta di S. Erasmo, o alla punta delle casse, o in qualche luogo intermedio: la quarta è quella di uno, o più magazzini nelli quali ricadano le arene invitate al loro passaggio innanzi ad essi.

41. La prima di queste 4 maniere è sicuramente inutile affatto imperocché appena il fiume liberato dal ritegno di quel muro, e delle sue sponde entra in mare, che perduta la sua velocità o in tutto, o nella massima parte, deposita ivi subito le sue materie, le quali, empito presto il sito appié di detto muolo, saranno poi come prima spinte dalle Lebecciate verso la Fortezza, e verso il porto.
42. La seconda può essere di qualche vantaggio, ma lo credo poco durevole, assai dispendioso, e tale da lasciare la massima parte del male senza alcun rimedio. Il vantaggio, che recherebbe il muolo piantato verso Ponente, sarebbe quello di trattenere le materie, che vengono da quella parte, e rendere meno forte l'effetto della corrente, che le burrasche di lebeccio formano sulle spiagge. In ordine al primo effetto si avrebbe quel vantaggio, che recano i guardiani nelle lunghe spiagge, de' quali si è parlato di sopra: durerebbe questo effetto per qualche tempo, finché si empisse coll'avanzarsi di tutta la spiaggia tutto il sito dietro al detto muolo: ma né questo effetto durerebbe, quanto può durare in que' tali siti, né rimoverebbe, che la parte minore de' mali. Come la Lavagnola porta seco una quantità grandissima di materie, queste se non fossero spinte dalle lebecciate verso la fortezza, si fermerebbero ivi, e in poco tempo empiti i siti vicini alla bocca, anzi addossandosi esse anche al muolo medesimo, straboccarebbero anche dietro ad esso, ed unite colle altre del seno formerebbero presto una spiaggia più avanzata, e continuata fino alla sua punta in modo da lasciar poi alla corrente la primiera attività, e alle arene del seno il primiero libero passaggio.
43. Ma prima anche di questo effetto le materie arrestate sulla bocca, sarebbero spinte ad ogni modo dalle Lebecciate verso la fortezza colla stessa corrente, che si formerebbe cominciando ivi. La spinta obliqua, che il vento gagliardo fa delle acque verso la spiaggia, le costringe subito a correre lung'h'essa. Il muolo se non fosse immensamente lungo, non potrebbe cuoprire que' siti dall'urto del vento furioso, né impedire una tale corrente, e ciò tanto più, quanto, quando anche per poco tempo le materie vi si fermassero, farebbero crescere subito la corta spiaggia, che vi è tra il fiume, e la fortezza, scuoprendo le nuove aggestioni al vento, e levandole dal sito, in cui fossero state coperte da esso muolo. Così tutte le materie della Lavagnola anderebbero innanzi verso il porto, ed essendo le medesime molto maggiori, che le altre, le quali vengono dal rimanente del seno, come mi è stato generalmente supposto, quel rimedio ritoglierebbe solo una parte minore del male.
44. Che esso rimedio sia dispendioso è manifesto; perché converrebbe fare il muolo di casse di muro, le quali costano assai, e dovrebbero esse casse essere in buon numero, per formare un muolo di una lunghezza, da cui si potesse sperare qualche

effetto considerabile in ordine anche alla sospensione di quella parte minore della cagione de' mali. Il fare una spesa considerabile per un rimedio, che non ritolga la cagione principale di essi mali, e che sia di poca durata, non pare risoluzione da prendersi massime nelle circostanze presenti, nelle quali sono molto limitati gli assegnamenti.

45. Rimangono le altre due maniere, delle quali parleremo in due paragrafi a parte, indi il terzo, e quarto mezzo de' proposti al principio di questo paragrafo. Il terzo ricade principalmente in un progetto, di cui mi è pure stato parlato essendomi anche stata fatta vedere una pianta, e una relazione appartenente ad esso, e consiste nell'aprire una comunicazione della Darsena col mare libero per di dietro per via di un canale nuovo da scavarsi: il quarto richiede la considerazione della difficoltà, che vi è di fare le escavazioni in un fondo considerabile, come lo è quello, che deve esservi nel porto, e alla sua bocca; ma pure si vedrà, che in parte dovrà essere adoprato esso ancora. Per trattare di queste materie, parlerò prima del indicato progetto, che vuole il canale dalla Darsena, per liberarmene, giacché credo, che debba onninamente essere escluso: indi passerò a' muoli, ne' quali spero poco: dopo di essi tratterò de' magazzini, e della escavazione del porto, e della bocca, ne' quali mezzi è riposta tutta la mia speranza.

VII - *Del progetto di un canale, che vada dalla Darsena al mare*

46. Due di questi progetti mi sono stati fatti, uno dettagliato, e corredato di pianta, e di scritture, di cui ho dato un cenno di sopra, il quale porta un canale più corto, che dal fondo della Darsena vada alla spiaggia situata fra la fortezza, e la punta di S. Erasmo, l'altro accennatomi a voce di un canale assai più lungo, il quale da essa Darsena giri per di dietro alla fortezza, e vada a sboccare tra la fortezza medesima, e il fiume.
47. Simili progetti in altri siti, e circostanze potrebbero avere il più felice successo. Trovandosi sempre in uno stato peggiore il porto d'Anzo, sicché ora mai per li continui interrimenti, che erano cresciuti in eccesso, era stato ristretto, e aveva perduti i fondi in modo da non potere dar più un sicuro ricetta alle galere, il Card. Valenti fece venire di Francia un celebre Ingegnere, che era Direttore de' porti di quel Regno. Egli propose di far un porto grande distaccato da terra, circondato da 3 lati di muoli sodi, fra il quale, e la terra vi fosse un gran canale largo, che comunicasse colla terra per via di un ponte: sperava, che la corrente passando sotto gli archi del ponte medesimo, avrebbe tenuto escavato quel sito, onde mantenendosi i fondi in tutte le vicinanze del nuovo porto, venissero a mantenersi ancora i suoi.
48. Lo scandaglio delle spese portò più milioni di scudi romani, e vi era del pericolo, che le medesime crescessero per istrada, onde non si pensò più a quel troppo grandioso progetto. Io vi fui mandato poco dopo per vedere, se vi era qualche compenso di minor impegno, che rendesse il porto, che vi era, più tollerabile. Proposi di aprire nel cantone di esso, dove un suo muolo si univa a terra, un corto canale, che desse la comunicazione col mare, il quale ivi riusciva molto

vicino dietro allo stesso muolo. La corrente, che in quelle parti era forte, doveva rasentare la parte interna del porto, e uscendo pel suddetto canale, tener espurgato quel sito, in cui appunto la spiaggia veniva avanzandosi, e restringendo il porto istesso. Fu eseguito il canale; si vide subito l'effetto ottimo de' pulimenti, e nel canale la velocità era tale, che a grande stento vi si poteva tenere una barchetta per scandagliare il suo fondo. Il male della esecuzione si fu, che le arene della escavazione furono ammontate sulli suoi lati a modo d'argine ben alte senza alcuna palizzata, o muolo, che le tenesse, e neppure al mar vicino, in cui sbocca-va, fu messo alcun ritegno. Venne una tempesta gagliarda, le cui onde arrivando fino a quegli argini di arene, le fecero precipitare nel vano del canale, che si empì subito, come se non fosse stato mai scavato. Non so, se sia poi stato riaperto.

49. In quel sito questo progetto era di gran vantaggio; ma qui le circostanze sono molto diverse. Ivi la corrente andava dal di dentro all'infuori, onde le acque spinte dal largo allo stretto acquistavano quella velocità, con cui il canale medesimo si manteneva escavato, e radendosi da essa corrente la parte interna del porto vi si impedivano gli arresti. Qui all'opposto la corrente, e le grosse burasche anno la direzione tutta contraria. Il mare spinto dalle lebecciate nel canale potrebbe avere in esso qualche velocità: ma come esso dovrebbe essere più stretto e della Darsena, e del porto, arrivate le acque in que' siti più larghi perderebbero subito, o diminuirebbero assaissimo la loro velocità, onde le arene, che si sarebbero introdotte nel canale medesimo dalle Lebecciate, si depositerebbero nel porto, e Darsena con un danno maggiore. Anche ne' tempi delle Sciroccate mosse le acque verso quella apertura, introdurrebbero dalle vicinanze della bocca tutte cariche di arene, una buona parte di esse, le quali abbandonate nel più largo, farebbero anch'ivi scemar i fondi. Così que' canali sarebbero perniciosi, non vantaggiosi.
50. Ma io inoltre son moralmente sicuro, che il canale stesso, in cui si infornerebbero le arene, che passano ora in vicinanza della spiaggia, sulla quale esso avrebbe il suo sbocco, lo interrirebbero. Si accresce la grande spesa della escavazione, giacché nel sito, per cui dovrebbe passar il primo, vi sono le gran casse del muolo vecchio ora seppelitte nell'arena, quali converrebbe rompere, e il secondo dovrebbe essere ben lungo, e passare per siti forti, e fabbricati: inoltre come in que' siti vi sono delle arene assai alte, vi vorrebbero de' sostegni di grande spesa, che impedissero alle ripe di ricadervi. Finalmente, nel primo canale più corto, se esso fosse alquanto più largo, per poter produrre effetto sensibile, vi sarebbe una grande agitazione introdotta da' venti di mare, che vi dominano, la quale non lascerebbe tranquilli i bastimenti neppur nella Darsena, né a mio giudizio vi sarebbe altro rimedio, che la fabbrica di un ponte, i cui archi fossero per varj palmi sotto la superficie dell'acqua, onde i suoi vani lasciassero alla corrente sott'acqua libero il passo senza agitazione della superficie: ma la fabbrica di questo istesso sarebbe di un troppo grave dispendio.
51. Per tante ragioni così forti questo ripiego non può abbracciarsi, né può impedirsi per questa via l'arresto delle arene. Potrebbe alcuno sperare, che questo arresto

si impedisse colla prolungazione di qualche muolo, il quale così costringesse le arene a trascorrere per di fuori andando verso Albissola, come alcuni pochi di que' mattoni, de' quali si è parlato di sopra, gettati indietro dal vecchio Capomastro Folco dopo la fabbrica delle sue prime due casse, si trovarono in Albissola. Ma se ciò seguì allora, in oggi, come si è detto di sopra, si dice per cosa costante, che tutte le materie passano in grande vicinanza della spiaggia, e piegano negli angoli ricadendo subito indietro; onde non vi è speranza di tale effetto; benché di questo potrà pure giudicarsi meglio dopo gli esperimenti, che ho proposti. Forse allora essendovi il risalto di quelle due casse, qualche pezzo sbalzò tanto lontano da quella punta, che poi fu trasportato in fuori: ma ciò non può seguire, quando le arene empito l'angolo guadagnino la punta del muolo, e la spiaggia lo pareggi, nel quale caso quello, che arriva alla punta, deve traboccar in dentro girando, e ricadere ne' siti di maggior fondo, e di minor resistenza, o arrestarsi, finché ve lo spingano in dentro le sciroccate. Ma de' muoli ne parleremo più direttamente nel paragrafo seguente.

VIII - *De' muoli, che arrestino le arene*

52. Di questi già si è parlato molto ne' paragrafi precedenti. Due di essi sulla parte o destra, o sinistra dello sbocco del fiume già sono stati esclusi. Resta da parlare di quello, che alcuni vorrebbero si rifacesse sulla punta di S. Erasmo su quelli scoglietti, che vi sono, o della prolungazione della linea delle casse, che altri desiderano. Io non sono portato né per l'uno, né per l'altro.
53. In primo luogo i muoli, che abbiano qualche lunghezza, da sperarne effetto in siti così esposti all'urto delle burascole Lebecciate, dovrebbero essere assai più forti per poter sussistere, e allora la spesa supererebbe di gran lunga le forze, e gli assegnamenti, che si possono avere pel porto. Si aggiunge, che è molto più difficile il fabbricarne uno sugli scoglietti, o sassi grossi, che ora vi sono sulla punta di S. Erasmo, i quali per la loro inegualtà, e per li loro intervalli non permettono l'addattamento di un fondo di cassa, e inoltre comunque vi si fabbrichi sopra, e intorno, non legherebbe bene con essi la nuova aggiunta. Quando si dovesse abbracciare il sistema di un muolo, io lo vorrei piuttosto far partire dalla spiaggia intermedia fra quelle due punte, dove restando meno isolato, ed essendo un poco coperto dalla punta di S. Erasmo, sussisterebbe più facilmente. Ma per tante ragioni accennate di sopra io non mi saprei mai determinare ad abbracciare il loro sistema. Arresterebbero essi le arene per poco tempo: si empirebbe presto il cantone di dietro: la spiaggia uguaglierebbe la loro punta, indi subito le arene seguirebbero a sormontare, e andar innanzi come prima.
54. Per altro quando saranno fatte le osservazioni, che ho proposte, onde si possa sapere con qualche fondamento la quantità delle arene, che passano, e la distanza, a cui passano; si potrà anche con più fondamento vedere, quanta sia la lunghezza di essi muoli necessaria pel loro arresto, la quale deve essere maggiore di quella distanza, perché non possa passar nulla non solo in quel principio, ma neppure per



qualche tempo dopo, quando già cominciata a crescere la spiaggia alla intestatura del muolo, anderanno innanzi anche i siti, a' quali si stende il passaggio di esse arene, che occupa quella tale distanza. Inoltre potrà congetturarsi il tempo, per cui senza nuova prolungazione possa durar il rimedio. Intanto anche il solo pericolo di assorbire tutto, o quasi tutto il fondo, che vi è pel porto in un lavoro, che stenti a sostenersi, e che in breve tempo riconduca tutta la serie de' mali presenti, deve ritirare dall'ordinare un tale lavoro, e intraprenderlo.

*IX - De' Magazzeni, che facciano lo stesso effetto*

55. Esclusi gli altri mezzi vi rimane solo quello di arrestare le arene ne' magazzeni, e ripulirli appena riempiti, o l'altro di lasciar libera alle arene l'andata alla bocca del porto, e dentro di esso, e poi rimuoverla di là per escavazione. È cosa evidente, che l'escavazione de' magazzeni deve riuscire meno dispendiosa, e più facile che l'escavazione nella bocca del porto, e dentro di esso. La ragione si è perché da magazzeni l'arena si cava anche da terra, e da una profondità minore. Nella bocca del porto, e in porto vi devono essere almeno 15 palmi di fondo, ma sarebbe bene, che vi fossero anche 18: ne' magazzeni l'arena resta sopra terra, o per pochi palmi sotto la superficie dell'acqua. Tutto quello, che si arresta ne' magazzeni in un sito tanto più comodo alla escavazione, sarebbe senza di essi andato in quel sito tanto più profondo, e circondato tutto dalle acque, nel quale colla stessa spesa si può cavare molto minore quantità d'arena. Dico, che nel magazzino si trova l'arena in una profondità molto minore, la quale cosa suppone, che qualche parte vi resti in una qualche profondità, perché non credo, che basti il pulire il magazzino solo a livello della superficie del mare: convien andare più sotto per varj palmi, acciò vi possano entrare ancora quelle arene, che abitualmente vanno sotto la stessa superficie, le quali altrimenti trascorrerebbero.
56. Questo appartiene al termine, fino al quale devono i magazzeni essere scavati, convien' inoltre badare al modo di fare le escavazioni, e al sito, in cui vanno buttate le arene, che si scavano. Al modo di escavare appartengono le machine, colle quali si debba fare l'evacuazione. Ho detto di sopra, che ve ne sono delle molto più semplici, e attive, e che ne parlerei a parte, come farò or' ora. In ordine al luogo, dove buttar le arene convien badare, come si è accennato di sopra, di andar in sito, d'onde non si possa temere, che vadano in porto. Questo sito quanto lontano debba essere, lo faranno vedere le operazioni, che ho proposte, per determinare, a che distanza si estenda l'azione sensibile delle correnti sul fondo del mare.
57. Convien ora vedere, dove sia bene, che si faccia il magazzino stabile; giacché per qualche anno possono servire i due, che di là dalla punta del muolo ha preparati il Sig. Ingegnere Gustavo. Io per me son persuaso, che il sito più opportuno sarà quello della parte ultima della spiaggia, che corre dalla punta di S. Erasmo a quella delle casse. Vorrei, che in qualche distanza conveniente dalla medesima punta delle casse si facesse una palizzata, che cominciasse dallo stato attuale del mare, e si estendesse verso il porto in una linea inclinata umpoco verso la fortezza.

Questa palizzata fatta in terra, costerà poco, e durerà assai, non essendo i suoi pali soggetti alle corrosioni de' vermi. Il fine del magazzino medesimo vorrei, che fosse la medesima fila delle casse ora quasi tutte sepolte fra le arene, la quale fila si stende fino alla loro punta. Lo spazio di mezzo vorrei, che si vuotasse quasi tutto a qualche palmo sotto la superficie del mare, lasciandone un poco addossato da una parte alla palizzata, dall'altra al filo medesimo delle casse, perché sieno più garantite, e durevoli.

58. Quella prima palizzata la vorrei, per assicurare da quella parte la testata del magazzino; sicché in esso non trascorrono tutte le arene precedenti di quella spiaggia, le quali ora stanno ivi senza dar fastidio: senza di questo vi sarebbe un accrescimento di spesa inutile, se queste arene si lasciassero venir avanti in sito, da cui dovessero essere poi rimosse. Desidero il magazzino stabile piuttosto ivi, che di là dalla punta delle casse, dove ora vi sono que' due delle palizzate, perché così tolta la piccolissima, e quasi insensibile spesa della palizzata, che ne forma il principio, non ve ne vorrebbe altra, che la necessaria per assicurare la punta presente già mezza guasta, la quale spesa è necessaria in ogni caso. L'assicurazione si può fare in più maniere: la più sicura par, che debba essere quella di legare insieme i massi, che la devono formare, con de' ferri. Se il magazzino stabile si fa di là dalla punta delle casse, conviene fare una grave spesa per avere un muolo nuovo di molte casse di muro, che lo termini, e cominciando dalla fila delle casse attuali, venga innanzi in fuori, indi svolti parallelamente alle medesime. Tutta questa spesa si scansa facendo il magazzino dove, e come io lo suggerisco; giacché ivi in cambio di quel muolo nuovo, vi sarà il già fatto, consistente in quella fila di casse, che già vi si trova.
59. Quanto grande debba essere questo nuovo magazzino, si vedrà meglio, quando si saprà colla osservazione che ho proposta, quanta sia la quantità delle arene, che suole venire in un'annata; giacché sapendosi, quante lebecciate forti in tutto vi sieno state, si può vedere, quanto si possa aspettare, che porti ogni Lebecciatata. Sarebbe bene fare il magazzino tanto grande, quanto basti per ricevere tutte le arene, che possano portar di nuovo due Lebecciate forti, per aver tempo da scaricarlo. Questa determinazione si potrà fare dopo le osservazioni di due, o tre anni, ne' quali intanto si possono adoprare i due magazzini suddetti terminati dalle palizzate, notando intanto col numero delle bette, e di altri recipienti adoprati pel trasporto, quante arene si sono ite levando, e colli scandagli fatti a dovere, quanta di più, o di meno se ne trovi al fin di ogni anno, che al suo principio.
60. Questo è quello, che appartiene a' magazzini, i quali non ritoglieranno tutto il male, ma lo diminuiranno assai: pel resto converrà ricorrere alla escavazione del porto, e della sua bocca. Intanto aggiungerò solo una cosa appartenente a' magazzini. Potrebbe alcuno pensare, che potesse servire di magazzino l'angolo tra la presente spiaggia, e un muolo, che si faccia in uno de' siti proposti nel paragrafo precedente. Si sono esclusi questi appunto, perché quell'angolo debba empirsi presto avanzandosi la spiaggia fino alla punta del nuovo muolo. Quindi, se quel

sito si andasse continuamente evacuando, si otterrebbe lo stesso effetto, che si ottiene co' magazzini proposti. Si risponde, che ciò è verissimo, ma che così vi vuole la spesa della formazione di quel muolo, la quale, se esso ha da essere abbastanza lungo, e sodo, deve essere esorbitante, e assorbire tutto, o quasi tutto il fondo, che si ha presentemente, dove quello, che io propongo, non richiede, che la tenuissima spesa di quella palizzata in terra fatta per assicurarne la testata.

*X - Delle escavazioni da farsi nel porto*

61. Non è sperabile, che il magazzino arresti tutte le arene, che passano: alcune di esse trascorreranno: quindi vi vorrà un lavoro continuo di escavazione della bocca, e del porto: anzi converrà lavorare continuamente anche per ritogliere quello che colle osservazioni proposte si trovasse contro l'apparenza presente provenire dalla parte di Levante dal fiume d'Albissola, o da torrentelli intermedj. Anche la Darsena va ripulita continuamente ritogliendo quello, che annualmente possono proddurre di alzamento nel suo fondo gli scoli della città, de' quali abiamo parlato a luogo suo.
62. Se fosse possibile il voltare con poca spesa detti scoli dalla parte opposta; sicché andassero tra la fortezza, e il fiume; ciò sarebbe molto più utile, perché risparmierebbe la spesa, e la cura de' continui pulimenti interiori della Darsena: ma la spesa di una tale opera sarebbe molto maggiore di quello, che porti il capitale, i cui frutti bastino per le annue puliture della medesima Darsena. Queste fin ora sono state trascurate, ma conviene assolutamente avervi l'occhio, e andarle facendo, se non si vuole, che alzandosi continuamente il suo fondo arrivi al fine ad essere inusuale, o a richiedere una spesa troppo esorbitante per essere rimessa nel doveroso suo stato.

*XI - Delle machine per la escavazione*

63. Molte machine si trovano in molti Autori idonee alle escavazioni, e pulimenti de' porti molto più di quelle bette, che qui si adoprano, come nel Belidor, tra le machine approvate dall'Accademia di Parigi, e altrove. Io accennerò alcuni altri luoghi, da' quali se ne possono cercare le informazioni.
64. Per pulire il porto d'Anzo escavandolo, vidi apprestata una machina da un Architetto della Camera Apostolica (non mi sovviene ora il nome) già vecchio assai, il quale aveva lavorato molto anche a Pietroburgo sotto il Zar Pietro. Consisteva questa in una come scala, che attaccata, come per una cerniera ad un castello formato in un barcone si poteva per via di certe corde inclinare più, o meno, sicché si accostasse quanto uno voleva a quel fondo, che si fosse incontrato. Per essa scendevano vuoti dalla parte sua superiore, e risalivano pieni dalla inferiore certi come secchi, che avevano l'orlo tagliante, col quale nel rivoltarsi in fondo dallo scendere al salire, tagliavano le arene, e si empivano, e attrappavano anche i sassi, che vi si fossero incontrati. In cima nel rivoltarsi per scendere si vuotavano in fianco in una specie di zattera, o battello piatto, il quale quando era carico, si

mandava a scaricarsi in sito di mare assai profondo. Il principio del moto per far scendere, empirsi tagliando, salire, e vuotarsi i secchi, era un argano girato dentro al barcone da un cavallo.

65. Io andai là col sig. Francesco Simonetti Computista generale della Camera in Roma, il quale vive ancora ivi nello stesso impiego. Da esso potrà sapersi, a chi de' presenti Architetti della Camera uno possa indirizzarsi per averne una figura esatta, colla istruzione del modo di servirsene, e relazione della quantità di lavoro, che poteva fare. Pretendeva quell'Architetto, che l'azione continua di quella machina facesse un effetto assai maggiore di quello delle communi, e di averla sperimentata molto in Pietroburgo con sommo compendio di spesa, e profitto.
66. Pochi anni addietro inventò una machina per pulire la bocca del porto di Rimini il Sig. Serafino Calindri Ingegnere, che attualmente si trova in quella città. Con essa levava da quel fondo anche de' sassi ben grossi. Ho visti degli elogj fatti alla sua machina, e alla speditezza, e facilità del lavoro da persone molto perite, che l'avevano veduto operare. Scrivendo a lui a Rimini si potranno avere degli schiarimenti, e de' lumi per vedere se la sua macchina tornasse più a conto.
67. Mentre 11 anni fa ero in Ollanda fui condotto dall'Aja a 3 miglia di distanza per vedere una machina adoprata da una compagnia di Mecanici, la quale tanto per alzare l'acqua, quanto per pulire i fondi de' fiumi, e porti faceva un effetto maraviglioso. In essa ogni uomo faceva senza sforzarsi un effetto proporzionato all'intero peso del suo corpo, mentre secondo il Belidor l'uomo applicato a una manivella, ad un argano, ad una ruota non fa con azione continuata, che il lavoro proporzionato a 25 libre: inoltre vi si potevano mettere al lavoro tanti uomini, quanti uno ne voleva, i quali tutti facessero insieme tutta intera la forza proporzionale al peso intero de' loro corpi; e se volevano sforzarsi anche una molto maggiore. Veniva ogni uomo a fare un lavoro uguale a quello, che con altre machine fanno incirca 7 uomini. Il principio del movimento consisteva in due travicelli contigui, e paralleli situati dentro un castello di legno, e connessi con delle funi avvoltate ad un asse: l'uomo tenendosi colle mani al castello posava un piede per travicello, e abbandonandosi col peso ora su d'uno, ora sull'altro de' due piedi faceva ora scendere un travicello, ora l'altro, salendo intanto il travicello compagno. Così si aveva il moto dell'asse alternato, il quale muovendo i denti di una ruota comunicava il movimento a tutta la machina. Vidi da un uomo solo alzato a 18 piedi d'altezza continuamente un corpo d'acqua di una ben considerabile grossezza.
68. Que' della compagnia mi dissero di avere scritto in varie parti d'Europa, esibendosi a fare i pulimenti de' porti a 25 per 100 di meno di quello, che fossero soliti a pagare per ugual quantità di lavoro colle machine, che avevano in uso. Facendo scrivere a qualche Ministro all'Aja, si potranno avere delle informazioni di quella gente, e sapere se sono ancora nell'idea di prima, e anche il Sig. Ingegnere Gustavo potrà pensare a formar esso una machina efficace con quel principio di movimento, che ho indicato.

69. Aggiungerò finalmente, che la Repubblica qui ha ricevuta da una città nella Svevia una offerta con una lettera di gente, che esibisce per lo scavamento del porto stesso di Savona una machina, della quale dice meraviglie, e si esibisce di lavorare senza ricever paga, finché non si veda l'effetto. Converrebbe sapere individuatamente, con quanta forza cioè con quanti uomini, o cavalli, può cavare da un fondo dato un dato numero di piedi cubici d'arena, e per argomentare del vantaggio applicato al bisogno presente, conviene dimandare, quanto vi voglia per alzare quel dato numero di piedi cubici da due profondità, come di 10 piedi, e di 5, e quanto a cararle da terra, o dal fondo del mare. So che essendosi scritto a chi aveva scritta la lettera dirigendo alla città da lui nominata nella sua data non se ne è avuta risposta. Ma come in detta lettera si citava per garante un Magistrato di una di quelle città, si può scrivere, per averne informazioni ulteriori al Magistrato medesimo.
70. Con queste diligenze si potrà minorar molto la spesa delle escavazioni, o sia colla stessa spesa scavare molto di più. Vi è speranza fondata, che così coll'arte si supererà la Natura, giacché già si è riuscito di riaprire il porto quando anche era totalmente chiuso, e di mantenerlo aperto per più anni, e ciò lavorando con machine molto meno efficaci.

*XII - Conclusione finale, colla proposizione di quello, che vada fatto intanto*

71. Da quanto si è detto, si raccoglie, che io non spero di rimuovere le cagioni de' mali, ma di andar rimediando di mano in mano a' cattivi effetti in modo, che peraltro il porto si mantenga usuale per quello, che vi bisogna, cioè per ammettere le galere, e legni di simile portata.
72. Credo, che si abbia a finire la seconda palizzata, che il Sig. Ingegnere Gustavo ha cominciato, e si debba assicurar bene la sua testata, sicché dal mare non sia presa per di dietro: che si debba assicurare la punta delle casse, riattando quello, che nell'ultima cassa è stato guasto, e assicurando l'unione della machina con de' legamenti di ferro, o in alcun altra maniera, che parerà più idonea: che si abbiano a vuotare subito con tutto lo sforzo i due magazzini così formati, il primo tra la punta delle casse, e la prima palizzata, il secondo fra questa, e la seconda, procurando di sprofondarsi sotto la superficie dell'acqua per due, o tre palmi: che dopo ogni Lebecciata, e sciroccata, che gli abbia empiti, si debbano vuotar di nuovo, portando sempre le arene in siti, da' quali non si possa temere, che tornino: che si facciano delle escavazioni ancora sulla bocca del porto e nel suo interno, e nella Darsena, perché non vadano peggiorando di condizione: che si tenga conto della quantità delle materie levate: che si faccia adesso subito con tutta l'attenzione possibile l'osservazione dello scandaglio, e si rifaccia al fine d'ogni anno, calcolando la quantità delle arene, che vi sarà di più, o di meno, per sapere, quanta ne è venuta in tutto, e notando il numero, e dando giudizio delle Lebecciate, che saranno venute nell'anno: che si facciano intanto le altre osservazioni proposte: che si cerchino le informazioni sulle machine di maggior effetto, e si prenda la risoluzione di sceglierne alcuna.

73. Tutto questo porterà poca spesa fuori, che le escavazioni, nelle quali è bene di fare uno sforzo straordinario, e intanto il capitale, che vi è, si può mettere a frutto, per avere, con che meglio fare le escavazioni negli anni seguenti. Quando le palizzate de' due magazzini comincino a guastarsi per le corrosioni de' vermi, allora lasciati essi pieni, perché le palizzate non si distruggano affatto, ma sieno difese dalle arene addossatevi, si formi il magazzino stabile, che ho proposto, anteriore alla punta delle casse, colla palizzata, che ho prescritta.
74. Intanto finito uno, o due anni, ne' quali si abbia la notizia più esatta della quantità delle arene, che sopravvengono, si veda quanta spesa vi vorrà per levare colle nuove machine quella quantità di arene, che sopravvengono ne' magazzini, e fuor di essi nella bocca del porto, e sue vicinanze; si saprà allora, se li danari, che si avranno spendibili ogni anno, bastino, sì, o no, per levar via, quanto sopravviene: nel primo caso si anderà mantenendo nello stato sufficiente il porto, nel secondo a lungo andare si perderà. Se poi avanzasse alcuna cosa può servire per fare delle escavazioni maggiori dentro il porto lasciando, come si è detto, sepolte nelle arene, e garantite da esse medesime le due palizzate, che ora servono per termini de' due magazzini. Esse, e la fila delle casse assicureranno sempre più i bastimenti situati dentro il porto, il quale diventerà maggiore, e più sicuro per la difesa di questi stessi lavori occasionati dalle sue disgrazie.

#### Aggiunta finale

75. Aggiungerò due cose, che non ho toccate più su, una appartenente allo stesso porto di Savona, e l'altra affine.
76. La prima si è, che io non ho parlato della diversione del fiume Lavagnola, che ad alcuno è venuto in capo di motivare. Il suo corso dalle montagne per la pianura è così corto, che non è sperabile in conto alcuno, veduta la situazione de' luoghi, il divertirlo verso Ponente coll'allontanarlo sufficientemente dal porto. Quando anche fosse possibile una tale diversione, la rovina de' siti intermedj coltivati, e pieni di fabbriche, renderebbe la cosa impraticabile. Vi è chi ha pensato di divertirlo a Levante o per farlo entrar nel porto, il quale fosse nettato dalle correnti delle sue piene, o per gettarlo di là dalle colline verso Albissola. Questa seconda cosa non è praticabile senza tagli immensi, e spese esorbitantissime fuori d'ogni misura: quella prima, attesi i siti, per li quali dovrebbe passare, è parimente impraticabile per li guasti, e spese enormi, che si avrebbero: inoltre essa non solo non sarebbe utile, ma sarebbe perniciosissima; perché farebbe immensamente più di male colle materie, che porta, che bene coll'urto delle sue acque. Quindi non avevo giudicato di parlarne, e ne do solo un cenno qui in ultimo per non omettere nulla.
77. La seconda, che avendo visitato il gomito, che forma la spiaggia, e il capo scoglioso di Vado, ho ammirata la maravigliosa situazione, che vi è per un porto reale magnifico: ma esso non si potrebbe fare, che con gravissima spesa; giacché per garantirlo da varj venti, vi vorrebbe un gran muolo simile a quello di Ancona, la

situazione della quale città è somigliantissima a quella di questo gomito. Il tenitore qui è ottimo per le ancore, e il fondo è anche assai maggiore che in Ancona: ma per questo istesso la spesa del muolo sarebbe molto maggiore ancora di quella tanto grossa, che si fa in esso porto d'Ancona. Un porto sicuro abbastanza più piccolo non credo, vi si possa fare a dovere. La Natura ha fatto quel sito per un gran porto reale, il quale per altro in tanta vicinanza di Genova sarebbe inutile, se non fosse anche per riuscire dannoso col ricetto delle armate nemiche, e colla diversione del commercio.

*Compendio del risultato delle visite e dell'idea concepita sulle cagioni, e rimedj de' mali, che ha il porto di Savona*

1. Par cosa sicura, che la cagione principale de' mali del porto sieno le arene, che le lebecciate strascinano dalla parte di ponente, massime dalle scarpate del fiume vicino alla fortezza, le quali dopo di essere passate molto vicino a terra intorno alle punte di essa fortezza, di S. Erasmo, e delle casse, trovano a mano manca il vuoto, vi ricadono, e spinte poi da' levanti, scirocchi, e ostri vengono alla bocca del porto, e si spingono più avanti in dentro.
2. Resta da esaminare umpoco meglio, a che distanza da terra esse passano, e in che quantità, come pure, se dalla parte di levante ne vengano in quantità considerabile dal fiume d'Albissola, ed altri torrentelli più vicini.
3. Qualche danno alli fondi della Darsena portano sicuramente anche gli scoli della Città.
4. Non si può apportare rimedio a questi mali, che impedendo l'arresto delle arene nel porto, o levandole dopo, che vi sono giunte.
5. Per impedire l'arresto vi è un progetto dell'aprimiento di un canale dalla darsena al mare: ma vi sono delle forti ragioni per escludere questo progetto.
6. Escluso questo non si può impedire l'arresto, che impedendo, che vi arrivino.
7. Si può impedire l'arrivo di qualche parte, facendo, che il fiume ne porti in mare una quantità minore: questo si può ottenere con de' ripari opportuni situati massimamente a piè delle montagne, una delle quali in modo particolare si dice, che sciolta vi si precipiti dentro continuamente.
8. Per impedire l'arrivo della residua del medesimo fiume, e di quella, che portano gli altri fiumi, e torrenti di tutto il seno, e di quella, che il mare di tanto in tanto porta via dalle spiagge di esso seno, non si crede vi sieno, che due soli rimedj: o l'arrestarle colla costruzione di un molo sia di muro, o di palizzate, il quale costruito in qualche luogo intermedio tratenga il corso di esse arene, impedendo il passo, quale molo altrove si chiama un guardiano, o l'invitarle in un recipiente, in cui ricadano prima di andare innanzi, quale si chiama magazzino. Senza di questo arresto non vi è altro rimedio, che il ritogliarle dalla bocca del porto, e dall'interno di esso dopo il loro arrivo, e arresto.
9. Pel primo impedimento del guardiano vi è da riflettere, che addossandosi le arene ad esso da quella parte, da cui vi arrivano, devono al fine empire l'angolo, che

esso forma, empito il quale, e giunte le arene al fine sulla sua punta, devono traboccare, e continuare il corso di prima; onde esso è un impedimento temporario, ne si ottiene l'intento, che prolungandolo.

10. Pel secondo è manifesto, che il recipiente deve empirsi; onde conviene vuotarlo, perché possa dar l'accesso alle nuove arene, e conviene considerare la maniera di vuotarlo, la quale v'è considerata pure nell'ultimo rimedio di levare le arene dalla bocca del porto, e parti interiori, quando vi si lascino arrivare senza il suddetto arresto.
11. Sul primo impedimento convien considerare il sito, in cui si potrebbe mettere; e sono principalmente 3, la punta di S. Erasmo, alcun punto della spiaggia di mezzo, e la punta delle casse: se si avesse da adoprare questo mezzo, parrebbe per varie ragioni il più espediente quel punto di mezzo. Convien considerare la sua materia, se di muro, o di palizzate, le quali non possono adoprarsi, se non sieno abbastanza forti, e non si possano garantire da' vermi, che fra le acque alte, e basse rodono i pali. Convien esaminare, che frequenza di prolungamenti possa essere necessaria, la quale se fosse grande, sarebbe intollerabile la spesa. Non si può decidere questo punto, se prima non si ha la determinazione della quantità delle arene, che vengono, come pure non può determinarsi la sua lunghezza, finché non si determini la distanza, a cui passano le arene. Pare veramente, che questo impedimento debba riuscire di un dispendio eccessivo, per la lunghezza, e frequenza delle produzioni.
12. Sul secondo convien pure esaminare, in che sito sia da collocarsi il magazzino. Ve ne sono due formati provisionalmente di palizzate una già finita, e l'altra cominciata dietro alla punta delle casse, le quali palizzate non possono durare, che pochi anni a cagione de' vermi, che li consumeranno fra le due acque. Dovendosene formar poi uno stabile, si crede il più espediente metterlo al fine della suddetta spiaggia tra le due punte di S. Erasmo, e delle casse in modo, che il suo principio sia in una doverosa distanza dalla seconda di esse punte, ove vi sia una palizzata di pali ficcati non nell'acqua, ma nella arena di essa spiaggia, per impedire, che la precedente arena di tale spiaggia non vi ricada, e il suo fine sia alla fila di esse casse, la cui punta v'è bene assicurata contro gli impeti del mare. La determinazione della sua grandezza dipende da quella della quantità delle arene.
13. Per la maniera di evacuare il magazzino, convien prendere informazione delle machine adoperate altrove, le quali agiscano più delle bette adoperate attualmente, e agiscano anche in siti, ne' quali queste non possano agire. Si crede poi necessario l'evacuare anche per due, o tre palmi sotto la superficie del mare, acciò vi ricadano le arene, che passano anche sotto di essa, e si deve badare al sito in cui possano gettarsi le arene levate senza, che rechino danno.
14. Si deve confrontare la spesa di questo rimedio con quella del guardiano, della quale credendosi a prima vista molto inferiore, pare che questo sia il rimedio da preferirsi ad ogni altro. Si deve preferire certamente all'ultimo di lasciar andare liberamente le arene alla bocca del porto, e levarle via di là, perché torna assai



più a conto il levar le arene da terra, che dal fondo della bocca, e da sopra la superficie del mare, o da un fondo di due, o tre palmi, che da un fondo di 15 sotto la medesima superficie. Tutta quella, che non si leva dal primo sito più facile del magazzino, converrebbe levarla dal secondo più difficile della bocca.

15. Gli esami proposti della distanza, a cui passano le arene, e se ne venga quantità notevole dalla parte d'Albissola, pare, che si possano fare nella maniera seguente. Empita di arena, e sassi una cassa di legno, e legata a' 4 cantoni con 4 funi si cali orizzontalmente al fondo del mare: tirando in su due di esse funi corrispondenti a un lato, si vuoterà essa cassa, rimanendo in fondo un mucchio: si vedrà dopo, se questo mucchio si è mosso, se la sola sua arena, o anche i sassi. Se restano immobili i mucchi, si vedrà, che ivi la corrente non agisce: se si muovono, si vedrà verso dove agisca. Questi getti si possono fare nel sito del magazzino progettato tra le due punte di S. Erasmo, e delle casse in una retta perpendicolare alla spiaggia alla distanza di palmi 10, 20, 30, 40, 50. Si possono fare in varj siti ancora poco lontani da terra fra Albissola, e il porto.
16. Questo esperimento mostrerà, a che distanza si stenda la corrente, e che direzione abbia. Potrebbe in qualche distanza esservi la corrente, e non strascinar le arene: si potrebbero fare in un'altra linea simili getti di sassi, o di mattoni, per vedere dopo le lebecciate nel primo luogo, e sciroccate nel secondo, se vi sia della arena ammucciata avanti a' medesimi, da quali sia tratenuta nel suo passare.
17. La quantità delle arene, che vengono si può determinare col seguente metodo. Si veda, quante bette se ne cavano; ma si badi bene di scaricarle in sito di fondo considerabile, e tanto lontane da non potersi temere, che tornino indietro. Si formi uno scandaglio esatto di tutti i fondi della bocca del porto, e dentro di esso, e fuori, vedendo insieme, quanto nell'atto dell'operazione sia bassa la superficie del mare sotto qualche segno fatto in qualche palo, o muro. La somma di questa distanza della superficie da esso segno, e dell'altezza della superficie sopra il fondo si scriva nel sito corrispondente della pianta. Questa darà quanto sotto al piano orizzontale tirato per quel segno stia in ogni sito il fondo. Si rifaccia la stessa operazione al fine di un anno. Si vedrà quanto in ogni sito siasi abbassato, o alzato il fondo, e però quanto vi sia di meno, o di più arena nella massa totale. Questa operazione andrebbe fatta ogni anno, e come vi vuole molta esattezza, andrebbe appoggiata almeno sul principio al Sig. Capitano Gustavo, il quale potrebbe istruire persona fidata per l'inappresso.
18. Queste sono le considerazioni generali, e le massime. Intanto convien proporre una serie di operazioni, che si crede opportuna per ora.
19. Si crede opportuno, che si continuino i lavori, che si fanno ora terminando anche la seconda palizzata, e unendo questa presto alle arene più alte di dietro, perché qualche forte sciroccata non la metta in isola sulla sua testata, e svella.
20. Si vuoti bene l'uno, e l'altro magazzino quello tra la punta delle casse, e la prima palizzata, e l'altro fra le due palizzate fin dove si può colle machine, e metodi presenti, e quanto si può anche sotto la superficie dell'acqua, mettendo tutti queglii

uomini, che si può, per fare, quanto sia possibile, che vi possa ricadere tutta l'arena, che sopravviene, e ne sia ritolta: ma perché probabilmente tutta non verrà, si procuri di andar nettando, e slargando la bocca, quanto permetterà la vuotatura de' magazzeni.

21. Si facciano tutte le osservazioni proposte qui su, massime con somma diligenza gli scandagli, e queste operazioni si continuino per un anno, dopo il quale si potrà giudicar meglio, e determinare la grandezza, e forma del magazzino stabile.
22. Nell'inverno si prendano le informazioni delle machine adoperate altrove, per essere in istato a Primavera di cominciare le escavazioni con metodi più efficaci, e meno dispendiosi.
23. Come i lavori proposti richiedono delle somme per la continuazione, convien subito farne gli assegnamenti. La nuova palizzata richiederà molto meno di mille lire, onde essa è un piccolo oggetto: ma gli scavi de' magazzeni, e della bocca richiedono somme maggiori, le quali sono necessarie per non perdere intanto, onde dopo si debba spendere di più. Se si stabilisce il nuovo magazzino avanti la punta delle casse, esso richiederà poca spesa, richiedendo solo una palizzata in terra, e l'assicurazione della punta delle casse. Per la suddetta palizzata sarebbe bene dar ordine, che si preparino i pali in tempo idoneo; giacché pare, che sicuramente questo al fine sarà il partito, a cui converrà appigliarsi.

## 17 Sulla foce dell'Adige (1773)



*Mappa della foce dell'Adige<sup>212</sup>*

A giugno del 1773 Boscovich fu consultato da un professore di Padova<sup>213</sup> per discutere dello sbocco dell'Adige in mare, problema sul quale alcuni mesi prima due autori avevano presentato pareri divergenti. Boscovich non li nominò espressamente, ma sulla base dell'opera pubblicata un secolo dopo da Domenico Turazza<sup>214</sup> è possibile ricostruire almeno parzialmente lo svolgimento della vicenda.

Il 15 dicembre 1772 Anton Maria Lorgna inviò ai Provveditori dell'Adige una memoria in cui, dopo aver individuato i difetti del fiume, in particolare l'infelicità della sua foce, e averne rilevato le cause, suggeriva come soluzione la soppressione di due

<sup>212</sup> 1982: *la rotta dell'Adige*.

<sup>213</sup> Potrebbe trattarsi del dalmata Simone Stratico (Zara, 1733 - Milano, 1824) che dal 1767 era subentrato a Giovanni Poleni come professore di matematica e nautica nello studio padovano. Sulla figura di Stratico si veda GRANUZZO [2010].

<sup>214</sup> TURAZZA [1885].

delle tre bocche e la costruzione di un molo a sinistra dell'unica bocca rimasta, quella di Fossone. La proposta di Lorgna suscitò perplessità, non solo nei Provveditori: il 15 marzo 1773 fu inviata loro una scrittura da parte di un autore anonimo, in cui si rigettava la costruzione del molo sostenendo che tale soluzione non avrebbe prodotto gli effetti desiderati. Questa divergenza di opinioni indusse i Provveditori ad interpellare due importanti scienziati, Simone Stratico e Ruggiero Boscovich per avere il loro parere. La *Scrittura del Conte Simone Stratico sullo sbocco dell'Adige in mare 1773* avrebbe dovuto, nelle intenzioni dell'autore, rappresentare un voto unanime suo e di Boscovich, ma quest'ultimo decise di presentare una propria *Scrittura sullo sbocco dell'Adige in mare 10 luglio 1773*<sup>215</sup>. Stratico, non del tutto convinto che la corrente litorale fosse la causa degli interrimenti, proponeva di accertarne prima la direzione e, verificata questa, sarebbe stato favorevole al molo guardiano. Un mese dopo pubblicò un'ulteriore scrittura, *Scrittura del Conte Simone Stratico pel regolamento della foce d'Adige a Fosson 20 agosto 1773*, nella quale si mostrò più favorevole all'influenza della corrente e al progetto del molo, accettando quanto detto da Lorgna.

Boscovich si inserì nel dibattito per la regolazione della foce dell'Adige per cercare di risolvere la controversia e nella propria relazione partì dall'esame della scrittura di Lorgna. Nonostante avesse grandissima stima dello studioso veronese, "credendolo uno de' primi matematici dell'Italia, e sapendo quanta fama abbia in tutta l'Europa" e nonostante la bontà ed amicizia che questo aveva nei suoi confronti, egli non approvò la soluzione del molo guardiano.

All'epoca della visita di Boscovich, l'Adige sfociava nel mare Adriatico attraverso tre bocche orientate verso nord-est, est e sud-est nelle direzioni dei corrispondenti venti di Grecale, Levante e Scirocco. Prima della diramazione il letto era stretto e abbastanza profondo; essendosi dilatato l'alveo, il fondo si era alzato molto al punto che era possibile guardare il fiume a piedi. In prossimità dello sbocco il fondo diventava ripido e fu notato un maggior avanzamento della spiaggia destra rispetto alla sinistra. Boscovich osservò che tutti i fiumi vicino allo sbocco avevano bassi fondi e scorrevano "come in un lago orizzontale", quindi rimuovere le deposizioni non sarebbe servito per abbassare le piene nei tratti superiori. L'abbassamento del fondo sarebbe stato utile nel caso in cui si fosse voluta rendere navigabile la foce, ma questo non era il caso dell'Adige, in quanto la navigazione avveniva nel Po attraverso la Cavanella. Per Boscovich le cause dell'avanzamento della spiaggia destra erano da attribuire alle deposizioni dell'Adige e alle materie portate dal Po e trascinate dalle correnti laterali.

La prima cosa da fare era stabilire quale fosse la direzione della corrente: secondo Lorgna questa andava da sinistra a destra e vicino alla spiaggia le deposizioni formavano una massa più dura, difficilmente asportabile dalla corrente che era debole a causa

<sup>215</sup> Sulla foce dell'Adige esistono, tra i manoscritti boscovichiani conservati a Berkeley, due esemplari: il primo (Item 36), di seguito trascritto, di 16 carte, il secondo (Item 36<sup>2</sup>) di 14 carte. La memoria di Boscovich ebbe anche alcune edizioni a stampa: *Per le nobili nozze* [1852], pp. 5-24; TURAZZA [1885], pp. 85-97.

di molti diversivi posti nel tratto superiore del fiume. Boscovich non concordò con questa affermazione sostenendo che in questa parte dell'Adriatico fossero maggiori le correnti da destra a sinistra, a causa della maggior lunghezza della spiaggia. Le materie portate dal fiume causavano un accrescimento della spiaggia che, rendendo difficoltoso lo scarico delle acque, aumentava le deposizioni e, di conseguenza, il pericolo di piene. Come rimedio Lorgna aveva proposto una palizzata dalla parte sinistra che, attraversando le prime due bocche e lasciando libera solo la terza, servisse di guardiano ed arrestasse le materie provenienti da sinistra.

Secondo Boscovich la soluzione presentata da Lorgna sarebbe stata inutile: si trattava di un rimedio temporaneo e di breve durata. Il molo avrebbe ristretto la bocca tanto da far alzare la superficie e formare un rigurgito, avrebbe accelerato la protrazione della linea del fiume e avrebbe lasciato aperta solo la bocca rivolta a Scirocco, vento frequente e violento. La corrente generale, essendo poco veloce, non era in grado di smuovere il fondo e di trascinare la sabbia. Se anche il molo avesse impedito l'arrivo e la deposizione delle materie, non sarebbe stato di alcun giovamento per il tratto superiore del fiume. Il maggiore avanzamento della spiaggia destra rispetto alla sinistra nasceva secondo Boscovich dalle correnti laterali causate dai venti tempestosi.

Alcuni avrebbero voluto chiudere tale bocca, considerata la più dannosa perché colpita più frequentemente e con maggiore forza, ma secondo Boscovich andavano mantenute tutte.

Con la bolla *Dominus ac Redemptor* del 21 luglio 1773, Clemente XIV ordinò la soppressione canonica della Compagnia di Gesù. Il Breve dichiarò nulli tutti gli uffici, le funzioni e le amministrazioni della Società, le sue case, le scuole, i collegi. Il Generale dell'ordine fu arrestato, il Collegio Romano proseguì la sua attività, ma non sotto la direzione dei gesuiti. Il Collegio di Brera, come istituzione gesuita, cessò di esistere. Boscovich, smessi gli abiti da gesuita, avrebbe potuto continuare autonomamente la propria attività di ricerca oppure ritornare all'università. Accettò la proposta di alcuni amici francesi, tra cui Lalande, che lo invitarono a trasferirsi a Parigi. Partito da Venezia il 28 agosto insieme a Benjamin de Laborde, Boscovich ad ottobre giunse a Parigi. Qui il sovrano Luigi XV gli offrì l'incarico di direttore dell'Ottica Navale della Marina Francese, creato appositamente per lui. La nomina ufficiale di Boscovich avvenne il 22 febbraio 1774:

“Le S. Abbé Boscovich très habile astronome opticien paroît pouvoir être très utile au service de la Marine par ses connoissances et ses talens. On propose à Sa Majesté de l'y attacher en qualité de Directeur d'optique aux appointements de deux mille livres à commencer du 1er janvier de cette année”, ma già il 1° luglio 1773 il suo nome compariva nei registri della Marina francese: “Monseigneur ayant attaché au département de la Marine l'abbé Boscovich en qualité de Directeur de l'Optique, est supplié de vouloir fixer son traitement”<sup>216</sup>.

Nella veste di direttore dell'ottica, Boscovich si dedicò al perfezionamento del telescopio acromatico, strumento utilizzato dalla marina francese.

<sup>216</sup> PAPPAS [1991], p. 168.

Durante il suo soggiorno francese Boscovich ebbe modo di interessarsi ad alcuni lavori in corso di realizzazione nei canali francesi. Sull'argomento fornì alcune informazioni in una lettera a Giovanni Attilio Arnolfini<sup>217</sup> del 31 dicembre 1781: "Ella dimandava se vi è nulla di stampato sul canale progettato per la Provenza. Il Sig: de la Lande mi assicura che vi è stata una Memoria stampata su quell'oggetto; ma non si trova qui, se non per accidente. [...] Pel canale di Borgogna si lavora abitualmente da ambe le due estremità, cioè dalla parte di S.t Florintin, e di S. Jean de Losne. [...] Il canale di Murcia è stato abbandonato totalmente. [...] In ordine al canal di Piccardia, la Sig:ra de la Condamine vedova del celebre Accademico mandò a suo fratello, che ha una villa contigua al canale medesimo, un foglio, in cui io avevo messo in tante interrogazioni tutti i punti proposti da lei"<sup>218</sup>.

Nel 1774, alla morte di Luigi XV, il nuovo sovrano lo riconfermò nell'incarico. Boscovich, sfruttando le sue conoscenze, riuscì ad introdursi nei circoli di governo e ad ottenere i favori della corte, ma questo suo atteggiamento, a lungo andare, infastidì alcuni accademici. L'ostilità nei suoi confronti fu palesata in maniera ufficiale ed egli fu protagonista di due polemiche, dapprima con l'astronomo Pierre Simon Laplace e in seguito con l'abate Alexis-Marie de Rochon<sup>219</sup>. Durante la seduta dell'*Académie* del 19 giugno 1776 Laplace mise in discussione la competenza scientifica di Boscovich rigettandone i metodi per determinare l'orbita di una cometa. Una seconda polemica lo coinvolse di lì a pochi mesi, questa volta nei confronti dell'accademico Rochon. La controversia riguardava la priorità nella scoperta di un nuovo strumento, descritto da Boscovich in una memoria presentata nella seduta del 7 maggio 1777: *Mémoire sur un nouveau micromètre et megamètre, présenté à M. de Sartine, ministre de la marine, par l'abbé Boscovich, Directeur d'optique pour la marine, à son audience du 7 mai 1777*. Boscovich si difese strenuamente dall'accusa, come testimoniato dai *procès-verbal* dell'*Académie*, tuttavia perse la stima di molti scienziati, fu ostacolato nella pubblicazione della sua opera di filosofia naturale e fu progressivamente isolato.

In più occasioni Boscovich cercò l'appoggio del ministro della marina, Gabriel de Sartine<sup>220</sup>: a quel tempo stava completando alcuni volumi di ottica e astronomia

<sup>217</sup> Tra il 1770 ed il 1782 Boscovich ebbe una fitta corrispondenza con Giovanni Attilio Arnolfini (Lucca, 1733 - ivi, 1791) incentrata prevalentemente su questioni di idraulica, sia teorica che pratica. Arnolfini aveva studiato a Roma mostrando una particolare predisposizione per le matematiche. Rientrato in patria si dedicò in particolare agli studi di idraulica e idrostatica: fu spesso coinvolto in consulenze in merito a problemi di regolazione delle acque. A partire dal 1761 sovrintese ai lavori di regolazione del torrente di Camaione e del fiume Serchio, alla costruzione del Nuovo Ozzeri, canale di scolo per il lago di Bientina, e alla sistemazione della foce di Viareggio. Arnolfini aveva conosciuto Boscovich quando quest'ultimo si era recato a Lucca nel 1756. Sulla figura di Arnolfini e sulla corrispondenza con Boscovich si vedano: PAOLI [1988], pp. 339-345; ARRIGHI [1963].

<sup>218</sup> ARRIGHI [1963], pp. 72-73.

<sup>219</sup> PAPPAS [1991], pp. 169-182.

<sup>220</sup> Antoine Gabriel de Sartine (Barcellona, 1729 - Tarragona, 1801), uomo politico francese, nel 1774 era diventato ministro della Marina.

che avrebbe voluto pubblicare in Francia nella stamperia reale. Il re Luigi XVI, pur acconsentendo ad essere il destinatario della dedica dell'opera non permise che questa venisse stampata sotto le insegne reali, motivo per cui Boscovich fu in seguito costretto a rivolgersi all'editore italiano Remondini di Bassano. (*mgl*)

*Sullo sbocco dell'Adige in mare* <sup>221</sup>

§ I. Si propone lo stato della questione

Due scritture mi furono proposte discordi fra loro, cercandosi il mio sentimento sulli punti controversi. La prima richiedeva sulla parte sinistra dello sbocco dell'Adige in mare una specie di muolo a forma, e uso di guardiano, l'altra riggettava un tale lavoro. Per parlare con fondamento esporrò prima la posizione del sito correlativa ad un disegno annesso alla prima scrittura, indi le ragioni di amendue le parti, col mio sentimento, il quale è contrario al lavoro medesimo, e coi fondamenti, sulli quali mi appoggio. Lo sviluppare tutta questa materia richiederebbe un trattato assai più diffuso, e il rendere chiari, e intelligibili più facilmente varj articoli richiederebbe delle figure, che mettessero le cose sotto gli occhi, e le dimostrazioni esatte, che le appoggiassero. Non posso far qui altro, che darne una idea. Chi vuole vedere il mio sentimento in breve, veda prima questo primo paragrafo, indi l'ultimo, che contiene i risultati, la giustificazione de' quali si contiene ne' 5 paragrafi intermedi.

L'Adige, che in vicinanza del mare ha un letto assai ristretto, nello sboccarvi si dilata assai, ed ha tre bocche, che si chiamano di Greco, di Levante, di Scirocco, correndo ivi la spiaggia da sinistra a destra colla direzione prossima a quella di Tramontana a Ostro, e queste bocche sono separate da banchi di arene basse. Finché il letto è ristretto, ha un fondo considerabile di varj piedi; ma nel dilatarsi esso fondo si alza assai, sicché a marea bassa, e acque asciutte si può guar dar facilmente: ivi, come altrove comunemente ne' fiumi, il letto vicino allo sbocco si rende acclive. Ha poi lo sbocco medesimo a poche miglia di distanza le bocche del Po a destra, ed alla sinistra altre bocche di acque torbide, quasi nella stessa distanza, come si ricava dalle carte geografiche, e rimane alla sinistra incomparabilmente minore il tratto di mare verso il Friuli, che alla destra, dalla qual parte vi si trova tutta la lunghezza dell'Adriatico. La spiaggia nello sbocco medesimo si avvanza considerabilmente più in mare dalla parte destra, che dalla sinistra.

La prima Scrittura ordina una palizzata, che partendo dalla riva sinistra si avvanzi attraversando amendue le prime due bocche di Greco, e di Levante, e lasciando aperta quella sola di Scirocco; benché in essa lascia un'apertura a più doppj più larga di quello, che sia il letto superiore, ove non ha ancora cominciato a dilatarsi. La ragione, che l'Autore porta per un tale lavoro, si è, perché crede cosa sicura, che dalla facilità, o difficoltà dello sbocco dipenda la costituzione di tutto il fiume superiore: indi crede,

<sup>221</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 36, cc. 16.

che quel rialzamento di fondo sullo sbocco renda assai più difficile lo scarico delle acque; onde crede che bisogni procurar ivi una escavazione, la quale crede, che debba cagionarvi quel restringimento della bocca, che gli procura il guardiano progettato. Crede poi, che il medesimo guardiano debba impedire in gran parte le nuove aggestioni di materie in quel sito. Egli dice, che quelle aggestioni nel fondo del letto, e quell'avanzamento della spiaggia destra provengono dalle materie, le quali sono depositate dalle acque torbide della sinistra sulle contigue spiagge, che quelle materie colle arene delle spiagge sinistre medesime sono portate verso la bocca dell'Adige dalla corrente generale, che in tutte le coste d'Italia va da sinistra a destra, le quali arene unite al lezzo più molle del fiume stesso formino una massa assai dura, e però assai più difficile ad essere asportata dalla corrente del fiume istesso. Il guardiano arresterà secondo lui la corrente, e le materie portate da essa, e però impedirà le aggestioni nel fondo della bocca, e l'avanzamento almeno così considerabile della spiaggia destra. Così questa corrente generale diviene per lui la principale cagione della cattiva costituzione della bocca, ed essa cattiva costituzione della bocca influisce nella cattiva costituzione di tutto il fiume superiore, il quale impoverito di acque per varj superiori diversivi non potendosi liberare da quell'ostacolo, conviene ajutarlo, diminuendone le cagioni al guardiano progettato. Riconosce egli bene, che col tempo empiendosi il sito dietro al nuovo guardiano, si tornerà al medesimo presente sistema di mali; ma oltreché si avrà intanto secondo lui un gran sollievo, si potrà adoprare anche dopo di nuovo lo stesso rimedio.

L'Autore della seconda scrittura dice, che quel lavoro sarà di pochissimo, o di niun giovamento nel caso presente. Riconosce la necessità di far con de' lavori crescere il fondo sullo sbocco de' fiumi, quando si vuole avere per quello sbocco la navigazione: ma dice, non essere questo il caso presente facendosi la navigazione dell'Adige per le Cavanelle del Po, e non dal mare per quello sbocco. Dice, essere natura generale di tutti i fiumi, l'aver delle aggestioni, e alzamenti di fondo sullo sbocco: che essi per un grande tratto anteriore allo sbocco medesimo caminano quasi orizzontalmente, come in una specie di lago; onde quello scavamento di fondo nello sbocco non debba influire sullo stato precedente di esso fiume. Aggiunge il doversi tornare per questa generale natura di nuovo allo stesso stato di quelle aggestioni.

Avendo io considerata tutta questa materia, e le ragioni addotte da ambe le parti, stenderò qui le riflessioni, che mi si presentano allo spirito con metodo alquanto diverso, trattando varj punti separatamente ciascuno da se.

§ II. Se la corrente generale dell'Adriatico possa credersi la cagione de' mali, che si trovano sulla bocca dell'Adige

In primo luogo quella corrente generale non sempre si trova vicina alle spiagge d'Italia, sulle quali in varj luoghi si vede anche una corrente contraria da destra a sinistra. Questa tra le altre si vede così retrograda in tutto quel seno di mare, che si trova tra il monte nero di Livorno, e i monti delle Spezie, come ne sono stato assicurato sul posto da persone, che vi avevano fatte delle osservazioni, benché ancor ivi in una



considerabile distanza dalle spiagge vi sia la corrente generale da sinistra a destra. Quindi converrebbe prima di decidere questo punto assicurarsi, e determinare con osservazioni [valide] se realmente in quel sito particolare vi sia vicino alle spiagge una corrente da sinistra a destra.

In secondo luogo, questa corrente ne' siti aperti è tanto lenta, dovunque essa vi è, che non è sicuramente capace di strascinar seco le arene della spiaggia: appena essa può portar seco le particelle più sottili, che intorbidano le acque de' fiumi, le quali sboccano in mare, e torbide, e le sostengono. Queste materie leggerissime sono quelle, che fanno visibili i fiumi anche per un pezzo in mare, quando vi entrano torbidi, e colla loro direzione rispetto allo sbocco, fanno [stare] la direzione delle correnti in que' siti. Caminano le arene grosse, e anche le breccie lungo le spiagge, e spesso anche con impeto considerabile; ma ciò siegue per le furie de' venti, i quali obliquamente investono le spiagge medesime.

I venti perpendicolari, o poco obliqui alle spiagge non formano corrente alcuna, o la formano assai lenta. Quindi essi ne spingono a terra le arene dal fondo del mare, ne fanno andar innanzi, e inalzano quelle delle spiagge, non potendo costringere queste ad andar innanzi, se l'acqua stessa non ha ivi un moto progressivo, quale non può aver in quel caso, non permettendo la spiaggia l'avanzamento. Nelle più fiere tempeste perpendicolari alla spiaggia, si vedono venire verso di essa con impeto le onde, le quali par, che avanzino continuamente verso di esse un corpo di acque considerabile; ma quello è un inganno dell'occhio. L'onda si avvanza coll'alzarsi l'acqua successivamente in diversi siti; ma le stesse particelle dell'acqua restano al sito loro, e solo oscillano alzandosi, e abbassandosi; solo ove poi si rompono sulla spiaggia, si avvanza la loro acqua spianandosi dall'alto dell'onda, e alternativamente dà indietro, intorbidandosi col movimento, che fa, di arene nel sito di quella corta reciprocazione. Al più se il vento è insieme gagliardo, si avanzano ma lentamente [la linea] della superficie, e i corpi leggeri, che vi nuotano, andando sopra l'acqua più vicina alla spiaggia, la quale per aver luogo a quelle poche superficiali particelle, dà indietro per di sotto, e inoltre il vento, che fa progredir l'aria urtando in quella parte i corsi leggieri natanti (che in parte avanzano fuori dalla superficie del mare) li spinge avanti. In questa guisa arrivano a terra anche co' venti perpendicolari alle spiagge i rimasugli galleggianti de' naufragj.

Ma quando il vento ha una sensibile obliquità alla spiaggia, e molto più, quando l'ha grande; l'acqua spinta dall'urto dell'aria fa forza contra la spiaggia, la quale impedendo il suo corso progressivo in quella direzione, la costringe ad avanzarsi lung'essa, appunto come un globo scende obliquamente in un piano inclinato. Ove il vento è gagliardo, e obliquo, si forma da quell'urto una corrente assai violenta, che supera a mille doppj la velocità, e la forza della lentissima corrente generale. Questa corrente particolare, in ordine allo strascinare le arene, fa più effetto in un'ora, che la corrente generale in un mese, [facendo] degli effetti, che quella non può fare [in detto sito]. Si può portar per un esempio la spiaggia di Fano. Vi è ivi un piccolo porto, alla destra del quale a tre miglia incirca sbocca il Metauro, il quale porta in mare non solo quantità di arene, ma anche molta breccia. Ora co' venti gagliardi, che da quella parte obliquamente urtavano

la spiaggia, si formava una corrente così rapida, da destra a sinistra, che la giara ne veniva menata con impeto lungo la spiaggia, e arrivata al muolo del porto gli saltava sopra chiudendo totalmente la bocca del porto medesimo. Dopo molte altre spese riuscite inutili non si è trovato altro rimedio, che quello di un guardiano fatto da quella parte, il quale non ha permesso alla breccia di arrivare al suddetto muolo, venendo essa arrestata dal medesimo guardiano, o ricadendo a piè di esso nel saltargli sopra.

Queste correnti nate da' venti obliqui in quel sito, e molto più ne' siti più vicini al fondo del golfo, sono assai più violente da destra a sinistra, che da sinistra a destra, perché la tanto maggior estensione dell'Adriatico da quella parte, conforme si è accennato, che dall'opposta, fa, che maggiore sia la spinta delle acque le une addosso alle altre con quella prima direzione, che colla seconda. Così ivi le breccie del Metauro si vedono stese in molto maggiore coppia, e a distanza maggiore a sinistra dello sbocco, che a destra. Al porto di Rimini, che si trova più in qua, ciò si vede anche meglio. Esso porto è formato dallo sbocco di un fiume, che strascina fino in mare non solo le breccie, ma anche de' sassi più grossi. Questi restano in faccia alla bocca, ove cessa la velocità considerabile delle acque del fiume, e l'ostruiscono, finché una forte levantara, formando una valida corrente che devia lo stesso fiume verso sinistra, strascini quelle materie grosse di fianco, e netti la bocca. Esse materie si vedono distese in grande quantità alla sinistra della bocca, e pochissime se ne trovano a destra: segno, che le correnti a sinistra cagionate da' venti sono ivi assai più forti, che le correnti a destra.

In quel seno tra Livorno, e le Spezie vi è verso il suo mezzo il fiume di Camajore, piccolo assai, ma che porta seco gran quantità di pezzetti di legno appartenenti a rami rotti di alberi, e di frasche. Ho osservato, che queste materie erano sparse ugualmente a destra, e a sinistra per varie miglia sulla spiaggia, segno che le correnti nate da' venti, e dirette ora da una, ed ora dall'altra parte; annullavano sensibilmente l'effetto tenue della corrente, che a mar tranquillo va ivi da destra a sinistra. Nella spiaggia di Savona ho pure osservato, che le arene, le quali ingombrano quel porto, vengono tutte lungo la spiaggia a sinistra da un fiume vicino, che sbocca a destra, e vi sono osservazioni, che provano, non arrivare al porto istesso le materie, che si scaricano in mare ne' siti pur vicini a sinistra. Mille altri esempi simili si possono apportare: bastano questi, che sono una parte de' veduti da me.

Quindi io sono pienamente persuaso, che l'avanzamento della spiaggia destra maggiore sullo sbocco dell'Adige non venga dalle torbide della sinistra, ma da quelle tanto più copiose, che il Po scarica a destra, portate là dalle correnti, che ivi devono formarsi da' venti assai più gagliarde a sinistra, che a destra. Si aggiunge un'altra ragione, che vi ha forza grandissima, ed è, che le materie, le quali vengono da sinistra, non possono ivi attraversare tutte e tre le bocche, e scaricarsi sulla ripa destra. Esse non possono andar avanti, se non va avanti l'acqua, che le strascini. Tra queste, quando anche vinca la corrente delle prime due bocche, impedendo all'acqua del fiume l'uscir per esse, non può non essere arrestata dalla terza, per la quale almeno deve uscire l'Adige, fiume perenne.

Essendo io persuaso, che le materie vengano ivi assai più da destra a sinistra, che da sinistra a destra; devo credere, che la cagione di que' mali non sia la corrente generale

da sinistra a destra, e che in conseguenza il guardiano formato alla sinistra non può recar rimedio a questi mali; non impedendo la principale loro cagione. Ma questo punto, per chi ne dubitasse, potrebbe decidersi con una facile esperienza. Basterebbe buttare sulla spiaggia destra in mare a uno, o due miglia di distanza dalla bocca dell'Adige dell'arena con de' rottami di un colore, o di una forma, e dalla sinistra di un'altra. Si vedrebbe allora, quali materie arriverebbero alle rispettive spiagge prossime alla bocca. Se non si trovasse alla destra alcuna di queste materie della sinistra, e se ne trovassero molte dalla destra, sarebbe ciò segno evidente, che quell'accrescimento di spiaggia viene dalle torbide del Po, che si scarica a destra, e non da quelle di fiumi, e canali, che si scaricano a sinistra.

### § III. Della vera origine di quegli interrimenti sulla bocca

Io sono persuaso, che la cagione principale di quelli interrimenti sieno le materie portate dall'Adige istesso, che nelle piene arriva al mare assai torbido. Le materie strascinate dalle acque, finché dura la velocità, si depongono subito che questa, o cessa, o si diminuisce almeno assai, ove si entra in mare al largo. Quindi tutti i fiumi hanno dei dossi di materie in vicinanza dello sbocco, e questo accade, quando anche non abbiano delle grandi spiagge a' fianchi, benché le hanno per l'ordinario formate appunto dalle materie, che hanno strascinato. Ove vi sono le spiagge, concorre anche dalle medesime da ambi i lati dell'arena strascinata da quelle correnti formate da' venti obliqui. Queste correnti arrivando all'acqua del fiume istesso si torcono in fuori impedita da essa acqua, che pur corre, e intanto la velocità si diminuisce, e la materia si arresta.

Dalle materie portate da' fiumi, e depositate in vicinanza, indi sparse sulle spiagge contigue dalle correnti laterali succede anche, che le spiagge medesime si avanzano continuamente in mare, e si protrae la linea del fiume, e questo avanzamento è maggiore in vicinanza de' fiumi medesimi pel detto arresto. Vi sono mille esempi da per tutto di questi inoltramenti della spiaggia, ove vi sieno de' fiumi torbidi. Senza andar indietro a' tempi i più rimoti, la torre, che S. Pio V fece allo sbocco del Tevere in mare a Fiumicino per difenderla da' corsari, si trova ora lontana da un miglio dal mare. Sul principio di questo secolo ne fu fatta un'altra sul bordo del mare; anche da questa si è allontanato il mare istesso in modo, che quando 20 anni addietro vi fui a visitar quella bocca, essa torre non serviva più per la difesa, ed è convenuto farne un'altra più innanzi. Corre avanti tutta quella spiaggia colle sole materie del Tevere; giacché non vi sono altri fiumi vicini. Nel seno tra Livorno, e le Spezie, di cui ho parlato di sopra, l'Arno, il Serchio, il fiume di Camajore, la Magra, portano tanta roba, che tutta quella spiaggia camina innanzi, e in qualche distanza dal Serchio, vicino a Viareggio si avvanza più di 10 braccia all'anno. Quarant'anni addietro mi trovavo a far le scuole a Fermo nella Marca. Al Porto di Fermo tre miglia lontano dalla città conobbi un P. Trevisani, che era stato Filippino, ed aveva anni 80: mi fece vedere gli anelli di ferro attaccati a' muri della sua casa, a' quali mi disse, che si attaccavano i bastimenti, quando egli era fanciullo. Allora vi erano innanzi a quella casa due strade, e due file di case; indi veniva una spiaggia tale, che il mare era lontano da dette case nuove più di un tiro di schioppo a palla.

Questi avanzamenti di spiagge, e ingombri de' letti di fiumi, e delle loro imboccature nel mare a' tempi nostri sono incomparabilmente maggiori almeno in Italia, di quello fossero alcuni secoli addietro, come si vede chiaramente dal progresso grandissimo che ora fanno in pochi anni, incomparabilmente maggiore di quello, che corrisponda all'allontanamento del mare fatto in tanti secoli precedenti. Il mare è lontano 3 miglia scarse dal principio de' ruderi di quel porto de' Romani, che allora si trovava sullo sbocco del Tevere, e di questo tratto quasi un miglio si deve agli ultimi due secoli. Questo nasce sicuramente dalle maggiori coltivazioni massime delle colline, e monti, dalle quali smossa la terra, e i sassi, vien giù la materia, e interrisce i letti, e gli sbocchi. Mille mali da ciò ne derivano a' fiumi d'Italia, come hanno rilevato tutti i Periti, che hanno scritto de' guai del Bolognese.

Da tale cagione è derivato anche il grande interrimento della gran bocca del Tevere, che va a sinistra verso Ostia, mentre un suo ramo va a Fiumicino. In questo si mantiene il fondo allo sbocco per la navigazione a forza di palizzate, che tengono per un tratto lungo la bocca stretta; benché ivi ancora la navigazione medesima è molto incomodata da' dossi, che si formano in faccia alla bocca in qualche distanza, ove la velocità si perde. L'altra parte, che porta il gran corso del fiume verso Ostia, ha la bocca larghissima, e il fondo così basso, che spesso stentano a passarvi sopra i medesimi [siti] coi battelletti, e tutto il letto superiore è così pieno di dossi, che ora stentano in più luoghi a passare le piccole tartane, mentre a tempo di Sisto V arrivavano a S. Paolo vicino alle porte di Roma fin le galere.

In questo consiste la natura de' fiumi, che richiede queste aggestioni sullo sbocco, e questi avanzamenti di spiaggia, la quale natura viene accennata nella seconda scrittura, in vigore di essa natura i lavori, che restringono le bocche de' fiumi, non fanno altro, che rimediare agli interrimenti per poco tempo, e allontanare unpoco spingendo più innanzi i mali medesimi, che presto si formano di nuovo colle nuove deposizioni.

§ IV. Se l'alzamento del fondo nello sbocco pregiudichi al letto superiore, e ne accresca le piene

Io sono persuasissimo, che gli interrimenti superiori non sieno accresciuti da questi inalzamenti di fondo, e molto meno le piene sieno accresciute da' medesimi: credo, che non sieno cresciute punto, ove in quel sito de' bassi fondi vi è gran larghezza di letto, e pochissimo, ove esso ivi fosse anche stretto. Lo sbocco ha un letto assai largo, come l'Adige, il quale ivi si dilata assai, ed ha fino a tre bocche, ciascuna assai più larga del solo suo letto superiore ristretto, la larghezza medesima supplisce al fondo; sicché, per quella sezione meno alta, ma assai più larga si scarica pure liberamente tutta l'acqua passata per le superiori sezioni più profonde, benché con una velocità assai minore, come nel caso nostro: la larghezza compensa il fondo assai più del bisogno.

Molte volte ho considerati i fiumi nelle loro massime escrescenze, e sempre più sono rimasto persuaso, che esse non derivano dalla difficoltà dello sbocco in mare. Se derivassero o si accrescessero da una tale difficoltà; si vedrebbe la loro acqua nella superficie medesima più lenta, eppure si vede per l'ordinario in tale occasione assai più

celere. Derivano esse da due altre cagioni, le quali insieme mi danno la spiegazione di un fenomeno, che mi ha per del tempo recata della meraviglia; ed è di vedere alzarsi il pelo ne' fiumi in una grande distanza dal mare per molti piedi, mentre vicino allo sbocco non si alza quasi nulla. Il Tevere in Roma si alza nelle massime escrescenze per più di 20, e talora di 30 piedi. Sullo sbocco del letto largo appena nel tempo stesso si alza sensibilmente sul pelo del mare, e si alza poco nel canale stretto di Fiumicino. Le cagioni di questa tanta disuguaglianza di alzamento sono la quantità soprabbondante delle acque, e i venti violenti contrarj al corso, le quali, quando si uniscono fanno poi le massime escrescenze, ed ecco in che maniera operano, assai diversa dal puro ostacolo [dello] sbocco, dal quale non si cagiona mai un grande alzamento nelle parti superiori del fiume, e non se ne cagiona alcuno sensibile nelle parti assai remote.

Quando vi è nel fiume una quantità straordinaria di acque, come se le lunghe piogge, avendo inzuppate le terre a segno da non ricevere le nuove sopravvegnenti, ne fanno correre una quantità strabbochevole ne' torrenti, e fossi, o le nevi sciolte da un vento caldo tutte insieme giù, l'acqua cresciuta in coppia tanto maggiore non può scaricarsi per quelle sezioni dell'alveo, per le quali scaricava la minore quantità, se non cresce tanto la velocità, quanto è maggiore la coppia medesima di essa acqua. Quindi si alza per far crescere la sezione; ma nell'alzarsi indietro, si accresce subito la pendenza della superficie, la quale coll'eccesso della pressione, che fanno le acque di dietro, su quelle d'avanti, fa crescere la velocità, e la velocità cresciuta fa, che si alzi la piena meno di quello, si alzerebbe, se essa velocità rimanesse la stessa. Non si accresce quasi mai la velocità in questi casi in modo da far rimanere l'altezza della sezione la stessa di prima, onde si alza la superficie anche inferiormente. Questo alzamento costringe la parte superiore ancor essa ad alzarsi di più, per eccedere la superiore, quanto basta ad accrescere col nuovo eccesso di altezza la velocità, e facendosi ciò in un lungo tratto dell'alveo, si trova una regolata pendenza di tutta quella superficie maggiore di prima, d'onde ne nasce, che quanto più si va indietro in quel tratto, tanto maggiore è la differenza dell'altezza d'allora da quella, che vi era prima.

Questa pendenza di superficie, o sia altezza del [più] indietro maggior, che innanzi, è affatto necessaria, finché non si acquisti, e contro le resistenze del fondo, e delle ripe non si mantenga una costante velocità maggiore di quella, che vi era, e proporzionata al corpo d'acqua, che si deve costantemente scaricare. La pura pendenza del fondo non fa nulla, ove non si possa insieme avere una pendenza di pelo, che generi quella tale velocità. In vicinanza al mare, ne' fiumi di lungo corso, che vi arrivano per delle pianure, quella differenza di altezza del pelo non è necessaria, e non si introduce dalla natura, perché l'acqua continua il suo moto ivi per la spinta di tutto quel corpo, che nelle parti anteriori, nelle quali si è inclinato il pelo, ha acquistata e conserva una velocità capace da vincere tutti quelli inferiori ostacoli, e per questo in vicinanza allo sbocco, e sullo sbocco medesimo, ove questo sia largo abbastanza, si mantiene il pelo quasi orizzontale; e come dice la seconda scrittura, si vede andar l'acqua come in un lago. Se si alza, si alza poco. Le grandi alzate si vedono nelle parti superiori, ove la pendenza è necessaria per quell'acquisto di maggiore velocità.

Come una pendenza maggiore in un lungo tratto faccia, che più si va indietro, più sieno grandi gli eccessi della nuova altezza sulla precedente; facilmente si comprende da chi si presenta alla fantasia un compasso aperto, le cui gambe più si scostano dalla testata, e più ancora si allontanano tra se. La nuova pendenza, per esempio richiede un mezzo palmo di alzamento per miglio. Nella distanza di due miglia vi sarà un solo palmo di altezza maggiore, e nella distanza di quaranta ve ne vogliono venti di più. Questa pendenza maggiore di superficie si introduce principalmente ove l'abituale pendenza di pelo è piccola camminandosi in pianura poco declive, che un'eccessiva inclinazione abituale non dà luogo a questi tanto maggiori eccessi di pendenze.

In questi casi si vede anche l'acqua nella superficie, ed i galleggianti, che essa seco strascina, andare con una velocità grandissima, benché essa sia piccolissima nello stato naturale del fiume, e ciò ho sempre osservato nel Tevere, quando le sue escrescenze sono provenute da grandi continue piogge, e da nevi sciolte. I venti, che urtino obliquamente la superficie contro la direzione della corrente, devono introdurre il medesimo accrescimento di pendenza nel pelo; ma questo ove derivi da tale cagione sola, non deve far crescere la velocità in superficie, ma la deve far scemare. Ne' fluidi la pressione uguale per tutte le parti fa, che non si ha forza alcuna, la quale introduca un nuovo movimento, o conservi contro le resistenze il già introdotto, ove la superficie è perpendicolare alla direzione della forza, che ivi anima le particelle. Se la forza è obliqua, si ha subito lo scorrere delle particelle dalla parte dell'angolo inferiore ottuso alla parte dell'acuto. Ora ove l'aria è quieta le particelle oltre a quale mutua attrazione, che ha l'acqua dalle parti sue vicine, non ha, che la gravità perpendicolare all'orizzonte, e quindi ove la superficie è orizzontale, non vi è determinazione al moto per niuna parte, e si ha l'equilibrio, senza che l'attuale pressione o generi velocità, o la conservi, o accresca. Per far, che la pressione agisca verso una parte, conviene, che la superficie si inclini all'orizzonte verso quella parte medesima.

Ma quando un vento gagliardo urta obliquamente, e preme la superficie, nasce nelle sue particelle, e nelle vicine inferiori pur premute da quell'urto per mezzo delle superiori una forza composta da quella pressione, e dalla gravità, la quale non è più perpendicolare all'orizzonte, ma ad un'altra superficie inclinata ad esso orizzonte da quella parte, da cui il vento spira. Se quell'urto si stendesse fino al fondo del fiume, onde la sua pressione introducesse in tutte le particelle quella stessa deviazione della direzione della forza composta dalla verticale che introduce nel fondo; converrebbe, che tutta la superficie prendesse una direzione tanto inclinata alla nuova superficie, quanto prima lo era all'orizzonte, e la velocità nella superficie, e nelle parti inferiori resterebbe la medesima di prima, avendosi le medesime sollecitazioni al moto. Ma come non si stende fino al fondo quell'urto così forte, così la pendenza nuova non si inclina nella superficie tanto, quanto la direzione della forza composta ivi, e però in essa resta meno inclinata essa superficie alla presente direzione di quello che fosse prima a quella della semplice gravità; onde la velocità nella superficie deve piuttosto scemare; oltrecché l'impulso, che ricevono le particelle superficiali dal vento, le trasporta piuttosto un poco indietro. In questi casi vi deve essere ad ogni modo una inclinazione all'orizzonte

maggior di prima, e però più che si va indietro, più l'alzamento deve divenire maggiore a proporzione dell'allontanamento dal principio di quella mutazione sopravvenuta alla inclinazione naturale, e ordinaria.

Questo è un abbozzo delle mie idee su questa materia, sulla quale converrebbe considerare, ed esaminare a fondo gli effetti di tutte le disuguaglianze, che vi devono essere nelle direzioni della forza totale composta appartenente alle particelle poste in diversi siti, e alle diverse resistenze, che in que' diversi siti devono provare, la quale complicazione di cause differenti rende difficilissimo un trattato scientifico de' fluidi posti in movimento, materia che fin'ora ha delusi gli sforzi de' maggiori geometri. Ma qualunque cosa sia della teoria completa, io son persuaso, che le escrescenze de' fiumi, e il loro eccesso tanto maggiore nelle parti superiori massime in pianura sopra le inferiori, nasca nel modo esposto dalla quantità maggiore delle acque, e dall'urto obliquo de' venti, perché amendue queste cagioni introducono nella superficie una inclinazione all'orizzonte maggiore di prima colla differenza, che la prima da se sola accresce la velocità in superficie, la seconda la scema, e perché per l'ordinario prevale la prima, per questo ho veduta quasi sempre nelle piene una velocità superficiale assai maggiore dell'ordinaria.

La semplice difficoltà dello sbocco, credo che nelle parti superiori lontane non influisca sensibilmente, ne per riguardo al loro fondo, ne per riguardo alla superficie, e nelle parti vicine alza il pelo tanto quanto lo alza nel sito dell'impedimento, anzi di mano in mano, che si va più indietro tanto meno, che in certa distanza diventa insensibile questo suo alzamento. Quando allo sbocco si alza il pelo del mare pel flusso, si alza ivi subito altrettanto la superficie del fiume; ma più che si va in su meno sensibile è l'alzamento, che ne deriva; finché a una certa distanza tanto minore quanto maggiore la pendenza naturale, e ordinaria del fiume, diviene insensibile. Quando si fa una chiusa, che attraversi il letto del fiume a una certa altezza, per sostener l'acqua; si sente il rigurgito, il quale fa alzare la superficie precedente; ma tanto meno, quanto si va più indietro; finché si arrivi ad un sito, in cui il rigurgito non è più sensibile. Vi sono molte controversie sulla estensione totale del rigurgito, e autori di primo rango hanno creduto, che termini là dove un orizzontale tirata indietro dalla cima del nuovo lavoro incontra il letto del fiume. Io ho sempre creduto, che la sua estensione dipenda dalla pendenza della superficie, e non dalla costituzione del fondo, la quale ove non possa influire nella posizione del pelo, credo che non faccia alcun effetto in ordine alla estensione, e quantità del rigurgito, e spiegai tra le altre questa mia idea in occasione di una lite, su cui fui consultato due anni addietro da un rinomato Ingegnere, il quale con un osservazione accurata la trovò vera, avendo con sua grande maraviglia trovato il rigurgito steso più su di quello portasse la suddetta orizzontale.

Credo, che il pelo debba avere una inclinazione all'orizzonte, la quale, ove anche questo si consideri come un piano spogliato dalla convessità generale della terra tutta, è una curva determinata dalla quantità delle acque, e da varie altre circostanze, e alla quale da se si riduce la corrente, trovando in essa la somma delle sollecitazioni al moto necessario per costante scarico delle acque sopravvenenti, uguali alla somma delle

resistenze, che tendono a diminuirlo. Ove la pendenza del fondo non impedita da nuovi alzamenti inferiori di esso è maggiore di quello, che richieda la necessaria curvatura suddetta inclinata della superficie, ivi essa superficie è inclinata più del bisogno: ove l'inclinazione del fondo è minor del bisogno, la superficie si alza ad ogni modo da se coll'istessa perdita della sufficiente velocità; finché quell'alzamento riduca la pendenza di essa superficie alla misura precisamente necessaria. Quell'ostacolo sopravvenuto dall'alzamento del pelo del mare nel flusso, o da quel nuovo lavoro fatto nel letto del fiume, facendo ivi alzare la superficie, la farebbe alzare ugualmente dappertutto indietro fino alla prima origine del fiume, se tutta la superficie precedente avesse la sola pendenza necessaria. Ma perché questa per l'ordinario è maggiore del bisogno più indietro, per questo si alza indietro la superficie di mano in mano meno; e meno, facendosi una nuova superficie provveduta di pendenza puramente necessaria al bisogno, finché esaurendosi dall'eccesso della ordinaria sopra il bisogno quell'alzamento fatto la giù, la nuova curva sensibilmente coincide colla vecchia. Ivi solo finisce il sito del rigurgito, e ciò succede ora più innanzi, ora più indietro di quella coincidenza della orizzontale col fondo, secondo che la pendenza era maggiore del bisogno, e il fondo piccolo, o esso fondo grande, o secondo altre circostanze, che è difficile, e inutile qui il dettagliare tutte.

Ma lasciando da parte queste considerazioni dettagliate, io credo, che sia cosa indubitabile, che, se nel sito del nuovo ostacolo non si alza la superficie dell'acqua, onde rimossa quella, non si possa abbassare essa superficie, allora quell'ostacolo non influisce niente nel letto superiore. Ora siamo nel caso, ove si tratta delle aggestioni di arene fatte allo sbocco de' fiumi, ove il letto si slarga, e il fiume si spiana sulla superficie del mare. \* Se ivi si levano quelle aggestioni, la superficie, che si trova al pari di quella del mare, non può abbassarsi, e però la rimozione di quelle arene non può far abbassare il pelo più indietro. I lavori, che si facciano per rimuovere quelle aggestioni possono giovare alla navigazione, rendendo più basso il fondo, e dando un'altezza d'acque sufficiente a portar le barche; ma non giovano a far abbassare la superficie superiormente, dal quale abbassamento nascerebbe l'impedimento delle inondazioni. Non fanno neppure quegli ostacoli alzar il fondo ne' siti superiori lasciando in essi la stessa velocità. Di fatto se quel fondo acclive dovesse impedire lo scarico delle materie, che i fiumi portano seco, e che son più grosse, e pesanti verso il fondo, si empirebbe prima d'ogni altro quel come sacco, che si trova dietro alle aggestioni ivi, ove il fondo del fiume comincia ad essere acclive. Se la velocità, che vi rimane non fosse bastante a scaricare tutte le materie che sopravvengono al sito, in cui il letto ancor ristretto mantiene il suo fondo, ivi si comincierebbero esse ad arrestare, ed empirebbero quella buca.

Questo è il caso presente delle aggestioni nello sbocco dell'Adige. Queste si trovano, ove il letto è già slargato a molti doppi più, che indietro, essendosi già formate le tre bocche ciascuna di esse più larga, che il letto ristretto indietro. In quel sito del letto ristretto il fondo si mantiene maggiore; onde le aggestioni del sito largo, e l'alzamento del letto istesso divenuto acclive non arrestano le materie, che vi arrivano, sicché neppure vi si arrestano per quelle aggestioni posteriori le materie anteriori alla



buca, che si mantiene illesa; e però quelle aggestioni non influiscono nel fondo delle parti superiori, come per le altre ragioni addotte esse non influiscono sensibilmente nella superiore superficie, e la loro rimozione non può giovare per alleggerire i mali, che fa superiormente lo stesso fiume, non potendo diminuire l'altezza delle piene, e le inondazioni delle campagne.

§ V. Se dal lavoro del proposto guardiano si possa sperare lo sgombramento della bocca, e quanto durevole possa essere il suo effetto

Considerando la carta presentata dalla prima scrittura, io vedo, che il guardiano restringe lo sbocco, chiudendo due delle bocche, come si è detto nel § I; ma ad ogni modo lascia una larghezza a più doppij maggiore di quella del superiore letto unito, e ristretto, che si vede in essa pianta. Io temo assai, che lasciandosi tanta larghezza, la velocità resterà minore di quello, che basti per iscavare quel sito del minor fondo; massime se esso fondo è indurito per l'unione delle arene marine col lezzo più leggiero portato dal fiume. Per aver questo effetto, vi vorrebbe un restringimento molto maggiore, quale si pratica in que' fiumi, ne' quali si vuole sulla bocca un fondo necessario alla navigazione.

Ma in tal caso si fa piuttosto un danno sicuro al letto superiore per tutto quel tratto, per cui può durar il rigurgito cagionato dall'alzamento della superficie, che cagiona il suddetto restringimento. Ho diligentemente osservato lo sbocco di Fiumicino, ramo del Tevere, in occasione di una grande innondazione. Dovendosi scaricare in mare una molto maggiore quantità dell'acqua sopravveniente, e non potendo bastare il solo impeto superiore in un fiume, che nello stato ordinario da Roma fino al mare, lungo 40 miglia per le tante tortuosità, appena ha la pendenza di 20 palmi, si alzava la superficie del fiume tra le due file di palizzate per varj palmi sulla contigua superficie del mar su cui ricadeva, come su d'una vasca di fontana. Quell'alzamento prevalente doveva forzare tutta l'acqua inferiore fino al fondo della sezione, ad entrare nel mare con tutta la velocità proporzionale a quell'eccesso di altezza nel pelo, unita alla velocità precedente.

Ecco dunque l'effetto che farebbe un maggiore restringimento. Accrescerebbe la velocità, con cui quel fondo si espurgherebbe, ma questo accrescimento si farebbe coll'alzamento della superficie, il quale nelle piene straordinarie sarebbe di varj palmi, e farebbe un danno sicuro di un rigurgito per tutto quel tratto superiore, che in quel sito credo considerabile, arrivando là quel fiume per una vasta pianura, e non abbassandosi il pelo del mare, non potrebbe quella rimozione essere di alcun giovamento.

Ma come la presente larghezza la credo incapace di fare lo spurgo, così credo, che essa farebbe poco alzamento di superficie, onde sarebbe anche piccolo quel danno. Quando poi essa facesse qualche effetto, lo farebbe con una grande lentezza, e intanto insieme più innanzi si anderebbero rifacendo le aggestioni tanto ne' siti più larghi tra la palizzata e la sponda, quanto nel mare subito innanzi allo sbocco, e ciò tanto dalle materie spinte di là un poco più innanzi, quanto da quelle del fiume torbido, e da quelle, che le correnti laterali de' venti a destra porterebbero dalle bocche del Po verso sinistra lungo la spiaggia fino all'Adige, dalle quali venendo la principal cagione dell'accresci-

mento della spiaggia destra, come si è detto di sopra, vi è un fondato timore di veder in poco tempo sulla nuova bocca le medesime aggestioni, che vi sono sulla presente.

E così già si viene alla considerazione della durata del rimedio. Confessa l'Autore della prima scrittura, che il rimedio non sarà eterno, ma lo crede di lunga durata. Io per me lo temo di assai corta; ma per chiarirsene converrebbe vedere di quanto ivi le due spiagge destra, e sinistra vanno avanzandosi in mare ogni anno. Se si avanzassero di una ventina di piedi per anno, presto sarebbero da capo all'istesse deposizioni presenti. Questo è un fatto da avverare colle osservazioni fatte sul posto. Solo convien riflettere in oltre, che il prolungamento della spiaggia sarà assai maggiore dopo il progettato lavoro, che prima, essendo esso un nuovo impedimento allo sgombro, che si fa e passaggio scambievole delle materie da destra a sinistra, e viceversa in quella distanza dalla bocca, in cui la velocità dell'acque del fiume è già spenta, o ridotta a cedere alle laterali correnti cagionate da' venti. Per questo come ho veduto alla bocca di Fiumicino, al porto di Rimini, e altrove, dovunque vi sono palizzate, che restringono la bocca, e si vanno per necessità continuando, se si vuole, che lo spurgo nasca dal restringimento; si vede ivi come un considerabile promontorio avanzato in mare oltre alla generale direzione della spiaggia.

Vi è poi un'altra grave cagione da temere: la poca durata del rimedio medesimo. Si sono introdotti nel Mediterraneo, e nell'Adriatico que' vermi distruggitori de' legni, che hanno messa in tanto timore da principio l'Olanda, quando portati co' vascelli dall'America attaccarono le loro dighe, che sono la lor difesa contro l'impeto, e gli alzamenti dell'Oceano. Questi in molti siti consumano orribilmente i pali, e rendono in breve tempo inutili le palizzate. In siti non molto lontani da questi ne ho veduti cogli occhi miei gli effetti funesti. Le Valli di Comacchio sboccano in mare pel porto di Magnavacca. Ivi la corrente cagionata dal flusso, e riflusso del mare rovinava le ripe del canale, e per difenderle fu fatta una spesa di 40 mila scudi Romani col vestirle di palizzate. In quattro anni erano state queste rovinata affatto, quando io vi feci un accesso, e si trovava la massima parte de' pali fra le acque alte, e basse consumata affatto, e distaccatane la parte superiore dalla inferiore rimanendo le punte in aria sostenute dalle trasversali superiori, che si appoggiavano alli pochi residui pali non del tutto finiti di consumare. Restò tutto inutile quel lavoro, e convenne rivestir quelle ripe con scogliere di sassi.

Una simile disgrazia accadde a Fano al guardiano, che fu fatto, e di cui ho fatta menzione di sopra, e per difendere quel porto convenne dopo far un muolo di muro con una spesa enorme, ma necessaria; se si voleva la durata del buon effetto. Ho veduto lo stesso in molti altri luoghi: però anche qui converrebbe fare una spesa enorme, lavorando di muro per avere una durata, la quale resterebbe poi presto inutile per l'avanzamento suddetto della spiaggia.

Quindi io per me son persuaso, che il lavoro progettato non produrrebbe l'effetto ricercato, e quando anche lo producesse, che non sarebbe il medesimo durevole, che per breve tempo, la quale cosa, se sussiste, lo rende inopportuno.

§ VI. Di qualche danno, che porterebbe il proposto guardiano

Se il guardiano col restringere la bocca alzasse la superficie in modo da poter scavare il fondo, vi sarebbe il danno di quel rigurgito senza l'utile dello scavo, ove lo scavo non giovi al letto superiore: quindi o è inoperoso, o è di qualche danno. Un danno sicuro sarebbe l'accelerare la protrazione dello sbocco del fiume in mare: imperocché al fine della nuova bocca si formerebbero le medesime aggestioni, e come io credo non così tardi. Quindi si avrebbe lo stesso male più innanzi, e tanto più presto resterebbe protratta la linea del fiume. Ora la protrazione della linea altera il letto superiore alzandolo per far, che abbia di nuovo la necessaria pendenza di tanto per miglio, che vi era prima. Questo per me è stato il più forte motivo, per cui al porto di Rimini, quando fui chiamato per esso, non approvai la continuazione delle palizzate, che fino allora era stata in uso per aver il fondo sufficiente alla navigazione, avendo coll'ultima evidenza veduto il grave danno, che al letto superiore avevano cagionato le precedenti protrazioni. Essendo quello il rimedio più semplice, più obvio, l'hanno pur voluto, e mi è stato scritto di là, che già il letto superiore si è risentito di nuovo con de' maggiori ingombri.

Ma vi è un altro danno, che io apprendo. Ora vi sono tre bocche voltate a Greco, a Levante, a Scirocco, e allora ve ne rimarrebbe una sola a Scirocco. Si sa, che nell'Adriatico gli scirocchi sono violentissimi agitando il mare con onde assai alte, come quelle, che vengono da lontano, e ciò molto più deve succedere in questo fondo di esso Adriatico. Quando esso infuria, vi è ora la facilità dello scarico per le altre due bocche, le quali permettono più libero il corso in quel tratto. Nel loro letto non potrà quel vento inclinar tanto la superficie, quanto nella sua bocca. Il rigurgito, che ne verrebbe, sarebbe di qualche danno. So, che anche adesso vi è chi si lamenta della bocca di Scirocco, credendo che se essa si chiudesse lo scarico sarebbe più libero. Di fatto anche nella pianta annessa alla prima scrittura vedo, che generalmente vi è piuttosto maggior fondo in una delle due bocche precedenti, che in quell'ultima. Ma a me pare cosa sicura, che lo scarico per tutte, e tre le bocche sia più libero, che per una sola. La natura, che da se medesima va aprendosi le vie più facili, credo che se le sia procurate appunto col cercar una via meno impedita, quando sono più impedita le altre.

Conchiudo questo paragrafo col dire, che non vedo vantaggio nel progettato guardiano, e vi trovo piuttosto qualche svantaggio; onde non so indurmi ad approvarlo.

§ VII. Si restringe in breve quel che si è detto di sopra

Non trattandosi qui di procurare un maggior fondo sulla bocca per uso della navigazione, ma unicamente per riguardo delle inondazioni superiori, non credo, che sia opportuno il guardiano proposto per le ragioni seguenti.

Non credo, che le aggestioni, che si trovano sulla bocca, ove essa è già tanto slargata, provengano dalle materie, che vi porti, e accumuli la corrente generale dell'Adriatico, e molto meno, che da ciò nasca l'avanzamento maggiore della ripa destra, quale attribuisco alle materie depositate dal Po, e strascinate dalle correnti laterali, che nascono da' venti della parte destra, le quali correnti credo incomparabilmente più forti, credendo, che le deposizioni della ripa destra, e della bocca di Scirocco vengano unicamente dalle

materie dell'Adige stesso, e del Po vicino, depositatevi, quando quel vento costringe la corrente ad andar per le altre due bocche, o rasentando la sua riva sinistra. Quindi cessa la ragion principale di far un guardiano da quella parte.

Credo, che le deposizioni, che vi sono, ove la foce è già slargata tanto, non facciano alcun danno ne al fondo del letto superiore, ne al pelo dell'acqua in esso, bastando per l'intero libero scarico la larghezza a tanti doppi maggiore, e mostrando quel fondo maggiore, che si conserva sul fine del letto ristretto, che le materie, le quali arrivano in esso fondo, non vi si fermano, onde non possono impedire l'avanzamento a quelle di dietro, proporzionato alla maggiore velocità, che ivi ha il fiume. Quindi ove anche quel guardiano fosse per ritogliere quelle aggestioni, e scavare il fondo, credo che si avrebbe il desiderato vantaggio.

In oltre credo, che il guardiano, tale quale è stato proposto ritoglierebbe quelle aggestioni, per essere troppo grande la larghezza, che vi si lascia; o quando si facesse la bocca assai più stretta, credo, che l'altezza della superficie, la quale ne verrebbe in conseguenza, recherebbe un danno positivo considerabile.

Credo poi, che quando anche la palizzata levasse via le aggestioni, il rimedio durerrebbe poco, sì per le aggestioni nuove, che presto si farebbero dietro ad essa, e innanzi, sì pel pericolo de' vermi, i quali potrebbero ancor ivi in poco tempo rovinare i pali; onde senza un'enorme spesa di far un muolo di muro, facilmente tutto il lavoro andrebbe presto in rovina.

Finalmente vi vedo tre positivi mali: uno piccolo di qualche piccolo alzamento di superficie cagionato dal restringimento della sezione, uno maggiore dall'accelerazione della prolungazione della linea, e il terzo anche maggiore, della privazione di due delle tre bocche, che ora vi sono, col lasciarne una sola, e appunto quella, che deve avere i maggiori impedimenti dalle maggiori furie, e onde più alte degli Scirocchi.

Queste sono in breve le ragioni, che mi hanno impedito l'approvare un lavoro, che per altro è proposto da un uomo, per cui io ho la maggior stima possibile, e a cui professo servitù, e amicizia particolare, stimandolo uno de' primi Matematici, che abbiamo in Italia, e un genio superiore assai al comune, oltre le incomparabili sue qualità d'animo, che in lui ammiro, e venero. L'essere stato impiegato più volte a dir il mio giudizio in materie connesse colla sboccatura de' fiumi in mare, mi ha data l'occasione di fare delle riflessioni, che potrebbero essere sfuggite ad un Professore, che abitualmente si trova lontan dal mare. Potrebbe ben essere, che le mie riflessioni sieno irragionevoli, ed erronee; e per questo avrei positivo piacere, che si facesse più conto del parere di chi abbia occhi migliori de' miei, e si seguitasse piuttosto il parere altrui, che il mio.

18  
**Parere su una relazione di Ximenes  
(1781)**



*Particolare della campagna lucchese e toscana nel 1780<sup>222</sup>*

Dopo la positiva conclusione della vicenda delle acque lucchesi discussa presso la corte viennese, nel 1758 si era dato avvio sotto la direzione di Ximenes agli ordini dell'imperatore Francesco I: si volevano dividere le acque che si scaricavano nel Serchio dalle altre che andavano verso il lago di Bientina. La separazione sarebbe stata vantaggiosa sia per la Repubblica che per il Granducato, ma presentava difficoltà di realizzazione. La cateratta allo sbocco dell'Ozzeri, proposta nel 1730 da Eustachio Manfredi e promossa nel 1756 dai deputati della Repubblica, rimediava ai rigurgiti delle piene del Serchio, ma non a quelle di altri torrenti minori che non potendosi scaricare nel Serchio si dirigevano nel lago attraverso il Rogio. Il Granducato si rivolse a Ximenes per trovare il modo migliore per dividere le acque procurando il massimo

<sup>222</sup> XIMENES [1782].

vantaggio possibile ad entrambi gli stati. A questa richiesta Ximenes rispose nel 1758 con una relazione, della quale però non fu fatto alcun uso, forse per l'opposizione di alcuni o per la spesa eccessiva. Per rimediare alla difficile regolazione delle acque dell'Ozzeri e del Serchio Ximenes proponeva due cateratte: una al "pernio delle acque", punto di separazione tra le acque del Rogio e dell'Ozzeri, e l'altra alla foce dell'Ozzeri. Si prevedevano due operazioni di compenso: la prima, per alleggerire il lago di parte delle acque non spettanti ad esso, consisteva in una cataratta da porre nel Rogio e da chiudere quando non fosse di danno ai terreni della Repubblica, la seconda prevedeva di portare la foce dell'Ozzeri in un punto più basso del Serchio. In questo modo, acquistando maggiore caduta, le acque dell'Ozzeri si sarebbero meglio regolate senza rigurgiti nel lago.

Nel 1761 Ximenes fu interpellato dai Deputati della Repubblica per suggerire misure di sollievo per entrambi gli stati senza causare ulteriori e maggiori danni. In questa occasione furono necessarie visite locali e livellazioni, eseguite nel 1762 dai periti lucchesi sotto la supervisione del gesuita. Sulla base di tali livellazioni nel 1763 Ximenes compose la propria perizia, nella quale individuava come scolo per le due pianure un punto sulla riva destra del Serchio (Filettori) che essendo più basso rispetto alle foci dell'Ozzeri, di Castiglioncello e della Contesora garantiva una maggior caduta e dunque un più facile scarico delle acque e delle pianure adiacenti al Serchio. Con questa soluzione, secondo Ximenes, si sarebbero liberate le campagne dalle inondazioni e si sarebbero limitate le escrescenze del lago; inoltre l'Ozzeri, incanalato con una botte sotto l'alveo del Serchio, non avrebbe più potuto causare rigurgiti che avrebbero aumentato la quantità d'acqua del lago.

Le proposte avanzate da Ximenes furono inutili a causa dell'insorgere di due difficoltà: la Repubblica voleva evitare il coinvolgimento del Granducato ma il prolungamento del Canale Nuovo fino a Filettori sarebbe caduto in territorio toscano. La seconda difficoltà era relativa alla botte da fabbricare sotto il Serchio per far passare le acque dell'Ozzeri: essendo di figura concava, si temeva che le materie vi si potessero depositare rendendola inutilizzabile per lo scarico delle acque. A questa seconda difficoltà Ximenes rispose affermando di avere lui stesso escluso a priori la concavità della botte.

Proseguirono le proposte di nuovi progetti per trovare il punto più basso, in territorio lucchese, dove condurre le acque della Repubblica. Secondo Ximenes non vi era altro punto che la foce di Viareggio, ma i poggi tra la pianura della Contesora e quella di Massaciuccoli e Viareggio creavano degli ostacoli difficilmente superabili.

A febbraio del 1778 Ximenes, affiancato da Giovanni Attilio Arnolfini, Tommaso Trenta e dal Marchese Lucchesini, tutti deputati della Repubblica, effettuò alcuni sopralluoghi nei territori coinvolti. Nel corso della visita emersero molti punti incerti che furono esaminati nella perizia generale di Ximenes, da lui spedita il 25 settembre 1778, ma pubblicata a Lucca solo nel 1782<sup>223</sup>.

---

<sup>223</sup> XIMENES [1782].

La questione ancora all'inizio degli anni ottanta del Settecento non era stata decisa: il progetto di portare le acque al lago di Massaciuccoli e da qui alla foce di Viareggio era stato fatto, ma l'esame degli articoli che componevano tale operazione non era ancora stato avviato. Si dovette attendere fino al 1781, quando furono chiamati ad esprimere il proprio parere Ruggiero Boscovich ed Eustachio Zanotti. I due autori, pur discordando con Ximenes su alcuni punti, nella sostanza approvarono il progetto.

Il nuovo coinvolgimento di Boscovich nella questione lucchese fu documentato anche nella sua corrispondenza con Arnolfini. Nella lettera del 4 novembre 1780, mentre era a Parigi, Boscovich si impegnò ad esaminare le nuove scritture e livellazioni prodotte negli ultimi due anni in merito alla questione lucchese: si trattava del progetto per il lago di Bientina proposto da Ximenes nel 1778. In realtà Boscovich attribuì ad Arnolfini la paternità di tale progetto: "Quanto ammiro la sua onestà, che preferisce il ben pubblico al suo onore, parlando del suo progetto come di una estensione di quel di Ximenes, e in modo, che può parere ne sia autore il medesimo, tanto mi stomaca l'impudenza dell'altro, che prende per lui codesto onore in vece di darne a lei la dovuta lode. Questo progetto è essenzialmente diverso dall'altro, e di altro vantaggio, e d'altra sicurezza"<sup>224</sup>.

Nelle lettere ad Arnolfini del gennaio del 1781 Boscovich comunicò di aver inviato la sua relazione sul progetto di Ximenes, nella quale non mancavano alcune critiche alle idee proposte dall'autore: "Ho moderato ancora le formole, che avevo adoprato nel parlare di quello; ma non ho creduto di sopprimere il mio modo di pensare per rapporto ad esso, indicando le ragioni, che mi spingono a non approvarlo, per far che risalti meglio la necessità di questa mutazione essenziale, togliendo il pensiero di ritornarvi. Ho peraltro soppresso ogni termine, di cui potesse offendersi esso Sig: Abbate tanto ivi, quanto dovunque dopo ho espote le mie riflessioni non da pertutto totalmente conformi a' suoi sentimenti"<sup>225</sup>. E ancora: "Ho date delle positive lodi al suo Abbate per la sua capacità, e esperienza in questo genere di materie, e ho dissimulato tutto quello, che poteva venir giù dalla penna correlativo alle mie diffidenze sulla sua buona volontà. Ho rilevato varj punti, che credevo mio dovere di rilevare, e ho dato per arbitrario, e incerto quello, che credevo tale: ho espressi varj dubbj, e qualche difficoltà, che si incontra; perché non voglio si creda, abbia io trascurato di esaminare tutto, e passato quello, che a mio giudizio andava rilevato"<sup>226</sup>.

Il progetto che Boscovich fu chiamato ad esaminare costituiva una "continuazione e perfezione" di un precedente lavoro e consisteva nel creare un nuovo canale che partisse dal fondo del lago di Bientina e attraversando la pianura tra Lucca e il canale Ozzeri, in parte aperto e in parte sotterraneo, passasse sotto il Serchio e attraverso un traforo nel

<sup>224</sup> ARRIGHI [1963], p. 45.

<sup>225</sup> ARRIGHI [1963], p. 53.

<sup>226</sup> ARRIGHI [1963], pp. 54-55.

monte Balbano scaricasse le acque nel lago di Massaciuccoli. Da qui queste sarebbero state portate, per mezzo di fossi già esistenti, alla foce di Viareggio<sup>227</sup>.

Boscovich riteneva il progetto eseguibile e di sicura riuscita, a patto che fosse intrapreso con le dovute cautele, e i vantaggi sarebbero stati di gran lunga maggiori della spesa sostenuta per realizzarli. I benefici sperati erano uno scolo più libero per i terreni allagati e improduttivi, un asciugamento quasi totale del lago di Bientina con conseguente incremento del terreno coltivabile ed un miglioramento della foce di Viareggio.

Per assicurare la possibilità del progetto ed eliminare i timori si sarebbero dovuti tenere in considerazione alcuni aspetti fondamentali, primo fra tutti la pendenza. Boscovich garantì la correttezza dei calcoli solo per le misurazioni e le livellazioni da lui eseguite personalmente. Propose di fare uno scandaglio del lago in più linee, vicine tra loro, in modo da determinare meglio il sito in cui iniziare il nuovo canale ed evitare il pericolo di lagune troppo vaste.

Un altro aspetto da tenere in considerazione era l'esame della qualità dei siti per cui sarebbe passato il nuovo canale: fino al lago di Massaciuccoli i terreni erano stabili, dunque sarebbero stati possibili sia uno scavo sotterraneo sia un'escavazione aperta, in base a ciò che si riteneva più opportuno. I monti adiacenti al lago formavano una gola abbastanza stretta che avrebbe reso possibile la costruzione di pozzi, necessari per la comunicazione dell'aria e utili per estrarre le materie. Gli scavi effettuati per esaminare la natura del monte Balbano e stabilire la maggiore o minore difficoltà del progetto non rilevarono particolari problemi, non essendoci cavità interne che avrebbero reso impraticabile l'impresa di attraversare la montagna con un canale. Il tratto da traforare era breve e la foce poco elevata, inoltre in passato erano già state realizzate con successo operazioni analoghe, dunque l'opera era realizzabile e sicura.

Assicuratosi della fattibilità dell'impresa, rimaneva da scegliere un sito vantaggioso per facilitare l'esecuzione e ridurre la spesa. Boscovich esaminò le idee generali avanzate da Ximenes, dai deputati e dagli ingegneri della Repubblica e le confrontò con le piante: concordò con Ximenes sul non utilizzare il Rogio e sull'allontanarsi da quello e da altri canali e valutò positivamente i siti scelti da quest'ultimo per condurre il canale sotto il Serchio e per traforare il monte. Rimaneva da determinare la profondità del canale sotto il fondo del lago di Bientina, punto iniziale, e sotto il pelo ordinario di quello di Massaciuccoli, punto finale. Per il primo punto fu calcolata un'altezza pari ad un braccio sotto il massimo fondo del lago di Bientina, per consentire all'acqua caduta durante le piogge straordinarie di scaricarsi e per non diminuire troppo la pendenza del canale. La pendenza di quasi un braccio per miglio assegnata al secondo punto era secondo Boscovich molto maggiore di quella necessaria per far scorrere le acque

---

<sup>227</sup> Del manoscritto esistono due versioni, una conservata tra le carte boscovichiane di Berkeley e una presso l'archivio di Stato di Lucca. Si vedano al riguardo le note 61 e 62. La memoria di Boscovich, pubblicata in XIMENES [1782], fu poi inserita nella *Raccolta d'autori italiani* [1823], t. VII, pp. 199-226. Il *Ristretto delle Riflessioni del Sig. Abate Boscovich e delle risposte contenute nella mia informazione pubblicata nell'edizione di Lucca l'anno 1782* fu pubblicato in XIMENES [1786], t. II, pp. 95-114.



prive di materie grosse senza fare deposizioni. I calcoli basati sulle teorie matematiche del tempo in materia di acque correnti non erano soddisfacenti, mancavano ancora le competenze necessarie per affrontare il problema. Per fornire “giudizj prudentiali” Ximenes era la persona adatta, in quanto aveva effettuato sopralluoghi nella zona e disponeva di tutti gli strumenti necessari. Boscovich era persuaso che un canale di sufficiente larghezza e profondità avrebbe scaricato tutte le acque portate dalle piene degli influenti del lago in un tempo sufficiente a impedire un danno considerabile e che le acque medesime scaricate nel lago di Massaciuccoli e nelle paludi adiacenti non avrebbero danneggiato in modo considerabile i terreni adiacenti coltivati.

Boscovich manifestò alcuni dubbi sulla pendenza da dare al canale: se assegnarvi tutta la pendenza possibile, ossia quasi un braccio per miglio, oppure se servirsi di una pendenza minore, lasciando al canale una caduta considerabile al suo sbocco nel lago di Massaciuccoli. Alle acque chiare del canale non sarebbe servita una grande pendenza, ma una minima velocità, necessaria per evitare le deposizioni e sufficiente per la navigazione.

Ximenes propose di fare il canale della stessa larghezza sia prima sia dopo il passaggio sotto la botte, mentre per Boscovich doveva essere più stretto al principio e più largo verso la città. Per facilitare la navigazione consigliò di prevedere una banchina che costeggiasse il canale, utile per coloro che tiravano le barche.

Riguardo alla forma del canale, Ximenes aveva correttamente stabilito che la pendenza delle sponde e la larghezza del canale fossero in proporzione di 3 a 2; inoltre aveva elaborato una tavola abbastanza precisa per facilitare il calcolo della terra da asportare. Boscovich rilevò alcuni errori nel calcolo della larghezza della banchina: al posto del calcolo “algebraico” usato da Ximenes suggerì di ricorrere alla teoria delle proporzioni.

A proposito della maniera di esecuzione, era essenziale iniziare il lavoro di scavo della botte a partire dal traforo del monte, dalla parte del lago di Massaciuccoli in modo da dare scolo alle acque delle sorgenti. Ximenes distinse tre tipologie di siti: quelli che si sostenevano da sé perché formati da materie dure, quelli che richiedevano pilastri intervallati con archi più o meno distanti a seconda della minore o maggiore debolezza, e quelli che esigevano una continuazione di muri laterali e volte, dove la debolezza era grande e continua.

Nell'esecuzione dei lavori si doveva tener conto anche della determinazione dei pozzi necessari per dare comunicazione all'aria: Ximenes aveva calcolato la distanza che dovevano avere due pozzi in relazione all'altezza, ma commise alcuni errori. Le sue ipotesi non erano precise poiché aveva trascurato o modificato alcuni dati per poter applicare le formule. In questo atteggiamento Boscovich rilevò un difetto comune a molti scienziati del suo tempo, “escludere condizioni incerte o imbarazzanti per calcolarle”, e criticò l'atteggiamento di Ximenes: da una soluzione incerta aveva ricavato regole generali, in base alle quali aveva prescritto distanze tra i pozzi che risultavano arbitrarie e prive di fondamento. Secondo Boscovich questi rapporti non si potevano dedurre da principi teorici, ma dall'esperienza pratica.

Nel calcolo delle spese Ximenes distinse quelle per il canale aperto da quelle per il canale sotterraneo, tenendo conto della diversa qualità delle materie, ma trascurando la costruzione della banchina, necessaria per la navigazione nel canale sotterraneo. Questa aggiunta aveva aumentato il volume di terra, alterando i calcoli, i quali erano fondati su due articoli: la cubatura del terreno da rimuovere e il prezzo di escavazione e asportazione della materia. Boscovich non si pronunciò sui prezzi di realizzazione di muri e volte della botte, ma esaminò i possibili modi per formarla, concordando con Ximenes sul fatto che il miglior partito fosse quello di fare un anno la botte sotto metà del letto attuale e un altro anno il resto senza deviare il fiume durante il lavoro. Nella valutazione complessiva delle spese e nella quantità precisa di guadagno Boscovich pur manifestando alcuni dubbi, ribadì che in ogni caso gli utili sarebbero stati maggiori delle spese.

Altri vantaggi sarebbero derivati da questa impresa: si sarebbe impedito il continuo deterioramento degli scoli, sarebbe migliorato il porto di Viareggio e si sarebbe acquistata una navigazione diretta dalla città al porto.

Gli scoli della Repubblica, uno verso l'Arno e l'altro verso il Serchio, a lungo andare si sarebbero deteriorati, ma non così presto come temeva Ximenes. La pendenza del Serchio si era stabilizzata ed era tale da non richiedere un innalzamento della steccaia di Ripafratta. Quando con l'avanzamento della spiaggia la pendenza sarebbe diminuita, tale elevazione sarebbe stata utile per le fabbriche e i molini del pisano, ma sarebbe stato sbagliato procurare il proprio vantaggio a danno dei popoli vicini. Secondo Boscovich l'impresa promossa da Ximenes per impedire l'alzamento dell'Arno sarebbe stata "sommamente vantaggiosa, ma non tanto indispensabilmente necessaria"<sup>228</sup>. Con questa operazione sarebbe rimasto un solo scolo che, oltre alle proprie acque, avrebbe ricevuto anche una buona quantità di quelle della Toscana, adiacenti al lago e a destra della Serezza, per questo motivo anche il Granducato avrebbe dovuto contribuire alle spese per la realizzazione dell'opera.

L'impresa avrebbe portato benefici anche al porto di Viareggio, senza danneggiare i terreni adiacenti coltivati: i canali che avrebbero condotto le acque alla foce di Viareggio non si sarebbero alzati molto. Nelle piene straordinarie la maggior parte dell'acqua sarebbe finita nel vasto recipiente del lago di Massaciuccoli che col tempo avrebbe provveduto a farla affluire nei canali. In questo modo non ci sarebbe stato un innalzamento troppo rapido, si sarebbero potute rimuovere più velocemente e facilmente le deposizioni formatesi davanti alla foce e si sarebbe impedita la formazione di nuove. Boscovich suggerì come rimedio per i banchi di arena di fronte alla bocca, dovuti alle materie portate dal Serchio, la costruzione di moli guardiani, ritenuti assolutamente e indispensabilmente necessari. La proposta di Boscovich fu quella di costruire un molo perpendicolare alla spiaggia alla distanza di circa mezzo miglio, avanzato di molte pertiche in mare che avrebbe arrestato le materie del Serchio trascinate dalle correnti.

---

<sup>228</sup> L'innalzamento dell'Arno era dovuto ad impedimenti artificiali, in primo luogo le steccaie, a cui Ximenes si era fortemente opposto.

In questo modo la bocca del canale sarebbe stata libera dalle deposizioni, le materie si sarebbero depositate dietro il molo e solo dopo molto tempo avrebbero riempito quel sito, rendendo necessario un prolungamento della struttura. In alternativa al molo in muratura si sarebbe potuta usare una fila doppia di palizzate e, se le correnti fossero state forti da entrambi i lati, si sarebbero potuti costruire due moli guardiani. Il vantaggio di una navigazione diretta dalla città al porto di Viareggio avrebbe consentito una comunicazione libera con i paesi lontani senza dover dipendere da altri.

I dubbi manifestati da Boscovich sulla pendenza erano legati alla navigazione: si doveva valutare se le spese per allargare e rendere navigabile il canale, avrebbero compensato i guadagni ricavati dal commercio.

In conclusione per migliorare lo scolo del Bientinese era necessario rimuovere gli ostacoli nell'Arno e aumentarne la pendenza, rettificando il suo letto, ora serpeggiante tra la Serezza e Pisa e tra Pisa e il mare. In passato erano state avanzate altre proposte, la costruzione di una botte sotto l'Arno con cui far scolare il lago e il traforo del monte di Vico Pisano, verso le quali Boscovich si mostrò perplesso: queste operazioni avrebbero assicurato molto di più la Repubblica contro ogni incidente futuro, ma non erano seriamente attuabili. Un terremoto improvviso e più violento del normale avrebbe potuto scuotere la montagna e rovinare i muri e le volte del condotto sotterraneo, arrestando il corso delle acque, ma una simile disgrazia sarebbe stata improbabile se il lavoro fosse stato fatto con la debita solidità. D'altra parte, se per un simile timore si fossero abbandonate tutte le grandi imprese, in molti stati si sarebbero persi i grandi vantaggi che si ricavano da simili imponenti operazioni.

In conclusione Boscovich giudicò l'opera vantaggiosa e fattibile, ma non indispensabile necessaria come sosteneva Ximenes. Se si fosse optato per un semplice canale di scolo, anziché per uno navigabile, la spesa sarebbe stata minore. Eustachio Zanotti, condividendo l'opinione di Boscovich, riteneva difficile la navigazione e dunque suggerì di costruire un canale più stretto e meno costoso<sup>229</sup>. (mgl)

*Sul progetto del canal di Lucca in gennaio 1781. Riflessioni di Boscovich sulla relazione di Ximenes*<sup>230</sup>

1. La somma premura che ho di contribuire, quanto per me è possibile, a' vantaggi degli stati della Serenissima Repubblica di Lucca, quale in ogni altra occasione ho servito con tutto l'impegno, e zelo, accresciuti anche più dopo che per la graziosa aggregazione ho dovuta riconoscere quella per seconda mia patria, mi ha spinto ad esaminare con tutta l'attenzione possibile il progetto del nuovo Ozzeri esposto

<sup>229</sup> Ximenes replicò alle parole dei due esperti: Informazione del signor abate Leonardo Ximenes intorno alle riflessioni del sig. abate Boscovich ed intorno all'esame del sig. Eustachio Zanotti sulla sua relazione generale de' 25 settembre 1778 appartenente al progetto di un nuovo Ozzeri nello stato della Repubblica di Lucca, in XIMENES [1782], pp. 243-347.

<sup>230</sup> XIMENES [1782], pp. 173-205.

nella dotta, ed ampia Relazione presentata alla stessa Repubblica dal sig. abate Ximenes, e trasmessami a questo effetto d'ordine della medesima.

2. Passerò le mie considerazioni sullo stato fisico dell'affare, sulla possibilità della esecuzione, sicurezza morale della riuscita, difficoltà che si possono incontrare nella esecuzione, e maniera di superarle, e vantaggi, che sicuramente ne debbono risultare.
3. Benché su' dettagli de' calcoli io abbia moltissime difficoltà, a cagione delle ipotesi che vi si assumono, cosa comune a tutte le opere di questa natura, ad ogni modo considerando la cosa in grosso, e correlativamente a quello ch'è felicissimamente riuscito in tanti altri luoghi, io sono persuasissimo che il progetto è sicurissimamente eseguibile, e che il vantaggio da ricavarsene nello stato presente delle cose debba essere a molti doppi maggiore della spesa della esecuzione.
4. Il progetto consiste nella formazione di un nuovo canale, il quale parta dal fondo del lago di Bientina, ed attraversando tutta la pianura Lucchese tra la città, ed il presente canale dell'Ozzeri parte aperto, e parte sotterraneo passi sotto il letto del Serchio, e per un traforo del monte di Balbano vada a scaricare le acque di detto lago, e gli scoli delle campagne collaterali nel lago di Maciuccoli, e che di là per le fosse attualmente esistenti, ridotte a dovere, si portino alla foce di Viareggio.
5. Il vantaggio essenziale sperato consiste nello scolo più libero di tanti terreni, che ora sono o abitualmente infrigiditi, o spesso inondati con deterioramento, o anche perdita totale delle semente; nell'asciugamento quasi totale del vasto lago, che lascerebbe una grande estensione di terreno coltivabile, e che dovrebbe sicuramente divenire molto fertile; e nel miglioramento della piccola foce di Viareggio col comodo di una nuova navigazione immediata fino alla città.
6. In primo luogo mi si sono presentate varie riflessioni su d'un progetto proposto alcuni anni addietro dal sig. abate Ximenes, di cui egli qui parla più compendiosamente all'Articolo II. della presente Relazione, dando questo nuovo come una continuazione, e perfezione maggiore dell'altro. Si facevano in quello passare le acque del presente Ozzeri per una botte sotterranea sotto il Serchio per rientrarvi in un punto inferiore situato nel Granducato, guadagnando così br. 4 di caduta, ma conveniva formare detta Botte concava in maniera, che le acque vi dovessero prima scendere, indi risalire. Io credo bene essenziale questo cambiamento, che oltre a una prospettiva di vantaggi incomparabilmente maggiori, scansa alcune difficoltà, le quali mi avrebbero assolutamente impedito di approvare quel sistema tal quale era allora.
7. Pel nuovo cangiamento però d'idea non vedo alcuna difficoltà fisica, che possa prudentemente opporsi alla proposta operazione considerata nella sua sostanza. Credo sicura nello stato presente delle cose la possibilità del progetto, e la riuscita della esecuzione quando s'intraprenda a dovere. Il punto essenziale è la pendenza; e di questa vedo che non vi può essere alcun dubbio. Io non posso entrare garante che della livellazione dal lago al Serchio, e in quella medesima solo di quella parte, ch'era immediatamente soggetta agli occhi miei: ma né in quella

posso dubitare punto della fedeltà, ed attenzione de' cooperatori; né in ordine alle altre operazioni fatte pel residuo fino al lago di Maciuccoli per varie vie, che si accordano, vi può rimanere alcun dubbio prudente, tanto più che il risultato totale si accorda con la pendenza, che debbono avere li due fiumi Serchio ed Arno fino al mare, considerata la loro natura, e varie notizie che se ne hanno.

8. Sicuramente vi dee essere una pendenza non solo sufficiente, ma anche soprabbondante di quasi un braccio per miglio per quella sorta di acque, che consistono in scoli delle pianure, esclusi tutti i Torrenti delle alture, o ritenuti a deporre le loro torbide nel picciolo residuo del lago presente, che si propone di lasciare sussistere, e mi pare molto opportuno il pensiero di lasciarvelo a questo oggetto. Anzi quando anche col lungo andare di tempo il fondo tutto di quel Laghetto venisse ad alzarsi totalmente, i Torrenti, che vanno ora e seguirebbero ad andarvi prima di arrivare al nuovo Ozzeri, avrebbero a deporre ne' loro letti le materie incapaci da essere portate innanzi da esso in una pendenza tanto considerabile, e potrebbero esigere i ripulimenti di questi: ma non credo che sarebbero mai capaci d'ingombrare il letto di questo qui, massime laggiù dov' esso dee essere sotterraneo, e però più difficile ad essere ripulito.
9. Solo aggiungerò qui ciò che pure è correlativo alla pendenza, che io desidererei qualche diligenza ulteriore per avere delle notizie più determinate in ordine al fondo del lago di Bientina. Vedo all'Articolo IV. che si è scandagliato il lago in una sola linea: crederei opportuno lo scandagliarlo in molte poco lontane le une dalle altre, come si usa ne' Porti, nelle rade, nelle imboccature de' vasti fiumi navigabili; ciò che determinerebbe molto meglio il sito preciso, in cui dovrebbe cominciare il nuovo canale, e lasciarsi il Laghetto, per evitare il pericolo di lagune considerabili, che dovessero rimanervi in varj siti assai discosti dal principio ora immaginato.
10. Supposta la caduta non vi restava per assicurarsi della possibilità del progetto, e togliere i timori sulla sua riuscita, che l'esaminare la qualità de' siti, per li quali doveva farsi passare il nuovo canale, e in ordine a questo punto vedo che si sono usate tutte le diligenze. In primo luogo qui non si tratta di formare un nuovo canale per siti paludosi, o di fondo instabile, onde possa temersi ciò ch'è accaduto al Cavo Benedettino nel Bolognese. Fino al lago di Maciuccoli si va sempre per terreni stabili per se stessi, ne' quali è chiara la possibilità di fare una escavazione aperta, o uno scavo sotterraneo secondo che si giudichi più opportuno, e vantaggioso, e s'incontra al fine una gola del giogo de' monti adiacenti al medesimo lago, che si abbassa, e restringe in modo da lasciare praticabilissimi i pozzi necessarj per la comunicazione dell'aria, e utilissimi per l'estrazione delle materie. La qualità de' terreni è stata riconosciuta nell'esame di tanti pozzi all'articolo 6. si è esaminato lo stato della campagna contigua, e del fondo del Serchio per rapporto alla linea del fondo del canale progettato: si è esaminata anche la natura del monte con varj scavi, benché questa appartiene alla maggiore, e minore difficoltà della esecuzione, non alla possibilità del progetto, di cui non può dubitarsi, massime quando il tratto da traforarsi è si corto.

11. Se si dovessero traforare de' gioghi di monti assai più elevati, e grossi per molte miglia, si potrebbero temere quelle cavità larghe, e profonde che si debbono incontrare in questa sorta di catene, e anche ne' gran monti isolati, essendo io persuaso che la massima parte di questi e di quelle è stata prodotta dall'azione de' fuochi sotterranei, che hanno gonfiata la crosta della superficie terrestre con gli strati lapidei, che dov'erano meno grossi si sono fracassati, ed hanno formato quelle tante rovine, che si vedono ne' paesi montuosi, o si sono aperti dando lo sfogo a' vulcani; e dov'erano d'una grossezza molto superiore hanno resistito conservando ancora tutte quelle materie, che avevano prima del suddetto gonfiamento, come dimostrano tante produzioni marine, che vi si trovano, non perché il mare sia stato mai lassù, ma perché quegli strati precedentemente si trovavano giù al basso. In questo caso vi debbono essere rimaste delle cavità immense nelle viscere interne, le quali renderebbero impraticabile la impresa di traversarli con un canale. Qui la brevità del passaggio unita alla poca elevazione di quella foce, non lasciano alcun timore di un tale impedimento.
12. Quindi il traforo di quel tratto di monte è evidentemente praticabile. Tanto ivi quanto in tutto il resto, che corrisponde alla pianura, si possono incontrare delle materie più o meno resistenti al lavoro, più capaci di sostenersi da se, o più deboli, e bisognose di muri laterali e volte, o di pilastri ed archi; ma non si può ragionevolmente temere alcuna difficoltà che arresti totalmente il lavoro, e lo renda impraticabile. Il Fiume, che s'incontra, non forma alcuno impedimento insuperabile, giacché il suo fondo resta superiore di molte braccia alla linea, che va dal fondo del lago di Bientina al punto dello sbocco nell'altro di Maciuccoli, onde lascia la libertà di far passare il fondo del detto canale senz'alcuna concavità per dare a questo una elevazione anche molto superiore al bisogno, lasciando la sua volta molto inferiore al fondo di esso fiume.
13. Si toglie ogni timore sulla possibilità, e sicurezza della riuscita col considerare tante operazioni analoghe a questa felicemente eseguite in tanti luoghi con de' canali sotterranei, e trafori di monti, che riescono, e quando vi è la pendenza danno lo sfogo alle acque ad onta degli ostacoli frapposti. Vedo citati varj esempi all'Articolo IX. Possono citarsi varj altri, e alcuni de' Romani antichi, come l'Emissario del lago d'Albano. Il canale di Piccardia, cominciato felicemente, è stato interrotto per un puro intrigo, di cui in oggi si sa bene l'origine. Si crede di certo che presto ne sarà ripreso il lavoro: non vi si teme punto la lunghezza del traforo sotterraneo di varie leghe. Quindi è irragionevole ogni timore in questo genere.
14. Supposta la possibilità, e sicurezza della esecuzione vi resta la scelta del sito preciso, che fosse il più vantaggioso per facilitar l'esecuzione, e minorarne la spesa, evitando il più che sia possibile ogni inconveniente. Di questo massimo de' vantaggi non si può giudicare che con la ispezione locale, ed esame de' siti. Non posso dubitare dell'attenzione usata a questo riguardo dal sig. abate Ximenes, da' signori Deputati della Repubblica, e da' loro Ingegneri: solamente ho potuto

esaminare certe idee generali, che trovo nella Relazione, e che posso confrontare con le piante.

15. Mi pare molto ben fatto il non servirsi del Rogio, e l'allontanarsi tanto da esso, quanto dagli altri canali per le ragioni addotte nell'Articolo IV, ma in ordine al punto, da cui il canale dee cominciare nel lago di Bientina, mi pare che per determinarlo converrebbe avere una notizia più compita del fondo attuale di esso, correlativamente a quello che ho indicato al n° 10, con uno scandaglio più generale. Potrebbe accadere che in lontananza dal sito, in cui la Relazione suppone il massimo fondo, vi siano de' fondi maggiori interrotti da elevazioni superiori adiacenti, che in vece di un solo piccolo residuo di Laghetto, ne lasciassero varj interrotti, e paludosi, perché non rinfrescati da' Rii della gronda. Una tale notizia più generale servirebbe per iscegliere con maggiore sicurezza di buon esito il sito preciso, il più opportuno per cominciare il canale, e giudicare della spesa, che vi vorrà per riunire i varj siti palustri, e formarne un solo Laghetto residuo.
16. Credo che sia stato scelto bene il sito, in cui il canale dee condursi sotto il Serchio, e quello in cui dee traforarsi il monte, dal quale dipende quello, in cui esso dee sboccare nel piano di Maciuccoli; come altresì, per quello che trovo nella Relazione, credo che sia stata bene scelta la via da condurre le acque alla foce di Viareggio per le fosse, che ora esistono ben ridotte: ma tutte queste cose dipendono dall'ispezione locale, e confronto de' siti. Vi resta la determinazione della profondità del fondo del canale sotto il fondo del lago di Bientina al suo principio, e sotto il pelo ordinario di quello di Maciuccoli al fine. Da questi due punti dipende la pendenza.
17. Vedo nella Relazione determinato il primo punto a un braccio sotto il massimo fondo del lago di Bientina, trovato nella linea degli scandagli presi, appoggiato da una parte da un calcolo del tempo, in cui possa scaricarsi la quantità dell'acqua che vi si scarica ne' tempi di piogge straordinarie; e dall'altra dalla premura di non diminuire troppo la pendenza del canale. In ordine a questo secondo punto, come io sono persuaso che la pendenza di quasi un braccio per miglio è troppo maggiore di quella, che si richiede per far correre quella specie di acque prive di materie grosse senza lasciarvi delle deposizioni, così sono persuaso che due e anche tre braccia di meno sul totale di tante miglia non farebbe alcun danno per questo capo. In ordine al primo punto, il risultato de' calcoli sulla quantità dell'acqua, che può scorrere in dato tempo, che trovo qui, e che vedo in altri articoli di questa Relazione, mi pare troppo incerto, anzi sicuramente falso. Si appoggia detto calcolo su d'una ipotesi, che il sig. abate Ximenes medesimo riconosce per falsa, ed erronea poche pagine dopo; onde falso, ed erroneo dee essere il risultato.
18. Il sig. abate Ximenes fa qui menzione di un'altra ipotesi, ch'egli ha esposta in un altro suo opuscolo, quale dice trovarsi più conforme all'esperienze, e l'abbandona solo per rendere il calcolo più facile. Io non ho veduto codesto opuscolo; ma com'egli medesimo chiama la sua una ipotesi, ciò mi fa credere che ivi pure vi sarà dell'arbitrario, ed io son persuaso che il padre Lecchi nella sua opera su'

principj dell'Idrostatica ha assai ben dimostrato, che o si tratti dell'acqua ch' esce da' fori d'un vaso, o di quella che corre per li fiumi e canali, le teorie de' primi Matematici de' tempi nostri non hanno dato nulla di soddisfacente: anzi son persuaso che il problema è molto superiore a tutti i metodi conosciuti in oggi, co' quali non si arriverà mai ad alcuna determinazione indipendente da' principj puramente arbitrarj, e probabilissimamente falsi. Quindi credo che i calcoli fatti in questo genere, e appoggiati su tali ipotesi non possano servire che per una specie di lusso matematico applicato all'argomento, di cui si tratta, e che tali quistioni non possano decidersi che con un giudizio prudenziale appoggiato sulla esperienza di molti fatti i più analoghi a quelli de' quali si tratta.

19. Nel caso presente senza fondarmi su calcolo alcuno determinato, in cui non crederi di essere sicuro neppure dal doppio alla metà, io sono persuaso che un canale di una certa sufficiente larghezza, e profondità scaricherà tutte le acque portate dalle piene degl' influenti del lago in un tempo sufficiente a impedire un danno considerabile delle inondazioni passeggiere; come pure che le acque medesime scaricate nel vasto recipiente del lago di Maciuccoli, e delle paludi adiacenti, non alzerà il suo pelo, né il pelo delle fosse, che le condurranno alla foce di Viareggio, in maniera da far danno considerabile a' terreni adiacenti coltivati; e non esito un momento a cacciar via ogni timore che si affacci per questo titolo contro una impresa, che credo vantaggiosissima. Non porgo fede ad alcuno de' risultati di questi calcoli precisi; ma per la determinazione di tutti questi punti, che dipendono dal giudizio pratico, fondato su d'un gran numero di fatti osservati con riflessione, la Repubblica non può trovare persona più idonea, e più capace del sig. abate Ximenes, il quale inoltre trovandosi su' luoghi, e avendo osservato tutto, e riflettuto a tutto, è a portata più d'alcun altro per formare codesta sorta di giudizi prudenziali, e scegliere a dovere le misure le più ragionevoli, e le meno soggette ad inconvenienti.
20. Solo in questo genere mi resta del dubbio sul punto se debba realmente darsi al canale tutta la pendenza, che può aversi, e che si riduce a quasi un braccio per miglio, o se convenga piuttosto servirsi di una pendenza considerabilmente minore, facendo che il medesimo al suo sbocco sul lago di Maciuccoli abbia una caduta considerabile. Il mio dubbio nasce dalla ferma persuasione, in cui sono che quelle acque per non fare deposizioni sul fondo del canale, non hanno bisogno di più d'un piede per miglio. Ho veduto delle acque considerabilmente torbide stabilire il loro letto con la pendenza di due palmi per miglio, mentre queste qui debbono essere acque chiare, o poco assai mescolate di materie ben leggere; giacché ne sono esclusi tutti i torrenti, e non vi dee arrivare altro che gli scoli delle campagne adiacenti, e le acque degl' influenti del piccolo lago residuo, che depositeranno in esso le materie più grosse, e non giungeranno al canale che chiarificate.
21. Dall'altra parte l'oggetto della navigazione pare che richieda che si dia alle acque medesime la minima velocità, che può combinarsi con l'impedimento delle deposizioni. La velocità, che corrisponde alla pendenza di un braccio per miglio,



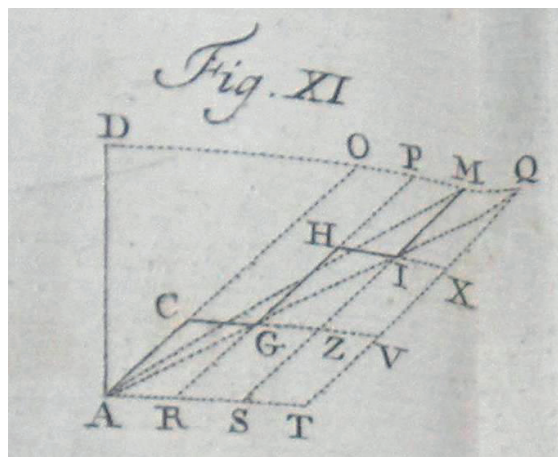
credo che incomoderà considerabilmente le barche al rimontare, o almeno è cosa sicura che il ritorno all'in su sarà tanto più facile, quanto la velocità dell'acqua sarà minore. Ora questa diminuzione di pendenza si può ottenere senza alcuna specie di salto, che impedisca la navigazione, per mezzo di una conca che può farsi verso lo sbocco. Questo ripiego ritarda il viaggio; ma credo che la velocità contraria lo ritarderà molto di più. Dall'altra parte se la linea è meno inclinata, siprofonderà meno sotto la superficie del terreno, e si potrà fare una più gran parte del canale scoperto con una spesa minore, la quale sarà ancora minorata dalla minore altezza de' pozzi, che costeranno meno nello scavarsi, e faranno impiegare meno tempo nell'alzare le materie per tirarle fuori, richiedendo ancora una minore vicinanza di essi pozzi.

22. Ho pure del dubbio sull'altro punto del fare il canale della medesima larghezza da per tutto, come mi pare che si proponga nella Relazione innanzi e dopo il passaggio per la botte sotterranea sotto il Serchio. Il canale più che anderà innanzi, più acque riceverà dagli scoli; onde pare che si richieda una minore larghezza da principio, che appresso: si aggiunge che la larghezza maggiore è richiesta dalla navigazione, e questa non comincerà che verso la città, o almeno per gli effetti delle parti superiori da condursi alla città basteranno barche più piccole. Queste considerazioni propongo, rimettendomi a quello che sarà giudicato più opportuno dal sig. abate Ximenes, da' signori Deputati, e da' loro Ingegneri.
23. Ma in ordine all'uso della navigazione mi par cosa essenziale l'aggiungere alla larghezza una stradella laterale da una parte, per cui possono camminare quelli, che debbono tirare le barche all'insu. Questa stradella è stata giudicata essenziale nel canale di Piccardia quantunque esso destinato non per iscolo, ma puramente per la navigazione, debba avere molto minore pendenza, e però minore velocità di corrente. Lo spingere in su per via di pertiche puntate sul fondo, o con altro meccanismo, rende il cammino più difficile e lento, che il continuo camminare di quei che tirano.
24. Sulla forma del canale mi paiono molto giuste le riflessioni del sig. abate Ximenes, che trovo all'Articolo VII, dove giustifica la pendenza delle sue sponde con la larghezza orizzontale in proporzione di 3 a 2 per rispetto all'altezza verticale, in vece di 2 a 1; trovo comoda la formazione della tavola, che facilita il calcolo della terra, che dee asportarsi, stabilendo una sezione dell'altezza di braccia 10, e trovando ogni termine seguente con l'aggiungere al precedente i termini di una serie aritmetica, e di una quantità costante. Se si dovesse cercare un qualche termine da se, basterebbe prendere la somma della larghezza del fondo, dell'altezza, e della metà di questa, e moltiplicare essa somma per la medesima altezza. La tavola toglie la necessità di tante somme, e moltiplicazioni quanti sono i casi particolari, ed avendo accresciuta la tavola co' termini intermedj di mezzo braccio, si rende ancora più facile il prendere le parti proporzionali per le altre quantità intermedie, massimamente quando si adoprinno le once per li residui, e non si riducano questi a decimali di piedi. Al più nell'aggiugnere alla tavola formata per li piedi interi

con l'aiuto di quella serie i termini di mezzo per li mezzi piedi, in vece di pigliare anche per questi la semisomma de' due contigui, si potrebbe fare il calcolo anche per essi con più giustezza, giacché la tavola si fa una volta per sempre, e un tal calcolo giusto è molto facile; ma come la differenza di quel medio dal giusto è piccola, e il risultato de' calcoli appoggiati ad essa tavola per varj altri capi non viene esatto, ma come una specie di approssimazione si può adoprare essa tavola tal quale si trova. Se la pendenza delle scarpe, in vece di avere la ragione di 3 a 2, ne avesse un'altra, come di 2 a 1, la tavola avrebbe altri numeri, ma sarebbe facilmente calcolata con un metodo simile a questo.

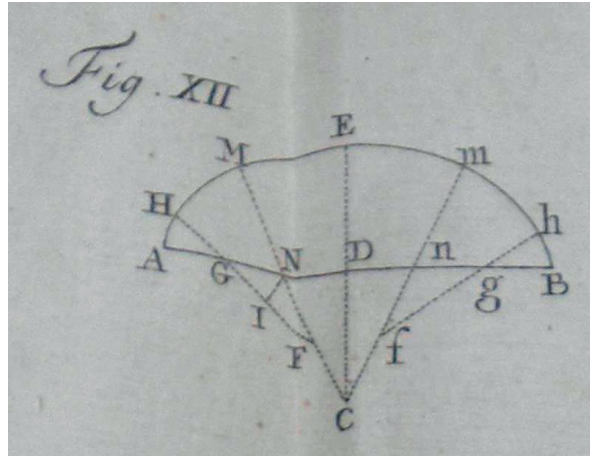
25. Non è così del calcolo fondato sulla soluzione del problema, che trovo all'Articolo medesimo dopo essa tavola, in cui si cerca la misura della larghezza delle banchine, quando si voglia trasformare la sezione, che ha codesta pendenza di scarpe in un'altra, che abbia le banchine con le scarpe naturali, e con l'area uguale. Vi si adopra un calcolo algebrico di varj termini, che alla fine si riduce ad una formula di una frazione, che ha tre termini nel numeratore, e uno nel denominatore, la quale serve solo pel caso di due banchine, e per quello di un maggior numero converrebbe rifare esso calcolo per trasformare la formula, e adattarvela. Esso problema ha una soluzione incomparabilmente più semplice, che si appoggia alle più cognite proposizioni del primo Libro di Euclide. Nel caso suo della proporzione di 3 a 2 per le scarpe, basta pel valore di ogni banchina, ch'è la sua incognita X, quando ve ne sono due sole, prendere semplicemente un quarto dell'altezza e per ogni altro numero di banchine dividere dett'altezza pel doppio di esso numero. Quando poi si abbia qualunque altra inclinazione di scarpa, basta dividere per esso numero l'eccesso della larghezza sull'altezza.
26. Ecco la dimostrazione di questa semplicissima regola adattata alla (*Fig. XI Tav.*

II) AD è la sua altezza, DM la larghezza orizzontale in cima, uguale a  $\frac{3}{2}$  di essa altezza.



Si tratta di trasformare la scarpa determinata da una linea retta, che vada da A ad M, in un'altra, che vada per ACGHIM tale, che abbia due banchine CG, HI orizzontali con le scarpe AC, GH, IM inclinate ad angolo semiretto, e che contenga un'area uguale a quella della precedente. Si concepiscano prolungate le linee AC, GH fino alla orizzontale DM in O e P, le HG, MI fino alla sua parallela tirata per A in R, ed S. E' chiaro che i punti A, G, I saranno in una linea retta, che prodotta incontrerà la stessa DM in Q, in maniera che tutte le OP, PM, MQ saranno uguali alla larghezza CG, HI delle banchine, e se si tira la retta QT parallela alla OA, che compisca il parallelogrammo AOQT, si prolunghino le rette CG, HI fino a questa linea in V, X, mettendo Z nell'incontro della CV con la MS, ogni triangolo ACG, GHI, IMQ sarà la metà del parallelogrammo SZVT, ZIXV, IMQX, che gli corrisponde sul parallelogrammo MSTQ, di cui è pure una metà il triangolo MAQ. Or levando dal triangolo DAQ tutti que' triangoli vi resta l'area di DACGHIM, e levandone il triangolo MAQ vi resta il triangolo DAM. Dunque quell'area residua è uguale a questo triangolo, e la sezione si trova così trasformata in un'altra di area uguale.

27. Ora si vede bene che la retta DO sarà uguale alla AD, e però la OM sarà l'eccesso della DM sopra la DA, e la stessa OM sarà divisa in questo caso in due parti eguali, e in ogni altro di qualunque numero di banchine in un numero di parti uguali ad esso. Dunque generalmente per avere la larghezza della banchina, basterà dividere l'eccesso della larghezza DM sopra l'altezza AD in un numero di parti uguale a quello delle banchine, che in questo caso sarà il numero 2, e come qui si suppone questo eccesso uguale alla metà dell'altezza AD, basterà qui pigliare un quarto di dett'altezza. Per qualunque altro numero di banchine basterà dividere la stessa altezza pel doppio di esso numero. Nel caso particolare, in cui l'altezza è di braccia 12, come nell'esempio della relazione, il quarto n'è 3, ch'è il medesimo valore ricavato ivi dalla formula con un calcolo tanto più lungo. Mille volte ho trovato non solo in caso di problemi tanto elementari, quanto lo è questo qui, ma ancora in altri assai più sublimi, che la Geometria lineare dà delle soluzioni assai più semplici di quelle, che dipendono dal calcolo algebrico, e dalle formule che se ne ricavano; benché queste sieno da preferirsi in altri casi, e talora il metodo algebrico sia positivamente necessario per ottenere la soluzione.
28. Questo punto appartiene non alla sostanza del progetto, ma alla maniera della esecuzione, e giacché qui ho resa questa soluzione di problema tanto più semplice, renderò più generale un'altra, che appartiene pure alla esecuzione, e che trovo al numero 11 dell'Articolo XII. Essa tende a formare una specie di mezzo ovale con cinque archi di circoli, che paiono continuati nelle loro unioni, come se formassero un arco continuo, e facilitino il calcolo della lunghezza di esso arco. Ecco la sua costruzione: AB (*Tav. II Fig. XII*) è la corda dell'arco, o sia l'asse maggiore dell'ovale ch'egli divide in 6 parti uguali in G, N, D, *n*, *g*; alza la DE perpendicolare all'asse, e la prende uguale a due di dette parti, per servire di semiasse minore.



Col centro N, e con la stessa apertura di dette due parti trova il punto C nella ED prodotta. Taglia per mezzo le rette NC,  $nC$  in F,  $f$ , ciò che si fa facilmente col prendervi NF,  $nf$  uguali a una di dette 6 parti. Col centro C raggio CE fa un arco di circolo, che incontri le rette CN,  $Cn$  prodotte in M,  $m$ : coi centri F,  $f$ , e co' raggi FM,  $fm$  fa due archi di circolo, che incontrino le FG,  $fg$  prodotte in H,  $h$ : finalmente co' centri G,  $g$ , co' raggi GH,  $gh$  ne fa due altri, che dice dover ricadere appunto su' punti A, B.

29. Si vede chiaro che in M, H,  $m$ ,  $h$  la tangente de' due archi contigui sarà comune, ciò che li farà parere all'occhio continuati, perché senza inclinazione scambievole. Si dimostra facilmente ciò che afferma, che gli ultimi due archi debbono ricadere appunto in A, e B, come pure che ciascuno degli archi EM, MH, HA sarà un terzo del quadrante del suo circolo, di cui avendosi il raggio si ha facilmente la somma degli archi per la somma de' raggi. Ma non è necessario di legarsi alla proporzione degli assi dell'ovale, che in questa costruzione viene determinata di 3 a 2. Qualunque sia l'asse AB, e il semiasse DE, si avranno gli stessi vantaggi col pigliare AN,  $Bn$  uguali al detto semiasse, trovare il punto C col centro N raggio  $Nn$ , e prendere NG,  $ng$ , NF,  $nf$ , uguali ad ND. Facendo il resto dell'operazione nella stessa maniera, gli ultimi archi caderanno al modo stesso in A, B, e di tre archi EM, MH, HA saranno ciascuno un terzo del quadrante del suo circolo, e tutto l'arco AEB un terzo della semicirconferenza di un circolo, che abbia il raggio uguale alla somma di tre raggi CE, FM, GA, il valore de' quali si trova con la stessa facilità che in quella proporzione limitata, in cui pure dee aversi il valore di DC, estraendo la radice di tre quarti del quadrato NC.
30. La dimostrazione di questa costruzione più generale e facile, se si tira NI perpendicolare alla base FG del triangolo isoscele FNG, la taglierà per mezzo, e come l'angolo esterno DNC da una parte sarà il doppio dell'angolo NFG, o sia NFI, e

dall'altra uguale all'angolo  $NCn$ , doppio dell'angolo  $NCD$ , giacché si vede bene che il triangolo  $NCn$  è equilatero; quindi i triangoli rettangoli  $NDC$ ,  $FIN$  saranno simili, ed  $FI$ , che è la metà di  $FG$ , sarà uguale alla metà di  $CD$ , come  $FN$  è la metà di  $CN$ : così  $FG$  resta uguale a  $CD$ . Ora  $FH$  con  $CF$  è uguale a  $CN$ , cioè a  $CE$ ; onde levando di là  $FG$ , di qua  $GD$ , si avrà  $GH$  con  $FC$  uguale a  $DE$ , cioè ad  $NA$ , e togliendo di là  $FC$ , di qua  $NG$ , che sono uguali, resterà  $GH$  uguale a  $GA$ , e però l'ultimo arco tirato col raggio  $GH$  finirà in  $A$ , e la stessa dimostrazione serve per l'arco  $hB$ . Ora essendo l'angolo  $NCn$  di 60 gradi, sarà di 30 l'angolo  $NCD$ , e il suo uguale  $NFI$ , come pure  $NGF$ , ed  $AGH$ . Quindi gli archi  $EM$ ,  $MH$ ,  $HA$  sono tutti di 30 gradi, cioè ciascuno un terzo di un quadrante del suo circolo;  $MEM$  un terzo del suo mezzo circolo, e la somma de' due  $MH$ ,  $mh$ , la somma de' due  $HA$ ,  $hB$ , pure un terzo del mezzo circolo degl'altri raggi. Come le circonferenze sono proporzionali ai raggi, tutto l'arco  $AEB$  sarà un terzo della mezza circonferenza di un circolo, che avrà per raggio la somma de' tre raggi  $CE$ ,  $FM$ ,  $GA$ , la quale si ha moltiplicando detta somma per  $\frac{355}{113}$ , onde per avere detto arco basterà

moltiplicare la stessa somma per  $\frac{355}{339}$ .

31. Questa determinazione più generale può servire se si vuol fare una volta ancora più piatta, la qual cosa può essere vantaggiosa per quelli, che debbono tirare la barca. Non vi è alcun pericolo a dare un sesto minore ivi alla volta. Quando vi è un sesto minore il pericolo nasce dalla spinta laterale, che le volte esercitano contro i muri verticali: ma qui dov'essi muri hanno tutto il terreno, che li contiene, appoggiandosi ad esso non vi è pericolo di alcuno effetto di questa spinta laterale; come pure non vi è pericolo alcuno, che la pressione che questa terra può esercitare contro i muri, faccia scoppiare la volta in su, giacché essa viene contenuta e compresa da tutta la terra superiore.
32. Continuando le mie riflessioni sulla maniera dell'esecuzioni, in primo luogo vedo ch'è essenziale il suggerimento del sig. abate Ximenes di cominciare il lavoro dal traforo del monte, e questo dalla parte del lago di Maciuccoli, appunto per dare lo scolo alle acque delle sorgenti, che sicuramente s'incontreranno, giacché le sorgenti de' pozzi si sono trovate quasi da per tutto superiori alla linea destinata pel fondo: quando mai si giudicasse di diminuire la pendenza, ad ogni modo la maggior parte di esse sorgenti resterà superiore alla nuova linea del fondo. Questo punto appartiene alle difficoltà, che si possono incontrare, e alla maniera di superarle. L'altra difficoltà consiste nella debolezza del terreno, che vi potrà essere in alcuni siti, incapace di sostenersi da se, e allora vi è il rimedio cognito, e proposto dal sig. Abate, de' muri laterali e volte occorrenti dove la debolezza è grande e continua, o de' pilastri con gli archi collocati a un intervallo maggiore o minore, secondo che la debolezza di esso terreno si troverà all'opposto minore o maggiore.

33. Il sig. Abate ha avuta tutta la ragione nel persuadersi che si troveranno de' siti di tutte queste diverse nature, cioè di quelli che si sosterranno da per se, a cagione della durezza delle materie, degli altri che richiederanno de' pilastri più o meno distanti co' loro archi, e finalmente di quelli ch'esigeranno una continuazione di muri e volte. Ad ogni modo non lascerò d'insinuare che nel calcolare la spesa del gran Canale di Piccardia l'Ingegnero lo propose, benché fosse sicuro d'incontrare un lunghissimo tratto di materie abbastanza sode per sostenersi da se medesime, ad ogni modo fece, come ho saputo, i suoi calcoli sulla supposizione della necessità de' muri con la volta continuati da per tutto. Credo che non sarebbe fuori di proposito il calcolare ancora qui sullo stesso piede, cioè in riguardo tutto il tratto del canale sotterraneo per ogni maggiore sicurezza: ma sono sicuro che ad ogni modo i vantaggi, de' quali parlerò più innanzi saranno incomparabilmente maggiori della spesa totale, la quale per questo non dee distogliere in alcun conto dall'intraprendere la grande opera. Trovandosi minorata la spesa per la quantità de' siti, ne' quali sicuramente si troveranno le materie dell'altre due classi, si avrà il contento di vedere la spesa minore di quello che si era immaginata.
34. Alla maniera della esecuzione, e alle difficoltà che possono incontrarsi, appartiene ancora la determinazione de' pozzi necessarj per dare la comunicazione all'aria, e per diminuire la difficoltà della estrazione delle materie. Il signor abate Ximenes tratta questa materia all'Articolo X, dove anche determina la distanza, che debbono avere fra loro i medesimi pozzi correlativamente alla loro altezza. Egli mette ivi il seguente problema: *Data la profondità di un pozzo, e la lunghezza del viaggio orizzontale, che dovrebbero fare le materie per la loro estrazione, determinare la distanza orizzontale, sotto la quale il valore della estrazione per il pozzo sia uguale al valore per la via orizzontale.* Sulla soluzione di questo problema tal quale egli la propone, io veramente ho molte difficoltà, che esporrò qui il più brevemente, che mi sarà possibile.
35. La prima difficoltà, che mi si presenta, si è quella del non considerarsi in quella soluzione di problema il ritorno della carretta vota, in cui vi è altrettanto viaggio inutile, quanto ve n'era dell'utile nel condurla piena. Nell'estrazione per li pozzi, mentre una cesta, o bigonzo scende, l'altra sale, onde non vi è mai viaggio inutile. In secondo luogo appunto il peso del recipiente voto, che scende, compensa quello del pieno che sale, di maniera che non dee contarsi altro peso che quello delle materie asportate. Nel caso della carretta conviene valutare non solo il peso della materia asportata, ma anche quello di tutta la carretta con le sue ruote, e attrezzi, ciò che fa entrare un nuovo dato nel problema. Vi è nel caso de' pozzi da considerare il peso della fune, il quale fino alla metà della salita della cesta piena aggiunge quello della differenza delle due lunghezze della fune, che scende e sale, e dopo ne toglie altrettanto, ciò che introduce un'altra quantità variabile. Vi è da considerare il tempo che s'impiega per caricare, e scaricare, che è ben diverso nelle due maniere di estrarre. Vedo poi impiegato il principio di un terzo del peso uguale alla resistenza della frizione per un piano orizzontale, la quale

sicuramente si trova diversissima secondo la diversa scabrosità del medesimo fondo: vedo supposto che nella discesa si accresce la difficoltà, perché il cavallo dee sostenere una parte del peso sulle spalle, quando sicuramente ciò non accade che nelle grandi inclinazioni, mentre nelle piccole il peso della carrettata non si scarica punto sulle spalle del cavallo, né lo spinge, venendo un tal effetto impedito dalla frizione. Vedo supposto che l'aiuto delle ruote riduce il peso a un quinto, mentre una tale riduzione è affatto arbitraria, e generalmente si suppone, che il cavallo in una carretta ordinaria tira molto meno del quintuplo di quello, che può portare sulle spalle. Questo punto, che qui si assume per supposizione, può facilmente verificarsi potendosi sapere nel paese qual è il peso ordinario, che i cavalli soliti adoprarsi ne' trasporti portano sulle spalle, e quello che i medesimi strascinano per un piano orizzontale, o pochissimo inclinato. Vedo altrove anche la proporzione fra la forza dell'uomo, e del cavallo presa molto maggiore di quello, che ordinariamente si crede, pigliandosi da buoni Autori quella del cavallo equivalente a quella di 7 uomini. Ma qui vedo questi e altri dati, o presi espressamente, o supposti tacitamente per poter tirare una formola dalla soluzione del problema, alcuni de' quali sono favorevoli ad uno de' due metodi, altri ad un altro, ciò che ricade nel difetto del nostro secolo, più generale ancora ne' calcoli sublimi applicati a gran problemi fisici, di escludere le condizioni incerte, o imbarazzanti per calcolarle.

36. Io so bene che il signor Abate dà questo come un piccolo saggio di quello che appartiene a un intero trattato sull'uso de' pozzi; ma vedo che da questa soluzione, almeno troppo incerta, ricava delle regole generali, e in vigore di queste prescrive le misure degli intervalli da pozzo a pozzo, le quali così rimangono troppo arbitrarie, e prive di fondamento. Io credo che questi rapporti non potranno mai aversi da' principj, ma dall'esperienze. I primi pozzi scavati potranno dar lume per vedere la proporzione della spesa de' due metodi, e regolare con un giudizio prudenziale la distanza conveniente de' seguenti; e appunto per li primi del traforo del monte il massimo riguardo è quello di collocarli in sito, che scansi le altezze eccessive.
37. Questa incertezza, e quella della durezza maggiore o minore, che si può incontrare nell'interno di esso monte, mi distoglierebbe dal ripiego che vedo insinuato, di dare a cottimo il lavoro. Questo si può adoprare quando con principj meno incerti si può calcolare a un dipresso la spesa necessaria: ma quando questa resta molto incerta, sicuramente colui, che dee fare il contratto; vorrà assicurarsi andando molto al di là di quello possa sperarsi che la spesa medesima possa salire. Credo che il fare a conto proprio con l'assistenza di persone intelligenti, attente, e fedeli, sia molto più espediente in tali circostanze; e la Repubblica fra i suoi Ingegneri ha sicuramente de' soggetti di tutto merito, e zelo, de' quali può fidarsi facendo fare i lavori a conto suo.
38. Alla asportazione delle materie appartiene anche l'esame che il signor abate Ximenes fa nell'Articolo VIII, del metodo adoprato altrove di lasciare una buona parte del lavoro della escavazione alla forza della corrente medesima, che nelle

rettificazioni de' fiumi, e in altre circostanze ha giovato per dilatare le sezioni, o ripulire gli alvei. Egli ha ben rilevate le ragioni, per le quali non può sperarsi qui nulla da un tale metodo, ed in ciò io sono pienamente d'accordo con lui.

39. Credo bene che l'acqua, dovendo correre in questo canale con una velocità considerabile, può fare un effetto cattivo corrodendo le ripe di esso, e introducendovi delle tortuosità, che sempre nascono ne' canali, ne' quali l'acqua corre con una velocità maggiore della necessaria: la resistenza non potendo essere da per tutto eguale, si formano delle corrosioni laterali irregolari, con le quali il canale forma delle sinuosità, e si allunga, finché per la lunghezza accresciuta la velocità si diminuisce, e arriva a quella, che conviene alla specie delle acque correnti per esso canale. Converterà arrestare un tal effetto al primo suo nascere, massime ove il canale è sotterraneo, e le corrosioni laterali debbono lasciare senza sostegno le parti superiori; ma queste attenzioni appartengono alla manutenzione più che alla formazione primitiva del canale.
40. Il paragone tra il canale aperto, e il sotterraneo con la determinazione del sito, in cui debba cominciare questo secondo, dipende in primo luogo da un punto, che io ho lasciato indeciso qui su, credendo che debba assoggettarsi a nuova considerazione, cioè, se debba darsi al canale tutta l'intera pendenza, oppure debba farsi sboccare qualche braccio più alto, formando per la navigazione una conca in fondo. In questo secondo caso, l'altezza del terreno sopra la linea del fondo essendo minore, il canale aperto dovrebbe essere più lungo, qualunque sia la vera profondità di questa linea, in cui il canale aperto comincia a divenire più svantaggioso del sotterraneo.
41. In ordine a questo limite esso è stato con molta sagacità ricercato dal sig. abate Ximenes nell'Articolo IX. dipendentemente da' calcoli delle spese necessarie per l'uno, e per l'altro genere di canale aperto, e sotterraneo, correlativamente alle diverse qualità delle materie, che si possono incontrare. In questi calcoli egli ha fatto molto bene a introdurre l'elemento del terreno, che si perde quando si fa il canale aperto; ma se nel canale sotterraneo vi vuole per la navigazione quello stradello, di cui io ho parlato qui su, il quale credo necessario per far tirare le barche all'in su dagli uomini con la loro azione continuata, conviene introdurre ne' calcoli ancora questo, di cui non vi è bisogno nel canale aperto, giacché quei che debbono tirare possono camminare su in cima. L'escavazione è diversa, e la cubatura del terreno maggiore quando si debba aggiungere questo stradello, che senza di esso. La sua aggiunta dee anche alterare tutti i calcoli della Relazione, formati tanto pel traforo, quanto per la botte sotto il Serchio.
42. Questi calcoli sono fondati su due articoli, uno de' quali è la cubatura del terreno o altra materia, che si dee rimuovere, e dal prezzo che debba importare l'escavazione, e l'asportazione di ogni cubo di materia rimossa. In ordine al primo articolo esso dipende dalle misure de' solidi, che sono affatto elementari, e delle quali non vi era alcun pericolo che il sig. Abate non avesse sulle punte delle dita i giusti metodi, e non li adoperasse a dovere, come li ha sempre ben adoperati;



ma dipendono ancora da varie ipotesi assunte, dalle quali dipende la frequenza maggiore, o minore de' pozzi; dallo stabilimento della pendenza, e da varie altre circostanze, che ne possono far variare considerabilmente i risultati. In ordine al secondo punto essa dipende dalle notizie prese su i luoghi, che mancano ad un assente. Detti prezzi sono molto diversi in diversi paesi: io non posso dubitare della piena cognizione che il medesimo sig. Abate ha di essi, trovandosi appunto sul luogo, ed avendo ne' paesi limitrofi fatto fare tante operazioni analoghe a queste. Vedo che tessendo tanti e poi tanti di detti calcoli, dee avervi impiegato un tempo considerabilissimo con un travaglio assai grande, e noioso. Io sono persuaso che il sig. abate Ximenes si sia bene assicurato della esattezza di questi, almeno nelle partite grosse; ne ho esaminati alcuni che o trovati giusti, ma non si può pretendere che io entri in un lungo esame di questo genere.

43. Una parte di questi calcoli ha per oggetto la botte sotterranea sotto il Serchio. Io non posso esaminare uno de' suoi fondamenti, ch'è il prezzo de' muri e volte, comune anche al resto del canale sotterraneo murato. Quello di che posso giudicare si è la scelta di uno de' tre metodi, ch'egli esamina per formarla, e sono pienamente d'accordo con lui, che il miglior partito si è quello di fare un anno la botte sotto una metà del letto attuale, e un altro il resto senza deviare il fiume nel tempo del lavoro, né fare il lavoro di fianco, e a menarvi il fiume dopo; e approvo tutte le sue riflessioni, e precauzioni proposte in questo genere, toltane la esclusione dello stradello per tirare la barca, e la forma della volta, che vorrei più piatta.
44. La giustezza de' calcoli entra ancora nella valutazione di varj de' vantaggi che debbono risultare dalla grandiosa operazione proposta, come lo è la quantità de' terreni che si debbono acquistare, quella degl'altri che si debbono rendere migliori, e la valuta che avranno quelli ridotti a coltura, o migliorati. Su questi oggetti io non posso dare alcun giudizio essendo assente da' luoghi; e se fossi presente dovrei riportarmi per la massima parte alle stime degl'ingegneri della Repubblica, che il signor Abate indica, e che sicuramente saranno state fatte con tutta l'attenzione, e secondo i principj i più ben fondati sulla esperienza. Quantunque io abbia de' dubbj indicati di sopra sul preciso risultato della spesa totale proposta, come limite da non potersi oltrepassare; e la quantità precisa del guadagno da ricavarsi dipenda da codeste stime, sulle quali non posso dare alcun giudizio, ad ogni modo io vedo l'eccesso degli utili sulle spese così esorbitante, che non posso non confermarmi nel giudizio, che ho indicato da principio, del dover essere il vantaggio a molti e molti doppj maggiore della spesa. Dall'altra parte considerando che questi lavori sono stati eseguiti in tanti luoghi senza spese eccessive, sono persuaso che questo non debba giungere in modo alcuno ad una spesa, che possa spaventare, e ributtare. Quindi considerando l'impresa per questa parte non posso dispensarmi dal commendarla, e consigliarla come sommamente vantaggiosa, mentre dall'altra parte la giudico non solo di esecuzione possibile, ma anche di riuscita sicura, quando s'intraprenda con le dovute cautele, le quali

non possono essere trascurate da quei, che si troveranno sul luogo, massime avendo la Repubblica oltre il signor abate Ximenes anche tra' suoi medesimi Ingegneri, e Deputati, persone versatissime in questa specie di lavori, che sono affatto simili, o molto analoghi a quelli che tante altre volte essi hanno avuto per le mani, o sotto gli occhi.

45. Questo eccesso di vantaggio lo stimo sicuro anche indipendentemente da tre altri, de' quali mi rimane a parlare. Il primo appartiene al timore che così si toglie di ulteriori gravissimi svantaggi consistenti in un deterioramento continuo dello stato presente degli scoli: il secondo al miglioramento notevole del Porticciolo di Viareggio: il terzo all'acquisto di una navigazione diretta dalla città fino a detto Porticciolo.
46. In ordine al primo, io sono persuaso che restando le cose come ora si trovano con gli scoli da una parte in Arno, e dall'altra nel Serchio, questi anderanno deteriorando, ma non ne credo l'aumento sì grande, e sì prossimo come lo vedo minacciato nella Relazione. Per conto del Serchio io inclino molto a credere che, se non si rialza la Steccaia di Ripafratta, il letto di esso non si andrà per ora rialzando sensibilmente; esso dovrebbe oramai avere fissata la pendenza del suo fondo, da cui dipende quella del pelo correlativo alle acque, che vi si scaricano dalle piogge, e sorgenti della superficie che pende verso di esso fiume. La pendenza del letto del Serchio fino al mare, la vedo tale da non temere per lungo tempo alcuna precisa necessità di nuove elevazioni della Steccaia. Quando col continuo avanzarsi della spiaggia la pendenza vada a diminuirsi, vedo bene che una tale elevazione potrà divenire utile alle fabbriche, e mulini del Pisano; ma sarebbe una cosa assolutamente ingiusta il procurarsi codesto vantaggio con l'impedire il corso libero delle acque superiori, per cui hanno un positivo diritto naturale i popoli adiacenti.
47. Dalla parte dell'Arno so bene che in varj luoghi il suo letto si è pure alzato per varj impedimenti artificiali di Steccaie, contro alle quali ho inteso io stesso farsi dal medesimo sig. abate Ximenes delle vivissime esclamazioni, onde la massima presente, e l'interesse della Toscana medesima evidentissimo tende a distruggere piuttosto codesti impedimenti, che ad aumentarli. La protrazione della linea in mare accresce un poco la elevazione del letto; ma questo effetto arriva ad essere molto minore in una distanza di tante miglia dalla foce, ed è molto più lento di quello pare che si supponga, supponendosi imminente il pericolo di grandi deterioramenti. Non so quali siano stati i motivi, che hanno fatto rialzare tanto in sì breve tempo gli argini del Bientinese dalla parte del lago; ma ho avuto notizia di una visita fatta, non ha gran tempo, al lago medesimo di concerto da' deputati della Repubblica e della Toscana, nella quale i limiti della gronda di esso lago contro a quello, di cui il Toscano era persuasissimo, si sono trovati con sua sorpresa nel medesimo sito, in cui erano moltissimi anni addietro, ciò che mi fa credere meno imminente il minacciato pericolo. Si aggiunge che come tutto il deterioramento degli scoli da quella parte non può nascere che dall'innalzamento del pelo

dell'Arno, il quale è tanto pregiudiziale alla Toscana, vi è tutta l'apparenza che questa cercherà tutti i mezzi per impedirlo, anzi che per diminuirlo. Tutte queste riflessioni mi fanno ravvisare questa impresa come sommamente vantaggiosa, ma non come tanto indispensabilmente necessaria quanto pare che si rappresenti nella Relazione medesima.

48. In ordine al secondo vantaggio indicato al numero 45, io sono persuasissimo che questa impresa sarà sommamente vantaggiosa al Porticciolo di Viareggio senza recare alcun considerabile, anzi alcun sensibile danno ai terreni adiacenti coltivati. Già ho indicato di sopra il fondamento di questo mio giudizio. Indipendentemente da tutti i calcoli fondati su delle teorie o manifestamente false, o incerte, si vede a occhio, che la grande espansione delle acque nuove sulla vasta superficie del lago di Maciuccoli, e de' pantani adiacenti non permetterà che questa abbia un alzamento rimarcabile: i canali, che condurranno queste acque alla foce di Viareggio, ben curati non eleveranno che pochissimo la loro superficie, impedendosi una considerabile elevazione dalla velocità delle acque accresciute. Le acque delle piene straordinarie, che si scaricheranno pel nuovo canale, non anderanno addirittura alla medesima foce, ma successivamente, e a poco a poco; vi sarà un corpo maggiore di acqua in tutto quel vasto recipiente, che per più lungo tempo ne andrà somministrando una copia maggiore a' canali, ciò che farà che senza una elevazione considerabilmente maggiore, si rimuovano più presto, e più stabilmente gli arresti delle arene portate dal mare in faccia alla foce medesima, e impedirà in gran parte i nuovi, che vi si solevano formare dianzi.
49. Ho veduto con piacere nella stessa Relazione che le materie grosse strascinate dal fiume di Camaiole in mare non solo non arrivano fino alla foce, ma si arrestano in una considerabile distanza da essa. Se mai non mi ricordo in una mia antica Memoria su quel porto vedendo le materie leggiere portate giù da esso fiume, e distribuite sulla spiaggia non solo fino alla foce medesima, ma più in là verso la mano manca, espressi il mio timore su questo arrivo delle materie grosse ancora da quella parte. Giacché correlativamente alle osservazioni minute, e diligenti, che il sig. abate Ximenes ha fatto fare agl'Ingegneri della Repubblica, cessa questo timore, la minorazione de' mali di esso Porto viene ad essere molto meno difficile. Io ne ricavo che i banchi in faccia alla bocca sono formati solamente dalle materie, che vengono dalla parte sinistra, e sono quelle che il Serchio porta giù, e le correnti distribuiscono sulla spiaggia facendola avanzare, e di cui una parte trattenuta anche dalla continuazione del moto delle acque, che si scaricano per la foce, si arresta a formare que' banchi, e un'altra portata anche più avanti, fa crescere ogni anno essa spiaggia anche dalla parte destra.
50. In quella Memoria io feci vedere quanto sarebbe stato non solo inutile, ma anche nocivo quel molo, ch'era stato proposto a forma di una specie di cappello da farsi in faccia alla bocca a una certa distanza per restringere la corrente, che l'Autore supponeva generale, e continua da sinistra a destra fra esso molo, e la spiaggia, e costringerla a pulire il fondo, e tenerlo escavato. Vedo con piacere

rigettato codesto progetto, e dichiarato pernicioso ancora dal sig. abate Ximenes. Io non mi ricordo bene se in quel tempo io avea ancora veduto l'effetto di certi, che sull'Adriatico chiamano guardiani, e sono una specie di palizzate, o di moli costruiti perpendicolarmente alla spiaggia per impedire l'arrivo delle materie strascinate lungo la spiaggia medesima dalle correnti. Queste correnti non hanno mai una direzione perpendicolare alla spiaggia, perché l'acqua non può avanzarsi verso quella parte, la quale non può continuare il suo movimento per dar luogo all'altra, che dee venire appresso; onde le materie che si trovano in qualche distanza nel fondo del mare, non sono quelle che vengono verso il lido. Feci vedere in che consistesse l'equivoco di chi calcolando la velocità, con cui le onde si avanzano verso la spiaggia, attribuita ad essa la spinta delle materie verso la medesima. L'avanzarsi delle onde non forma una corrente di acqua, che abbia un moto progressivo fuorché al fine, ove l'onda alzatasi si scarica sul lido, e va alternativamente innanzi e indietro. L'acqua si alza e abbassa verticalmente e il sito del successivo alzamento si varia in maniera da formare il successivo avanzamento dell'onda senza moto progressivo dell'acqua, massime di quella del fondo, la quale, quand'anche si avanzasse, troverebbe ivi la difficoltà della salita, che dovrebbero fare le materie pel fondo, che s'inalza verso la spiaggia.

51. Ho ivi rilevato ancora, che la corrente generale del Mediterraneo, che per le coste d'Italia, Francia, e Spagna si avvanza verso lo stretto di Gibilterra, d'onde essa parte e si avvanza lungo le coste dell'Africa, non s'inoltra nell'interno del seno che si trova tra il monte Nero di Livorno, e i monti della Spezie. Si forma bene una corrente da' venti, che per poco che siano inclinati spingendo le acque obliquamente, le costringono a correre lungo la spiaggia dall'angolo acuto all'ottuso, e a strascinare seco le arene del lido, spandendo anche per molte miglia lungo la medesima spiaggia quelle materie, che sono scaricate in mare da' fiumi vicini. Di queste correnti, secondo la diversa direzione de' venti, se ne debbono formare ancora a Viareggio, tanto dalla parte sinistra verso la destra, quanto dalla destra verso la sinistra, ed io era persuaso che le prime avrebbero strascinato verso la foce tanto le materie grosse scaricate dal fiume di Camaiole, quanto quelle del Serchio trascorse in vigore delle altre correnti da sinistra a destra. Ma giacché quelle osservazioni pare che dimostrino il contrario, convien dire che i venti da quella parte sieno meno violenti, onde non formino che delle correnti troppo deboli, e incapaci di strascinare le materie grosse scaricate dal fiume di Camaiole. Il male verrà solo dalla parte sinistra, basterà l'applicare il rimedio solamente da quella parte.
52. In Fano vi è una specie di porto formato alla foce di un fiumicciattolo, ed ha i suoi moli. Le correnti cagionate dai venti impetuosissimi, che ivi spingono le acque obliquamente dalla mano dritta alla mano manca, sono così violenti che strascinano non solo le arene, ma ancora le brecce scaricate da un fiume, che si trova da quella parte non molto lontano. Queste non solo si arrestavano in faccia alla bocca, ma spesso saltavano in aria sopra il molo, cadendo nel canale, e

chiudendo totalmente la medesima bocca, finché l'acqua di essa alzatasi fosse in istato da spingerle, e aprirla. Dopo una quantità di rimedj dispendiosissimi, e tutti inutili, fu proposto ed eseguito uno di questi guardiani, che arrestò il corso di quelle materie, e la bocca si trovò dopo stabilmente aperta.

53. Quel guardiano ivi fu formato troppo vicino alla foce, avendolo cominciato accanto al molo stesso esteso obliquamente per allontanarne la punta dalla bocca: fu anche formato troppo debole da non potere resistere lungo tempo alla furia di quelle correnti, che ivi sono formate da' venti violentissimi, onde soffrì considerabilmente, e non so in che stato si trovi presentemente quel piccolo porticciolo; ma io sono persuasissimo che quella specie di rimedio, adoprato a dovere, debba riuscire efficacissimo in simili circostanze; e quelle del Porto di Viareggio mi paiono tali da richiederlo assolutamente, e indispensabilmente. Credo che il cambiare la direzione de' moli non farà mai gran cosa, e da tanti cambiamenti fatti inutilmente si ricava a mio giudizio che conviene ricorrere ad altro espediente. Que' cambiamenti sono stati utili col serpeggiare di quel canale a mettere un poco al coperto le barche dalla infiltratura de' venti, e rompere le onde; ma finché le correnti laterali cagionate dalla spinta de' venti potranno strascinare le materie portate in mare dal Serchio verso la foce, facendo avanzare ivi ancora la spiaggia, il fondo anderà scemando, e dette materie arrestate in parte dalla corrente dell'acqua, ch'esce da essa foce, e in parte dal ritorno dell'acqua delle onde, che rotte sul lido vanno ivi innanzi e indietro, si troverà ad ogni tanto una considerabile mancanza di fondo fuori della bocca, e si formeranno de' banchi in faccia.
54. Ma se in qualche distanza, come di un mezzo miglio, si forma un molo perpendicolare alla spiaggia avanzato in mare di alquante pertiche, esso arresterà le materie del Serchio strascinate dalle correnti, e la bocca del canale, e il tratto contiguo intorno si troveranno stabilmente liberi dagli arresti con un fondo sufficiente stabilito, senza che la spiaggia medesima ivi possa avanzarsi. Si anderanno addossando le materie all'angolo dietro il molo, e non passeranno avanti che quando avranno empito tutto quel sito con una sinuosità fino alla punta. Vi vorrà del tempo per questo, e allora si potrà slungare il molo medesimo. Questi allungamenti saranno tanto più rari quanto più si anderà innanzi, perché si troveranno i siti più profondi, e la linea curva della riempitura avrà il suo principio più lontano dal molo.
55. In vece di un molo murato si potrà adoprare semplicemente una fila doppia di palizzata ficcando i pali ben profondi, legandoli con traverse orizzontali parallele, e perpendicolari alle loro file, ed empiendone l'intervallo con fascine, e sassi, come si fa a Fiumicino, ch'è l'imboccatura navigabile del Tevere, con quelle che ivi si chiamano passonate, e si avanzano in mare fino al sito di un fondo sufficiente a ricevere i navicelli, e le tartane. Come l'arena vi si anderà addossando dietro, essa medesima servirà a rassodare il lavoro contro l'urto dell'onde, le quali per altro in sito di spiaggia poco profonda non sono mai eccessivamente violente.
56. Dove le correnti sono forti da amendue i lati, si possono fare due di questi guardiani uno per parte: la spiaggia si avanzerà fuori di quell'intervallo, e in esso si

formerà una specie di seno, in mezzo a cui si troverà la foce sgombra di arresti. Se qui, contro a quello che si ricava dalle suddette osservazioni, si trovasse che anche la corrente della mano dritta corrodessa la spiaggia bastantemente per ammettere le materie verso la bocca, si potrà adoprare il rimedio del doppio guardiano, uno per parte: questo sarà anche più efficace in Viareggio, dove uscirà fuori dalla bocca una corrente quasi continua, o almeno molto meno interrotta di quello, che lo è presentemente dalle maree alte, e dalle tempeste, formata di acque chiare perenni, che non depositeranno nulla, ed aiuteranno a tenere abitualmente pulito, ed incomparabilmente migliore quel piccolo porto.

57. Il terzo, ed ultimo vantaggio, di cui mi era proposto di parlare è quello della navigazione diretta, che si può acquistare dalla città a Viareggio, e per conseguenza una comunicazione libera co' paesi lontani senza dipendenza dagli stati altrui. Questo sicuramente è un vantaggio prezioso, massime dovendosi perdere l'altra navigazione, veramente poco felice e incomoda, e soggetta alla giurisdizione della Toscana, ma pure navigazione attualmente esistente per la Serezza. Io la desidero molto, ma non posso lasciare di far riflettere, che se si lasciasse da parte codesto vantaggio, contentandosi solamente dello scolo, che ne dà tanti altri, la spesa si diminuirebbe moltissimo. Non vi sarebbe bisogno di quello stradello, o banchina continuata per tutto il canale sotterraneo, che credo assolutamente necessaria per la navigazione, e che costringe a dare una larghezza tanto maggiore a un tratto sì lungo, il più difficile di esso canale.
58. Inoltre io sono persuaso, che per avere un puro scolo, basterebbe un canale molto più ristretto di quello, che qui si propone, massimamente se si dà al medesimo tutta la pendenza, che può avere. Si sa che i canali, che partono da un recipiente, scaricano tanto maggiore quantità di acqua, quanto la pendenza è maggiore. Quindi per un canale tanto inclinato correrebbe in tempo uguale una quantità d'acqua molto maggiore, che per la Serezza quasi orizzontale, quando anche esso fosse molto più ristretto, e si sarebbe più sicuri da ogni specie di deposizioni, e arresti. La navigazione principalmente è quella, che mi fa dubitare, come mi sono espresso di sopra, se debba darsi al canale tutta la pendenza, oppure una inclinazione molto minore con una conca nel fondo. Conviene esaminare quale possa essere l'eccesso della spesa abituale necessaria per portare le robe, che la città, ed i paesi superiori possono mandare fuori, o ricevere da' paesi esteri per terra, o parte per terra e parte per acqua dalla città a Viareggio, e da Viareggio alla città, e vedere se il fondo necessario per codesto aumento di spesa possa temersi inferiore a quello, che vi vuole per accrescere la larghezza del canale, e renderlo atto ad avere una tale navigazione.
59. Così mi trovo alla fine delle riflessioni, che riguardano lo stato fisico dell'affare, correlativo principalmente alla costituzione delle circostanze. Suggesterò dopo di esse la seguente considerazione, ed è che mentre ora i terreni della Repubblica hanno due scoli determinati dall'attuale pendenza naturale del terreno, uno verso il Serchio e l'altro verso l'Arno, con questa operazione non tanto si riduce ad averne

un solo, ma, oltre alle acque sue, viene la Repubblica a ricevere una quantità di acque della Toscana, cioè di tutto il terreno Toscano adiacente al lago incluso forse anche tutto il Bientinese, e l'altro che si trova alla destra della Serezza. Per una sì grande quantità di acque non vi rimarrebbe lo scarico che per un'unica strada. Questa è una riflessione, che va fatta, e non posso dispensarmi dal suggerirla; ma insieme dico che essa non mi spaventa, né mi rimuove dal consigliare positivamente l'impresa, purché si adoprinò le cautele, che stimo necessarie per ogni accidente futuro. Se vi fosse speranza di scolare le acque del lago, e sue adiacenze per l'altra via indicata dalla natura con la pendenza del terreno, consiglierei ogni tentativo per riuscirvi.

60. Lo scolo per quella parte può migliorarsi con la rimozione di tutti gli ostacoli, che s'incontrano in Arno, e con l'accrescere la pendenza di esso per via di rettificazioni del suo letto, il quale, come vedo nella carta, serpeggia molto fra la Serezza e Pisa, e forse anche fra Pisa, e il mare, la quale operazione diminuirebbe anche le piene superiori di esso Arno. So poi che per iscolare il Bientinese si era proposta altre volte una botte sotto l'Arno; onde con una botte sotto di esso potrebbe farsi fare scolare lo stesso lago, il cui fondo è superiore a quello delle pianure situate di là da esso fiume, ma sicuramente potrebbe diminuirlo. Non so poi quale sia la grossezza del monte verso Vico-Pisano, e se vi sia modo da mandar via l'acque superiori al mare col suo traforo. Tutte queste operazioni assicurerebbero la Repubblica molto più per ogni accidente futuro; ma non ho alcuna speranza che possa pensarvisi seriamente.
61. Questo accidente futuro non è impossibile; esso consisterebbe in una di quelle rivoluzioni, che accadono sul globo, e che potrebbe impedire l'unica strada residua per lo scolo di tante acque. Non parlo delle grandi rivoluzioni, per le quali i monti nascono, e si sprofondano, come anche tante isole sono nate e scomparse, né di quelle minori, per le quali essi a mio credere non così di rado si alzano un poco, o si abbassano; ma un Terremoto più violento de' soliti può scuotere la montagna, e il piano, e rovinare i muri, e le volte del Condotto sotterraneo, arrestando così il corso alle acque, che impedito per sempre lo scolo per l'altra via, innondarebbero le campagne tanto le Toscane, quanto le Lucchesi del fondo del lago ridotte a coltura, e le adiacenti, e inoltre le Lucchesi di tutta la sua pianura. Una simile disgrazia non è probabile se il lavoro si fa con la debita solidità; ma è ben possibile e le gravissime, e perniciosissime conseguenze mi spingono a suggerire che sarebbe bene di premunirsi anche contro una sumigliante disgrazia.
62. Se per un simile timore si dovessero abbandonare le grandi imprese, si sarebbero in tanti stati perduti tutti i grandi vantaggi, che si sono ricavati da operazioni simili a questa, e ad altre moltissime. Questi nel caso nostro, durando la presente costituzione delle circostanze, sono grandissimi, né vi è menomo danno da temersi dalle acque Toscane ammesse nel Lucchese, finché il canale esiste illeso, e dà libero scolo alle medesime fino al lago di Maciuccoli per un Condotto tanto profondo; ma conviene a mio giudizio, premunirsi anche contro un simile accidente, e questa

precauzione consiste nell'impedire che il canale della Serezza con le sue cateratte sia distrutto, o danneggiato, per potere in ogni caso di codesta possibile disgrazia tornare al sistema presente meno felice, ma non altrettanto intollerabile, quanto lo sarebbe la perdita del nuovo canale da una parte, e quella della Serezza dall'altra. Suggesto queste riflessioni, quantunque io desidero l'esecuzione del progetto, e temo che quei, che non esaminano le cose a fondo, possano a torto prenderne delle impressioni sinistre, perché credo mio dovere il presentar l'affare nel vero suo lume, acciò la risoluzione si prenda con piena cognizione della sua natura.

63. Aggiungo per ultimo un'altra riflessione quantunque io sia persuaso, che essa non sarà sfuggita alla penetrazione de' signori Deputati, che per la spesa conviene chiedere alla Toscana una contribuzione proporzionata ai rispettivi vantaggi: tra questi va considerato l'acquisto de' nuovi terreni coltivabili, il miglioramento di quelli, che sono attualmente coltivati, e anco lo sgravarsi da tante sue acque gettate sul Lucchese senza menomo suo pericolo.
64. Queste sono le riflessioni, che mi si sono presentate allo spirito nell'esaminare l'affare propostomi, e la relazione che lo contiene con tutta quella premura ed attenzione, che dee avere un cittadino per la sua patria, e molto più se non è tale per un effetto necessario delle cause naturali, ma per una libera scelta di adozione; ma mi rimetto in tutto al più purgato giudizio de' signori Deputati, e di tutto l'Eccellentissimo Consiglio, quale sarò sempre prontissimo a servire con tutto lo zelo possibile in qualunque congiuntura, in cui si degni prevalersi della mia opera.

*Copia di Lettera di Parigi in data del dì 8 Aprile 1781 del signor abate Boscovich scritta al signor Gio. Attilio Arnolfini, da servire per Appendice alle sue Riflessioni sopra il nuovo Ozzeri*

Ricevo la sua de' 20 Marzo con alcune osservazioni sulle mie Riflessioni, alle quali rispondo, e la prego di unire una copia di questa risposta alle medesime.

In primo luogo sento che ho preso un equivoco su quello che ho detto al n.º 47 appartenente all'estensione del lago. La supposizione, che io ho intesa pel lago di Bientina, a quello ch'ella mi scrive, appartiene all'altro di Maciuccoli. Se io fossi stato presente costì avrei facilmente schiarito codesto punto di fatto locale. L'ho attribuito al primo più facilmente, perché da una parte la persuasione, in cui era, che da gran tempo la Steccaia di Ripafratta non sia stata rialzata, e dall'altra pure da gran tempo il perno resti a un dipresso verso gli stessi siti dell'Ozzeri mi pareva evidente, che il pelo del Serchio non poteva essersi alzato in tanta vicinanza della Steccaia, se questa non era stata rialzata, tanto più che la bellissima, ed utilissima operazione, con cui ella ha frenate l'espansioni di detto fiume, dee averne piuttosto escavato il fondo, e accresciuta la velocità delle sue acque; e l'alzamento del pelo del lago di Bientina par evidente, che debba fare accostare il perno al recipiente se questo si mantiene alla medesima altezza, e molto più se si abbassa. Non vi è che un considerabile eccesso di pendenza



dal perno al lago sopra il bisognevole a scaricarvi le acque laterali, che possa impedire l'accostamento del medesimo perno al recipiente nelle due supposizioni. Questo punto dipende dall'esame locale, e dalla livellazione dell'Ozzeri, che noi facemmo insieme, di cui io non ho copia. L'altro dell'alzamento del pelo del lago di Bientina può verificarsi direttamente con l'esame degli stabili, sulli quali debbono essersi segnate in addietro le sue altezze, e indirettamente co' limiti della sua ordinaria espansione sulle sue gronde. Codesti punti si possono liquidare facilmente costì. Ella avrà sicuramente de' documenti, che possano dimostrare codesto inalzamento, e un recente, e continuato accrescimento della infelicità degli scoli, per cui possa temersi che in breve il male si riduca ad essere assai pernicioso. In tal caso il rimedio del nuovo scolo attraverso de' monti, che io ho consigliato come sommamente vantaggioso, si renderà necessario, e converrà sollecitarne l'esecuzione. Questi punti possono, e debbono verificarsi costì.

In ordine ai calcoli fondati su delle ipotesi, che sono sicuramente false, per determinare l'altezza, alla quale arriverà un recipiente per l'arrivo d'un influente, io per me li eviterò sempre credendoli un ornamento inutile è vano. Se il Frisio non approva quella parte dell'opera del Lecchi, in cui egli evidentemente dimostra l'insussistenza delle teorie comunemente adoperate, e anche le suggerite dagli Autori i più classici, io sono veramente di sentimento contrario, ed io ho suggerito tutto quello, che si trova nelle due prime parti di quell'opera al medesimo Lecchi, nelle quali si vede abbastanza una precisione d'idee, e solidità di ragionamenti molto diversa da quello, che si trova in tutte l'altre sue Opere. Io gli suggerii pur quello che appartiene al caso, in cui l'asserzione del Genneté potrebb'esser vera; ma credo quel caso rarissimo, e la circostanza della somma delle resistenze accresciute, uguale alla somma delle forze, che si aggiungono, col supporre la velocità proporzionale alla nuova quantità di fluido, non cade sotto l'ispezione oculare, né potrà mai verificarsi ne' casi particolari. Il mettere la diffidenza quelle teorie, e i calcoli fondati sopra di esse, giova a far vedere la necessità di un gran numero di osservazioni, e di esperienze, per poter alla fine trovar delle regole, che diano qualche probabile risultato, e almeno assicurino de' limiti. Credendo io inutile quella sorta di calcoli, ho indicato il mio sentimento, ch'è quello d'impiegare un giudizio prudenziale di persone, che hanno molta pratica in queste materie. Ho affermato che il sig. abate Ximenes dee avere in questo genere una grandissima preferenza, avendo una grandissima esperienza unita al suo talento. Ella ancora ha molta esperienza, e l'hanno forse varj de' loro Ingegneri: ne ha il sig. Zanotti, la cui ispezione locale sarà per ciò anche giovevole; ma un poco più o un poco meno di altezza dell'acqua nel nuovo Ozzeri non tira a conseguenza. Si vede a occhio che la grande pendenza per codeste, che saranno acque chiare, dee far presto smaltire le piene. L'espansione grandissima di esse sul lago di Maciuccoli fa vedere ad evidenza che non vi può essere un considerabile rialzamento di pelo nelle fosse, che le porteranno al mare, e basta un colpo d'occhio sulle carte per fare svanire i timori di quelli, che hanno i torrenti adiacenti: sicuramente non possono averne alcun notevole pregiudizio.

I calcoli della spesa sono di altra natura: in essi si può avere con una morale sicurezza il limite, oltre al quale essa non anderà. La maggior parte de' dati è sicura, e la

quantità dell'escavazioni necessarie si determina con precisione geometrica. In ordine a questi, io ho esposto la necessità di ricominciarli, adoprando altri dati, o si voglia la navigazione, o no. Io poi non poteva portare alcun giudizio sulli prezzi. Ho reso però la dovuta giustizia al sig. abate Ximenes, dicendo, che avendone rifatti varj li ho trovati giusti; ma in tanta molteplicità vi è sempre del pericolo, al quale conviene andare innanzi. Sono molto interessanti i calcoli delle effemeridi sopra tutto per la marina. Un Accademico il più accreditato in ordine al calcolo materiale numerico fa la conoscenza de' tempi ogni anno in Parigi, e ogni anno vi si trovano degli sbagli, perché è solo. In Londra, dove non si bada a spesa, tre calcolatori sono impiegati per li luoghi della Luna, dell'Almanacco Nautico, e ben pagati. Quando non si trovano conformi i risultati di due, il terzo dee rifare, e vedere, dov'era lo sbaglio. Trattandosi di oggetto sì interessante ho insinuata, e provata la necessità di far verificare codesti calcoli, ed insisto anche ora sulla necessità di far rifare da' loro Ingegneri quelli, che si dovranno far ora su' nuovi dati. Ho rilevata l'incertezza della teoria del sig. abate Ximenes sulli pozzi, la quale rende meno sicuri i medesimi dati fondamentali in quel genere; ma ciò mi è parso necessario per far vedere che codesta sorte di lavori non può darsi a cottimo che al più dopo le prime esperienze. Questo articolo rende un poco incerto il risultato, ma si possono facilmente oltrepassare i limiti della spesa, che possa temersi in questa parte, e questo non è un grande oggetto. L'incertezza resta sulla costituzione dell'interno del monte; ma qui ancora si può cacciar via ogni timore col vedere, che simili operazioni si sono eseguite con delle spese molto mediocri in tanti siti. Io ne ho accennato qualch'uno, oltre a quelli che il sig. abate Ximenes aveva nominati. Ma è cosa troppo notoria che ve n'è una grande quantità tanto fra gli antichi, che fra i moderni.

Vedo con piacere che s'inclina a fare un semplice canale di scolo. Sicuramente male si accordano insieme canale di scolo, e canale di navigazione. Il primo richiede molta pendenza la maggiore possibile; il secondo la minima, talmente che ovunque essa è un poco grande conviene adoprare le conche, o sia chiuse. Determinandosi al semplice scolo sicuramente la spesa diminuirà moltissimo, com'ella ha trovato, e in questo genere vedo pure con piacere, che la mia memoria non è stata inutile. La volta potrà anche farsi più piatta, e allora sarà utile la generalizzazione che ho dato per la costruzione della volta su' principj analoghi a quelli, ch'esso sig. Abate aveva adoprati. Il canale sotterraneo sarà, credo, da preferirsi dovunque, l'aperto porta spesa maggiore.

Mi resta a parlare della difficoltà, che ho giudicato di non omettere de' terremoti. Questa ho ben detto che non dee ritirare dall'impresa, ma dee assolutamente determinare a garantirsi sul diritto di ritornare allo stato antico in caso di una somigliante disgrazia straordinaria. Credo codesto pericolo molto minore in un piano, che in un monte, perché i luoghi montuosi sono più soggetti a' terremoti, che i piani. Il canale sotterraneo in un monte può soffrire un danno più difficilmente riparabile, che l'aperto in un piano. Queste riflessioni mi sono parse necessarie per precauzionarsi. Non temo una disgrazia imminente in questo genere, ma la sua possibilità mi spinge a raccomandare che si stipuli la conservazione del canale della Serezza con le visite di tanto in tanto, e con l'obbligo agli adiacenti di rifarne i danni, se l'ingombrano col lavorare i

bordi, e farli cadere nel fondo. I terremoti non danno alcuna speranza di vantaggio con una voragine, che possano aprire. Questa è più rara, che lo scombusso degli strati interni, e poi presto si empie, e lascia libero il corso al resto.

Queste sono le riflessioni, che ho giudicato di esporre in questa lettera, pregandola di unirne una copia alla mia memoria, e con le più sincere espressioni mi confermo per sempre.



## 19 Scrittura sul nuovo Ozzeri (1782)



*Andamento del Nuovo Ozzeri da Massaciuccoli al lago di Bientina*<sup>231</sup>

Alcuni autorevoli proprietari lucchesi<sup>232</sup>, pur riconoscendo la propria incompetenza in materia idraulica, presentarono in quattro memorie una serie di reclami contro il *Piano* proposto da Ximenes per il nuovo Ozzeri<sup>233</sup>. Le obiezioni sollevate contro tale progetto furono: la sua difficile esecuzione, la sua inefficacia nel rimediare ai bisogni per cui era stato ideato, l'eccessiva spesa, i danni temuti, in particolare l'infezione dell'aria e il deterioramento dei terreni coltivati, e l'omissione di altri rimedi più opportuni e meno dannosi. Il Magistrato Lucchese, responsabile dei paduli di Sesto, trasmise le quattro scritture a Boscovich che, dopo averle esposte, le dimostrò prive di fondamento<sup>234</sup>. Il resoconto di questo esame fu la *Scrittura fatta a Ripoli sul nuovo Ozzeri*.

<sup>231</sup> XIMENES [1782].

<sup>232</sup> Si trattava dei signori Agostino Matteucci, Gio. Francesco Mansi, Nicolao Orsucci, Giuseppe Tucci, Giuseppe Nicolao Orsucci e Ferrante Cittadella.

<sup>233</sup> XIMENES [1782].

<sup>234</sup> Le stesse memorie furono esaminate anche da Ximenes. Si veda BARSANTI - ROMBAI [1987], p. 60.

Dal momento che le risposte date da Boscovich non bastarono per soddisfare gli oppositori, la Repubblica decise di consultare sull'argomento Anton Maria Lorgna, il quale si espresse favorevolmente al progetto di Ximenes di dare esito alle acque del lago di Bientina mediante una botte sotto il Serchio, ma dissentì sul modo di costruire il canale e sul luogo dove farlo sboccare in mare. Lorgna infatti, anziché dirigere l'emissario nel lago di Massaciuccoli e successivamente nella foce di Viareggio, suggerì di inviare il nuovo Ozzeri in mare con un canale che sfociasse direttamente presso Vecchiano, tra Migliarino e Bocca di Serchio<sup>235</sup>. (mgl)

*Scrittura dell'ab. Ruggiero Giuseppe Boscovich sulle difficoltà proposte da' Sig.ri Interessati contro il progetto del Nuovo Ozzeri*<sup>236</sup>

1. Essendomi state trasmesse dagli Ill.mi Sig.ri del Magistrato Lucchese, che ha il dipartimento de' paduli di Sesto, e ciò per ordine dell'Eccellentissimo Consiglio, quattro Memorie, che contengono le difficoltà proposte dagli Interessati, contro il progetto del nuovo Ozzeri proposto da persona versatissima in queste materie, e con unanime consenso pienamente approvato in tutto l'essenziale da due Professori scelti dal medesimo Ecc.mo Consiglio per esaminarlo, uno de' quali è stato il celebre Sig. Dottore Eustachio Zanotti, ed io ebbi l'onore di essere scelto per l'altro; mi sono messo subito a leggerle con quella premura, che m'ispirava un oggetto, da cui dipende la salute, o la rovina totale della miglior parte dello stato ristretto, e col tempo della città medesima. Ho consultato insieme un giornale di osservazioni esatte sugli movimenti delle cataratte della Burlamacca, e della Parabola, che ho trovate aggiunte alle Memorie medesime.
2. Ricercato prima di averle in mano di portarmi alla faccia del luogo per esaminarlo, e giacché le mie attuali indisposizioni, e circostanza non mi permettevano di girare per le campagne, almeno di fare una scorsa a Lucca per conferire co' Signori Autori delle medesime, mi ero offerto ad espormi a questo, che ora per me sarebbe stato un gravissimo incomodo colla speranza di recare qualche vantaggio ad una, che, come mi sono espresso nel mio primo parere, per loro bontà è divenuta mia seconda patria; ma dopo l'esame attento di tutti que' fogli, ho riconosciuto con tutta l'evidenza la totale inutilità di cotale gita. Essa poteva essere giovevole, quando vi fossero stati de' punti nuovi da esaminare, e schiarire nelle conferenze vocali. Ma con molto mia sorpresa non vi ho trovato nulla, che non fosse già o formalmente, o equivalentemente considerato, e schiarito nelle nostre previe relazioni. Avevo veduta una lunga Memoria sul

<sup>235</sup> *Discorso intorno all'inalveare e rivolgere al mare le acque dello stato Lucchese di Anton Maria Lorgna sottoscritto di mano dell'autore in Verona, il 1 Aprile 1784*, Archivio di Stato di Lucca, *Deputazione sopra il nuovo Ozzeri*, n. 159. Si veda BONGI [1872], p. 319.

<sup>236</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 44, cc. 22.

medesimo oggetto presentata a S. A. R. il Granduca dal Sig. Provveditore de' fossi di Pisa col medesimo fine, e spirito, con cui vedo distese queste, tendente a spaventare dalla intrapresa, la quale oltre a varie cose qui ripetute ne conteneva molte altre, capaci molto più di queste a fare dell'impressione a quelli, che non sono appieno versati in queste materie, ed incutere de' timori. Interrogatone da quel perspicacissimo Principe mi ero dato l'onore di fargliene vedere la totale insussistenza, di maniera, che avendo egli prima arrestati de' passi correlativi a questo oggetto, ha messa via da parte quella scrittura, e dato pieno corso ad esse disposizioni. Quindi nulla mi arriva di nuovo, e per cui possa io richiedere schiarimenti ulteriori, o darne a voce meglio di quello, che possa fare in iscritto qui, come mi accingo a fare, e ciò senza troppo diffondermi, non esigendolo l'oggetto. Io son persuaso, che i Sig.ri Oppositori sono pieni di zelo pel bene pubblico; ma so ancora, quanto un appreso pericolo relativo a' proprj attuali interessi può fare d'impressione negli animi, memore di quel celebre, e verissimo in tutta l'ampiezza dell'espressione, sentimento dell'antico poeta: Res est solliciti plena timoris amor.

3. Comincerò dal ridurre a pochi capi generali tutte le difficoltà, che si contengono nelle stesse Memorie, o almeno le principali fra esse. Questi si riducono a cinque. Difficoltà nella esecuzione del progetto, sua inefficacia a rimediare a' bisogni per li quali è stato ideato e proposto: spesa eccessivamente maggiore della supposta, necessaria alla esecuzione, danni, che possano aspettarsene come necessarie conseguenze, omissione di altri migliori metodi per ottenere il bene desiderato senza alcun pericolo di cattive conseguenze.
4. In ordine alle difficoltà da incontrarsi nella esecuzione del progetto, vedo bene, che esse derivano principalmente dal non essere pratici i Sig.ri Oppositori dei metodi, che si adoprano in somiglianti lavori. Da questo è nato ciò, che trovo in una di esse scritture, che non si capisce, come possa farsi una volta in canale sotterraneo. Basta il considerare, che se ne sono fatte tante in tanti luoghi. Sicuramente, se l'esecuzione dell'opera si affida a persone, che non si sieno abilitate a soprintendere colla lunga lettura, e considerazione de' mezzi adoprati altrove, e coll'esperienza di lavori analoghi, oltre a un talento naturale, e perspicacia sufficiente, si troveranno delle difficoltà insormontabili. In questo genere mi perdonino la libertà, che mi prendo di esporre la sorpresa, che mi ha cagionato una notizia trasversale giunta nel momento, in cui mi accingevo a stendere questa Memoria. L'Eccellentissimo Consiglio ha tra suoi membri una persona piena di talento, di lumi, di zelo, che in tante congiunture ha dati tanti saggi di queste qualità essenziali impiegate con tanto successo, e vantaggio, frenando per lasciar tante altre i furori del gran nemico vicino coll'armarsi bene le ripe del Serchio, che da tanto tempo si è occupato continuamente di questo medesimo progetto vantaggiosissimo, e sicurissimo, se l'esecuzione ne viene ben assistita, e diretta, che fin ora ha avuto correlativamente a questa impresa medesima tutta la pubblica confidenza; e mi si suppone, che tutto in un tratto ne sia stata tagliata

fuora, trasferendosi tutta la cura di un affare così importante in altri, che saranno sicuramente forniti di zelo uguale, e di capacità conosciuta; ma non possono avere, né la medesima esperienza, né i medesimi lumi. Io mi persuado, che l'Excellentissimo Consiglio pieno di saviezza in tutte le sue determinazioni avrà avuto degli efficacissimi, e giustificatissimi motivi per fare questo passo; ma non posso in conto alcuno dispensarmi dal replicare, che la scelta di chi deve soprintendere, dirigere, invigilare è la cosa la più essenziale. Non parlo per alcun senso di amicizia privata: non ho in questo suggerimento alcun interesse particolare, se non è quello di veder totalmente inutili le antiche, e le presenti mie fatiche, se non si bada seriamente al medesimo. Lo zelo del pubblico bene mi spinge solo a insistervi, e spero, che mi si perdonerà il candore geometrico, e la libertà che mi prendo nel fare questa, che parerà ad alcuno digressione inopportuna, e che io giudico parte essenzialissima per l'oggetto, che tratto.

5. Nasce dalla sorgente medesima un'altra difficoltà, che trovo in una di queste scritture, dell'impedimento, che reheranno al lavoro le polle d'acqua, che si incontreranno ne' siti del canal sotterraneo. Di queste se ne sono incontrate quasi da per tutto, ove si sono fatti somiglianti lavori; ma si fanno di mano in mano de' canaletti laterali per smaltirle. Ciò deve riuscire molto più qui, dove vi è una considerabile pendenza, e dove il lavoro dello scavo si deve cominciar dal fondo. Mi ha veramente sorpreso il veder esposto il pericolo di un tal gonfiamento del lago di Macciucoli, da entrar nel cavo già fatto, e affogarvi dentro i lavoranti, come se non si sapesse, che quel luogo non è suscettibile, che di piccolissimi alzamenti a paragone della posizione dello sbocco, e altezza del canale. Si vede bene, che la fantasia di que' Sig.ri era occupata da un timore panico, che non lasciava la libertà alla riflessione. In questo genere è più sorprendente quello, che ha correlazione a questo gonfiamento di esso lago, e che fa vedere, che i Sig.ri Oppositori non sono avvezzi a trattare di queste materie. Dicono, che potrà questo canale formare una tale comunicazione tra il lago di Macciucoli, e quel di Sesto, che quello potrà per esso risalir in questo, in vece di ricevere le sue acque. Il canale ha 14 braccia di pendenza da un lago all'altro, e per esso vogliono far temere, che l'acqua vada in su dall'inferiore al superiore. Se mai volessero pubblicare queste loro difficoltà, li prego a seguire il mio consiglio, di sopprimere questo passo, il quale solo basta per far conoscere, di che peso sono i loro dubbj, e timori. La loro riputazione deve essere troppo interessata ad una tale soppressione.
6. In ordine alle altre difficoltà appartenenti alla esecuzione io prego l'Ecc.mo Consiglio a considerare, che tutto quello, che appartiene a questo punto è stato maturamente considerato, ed esaminato da quelli, a' quali esso ha giudicato di affidare l'esame del progetto. Al sentimento uniforme, con cui questi non punto prevenuti, né stimolati da alcun proprio interesse, hanno giudicato non esservi alcuna difficoltà in questo genere capace di determinar l'abbandono di esso progetto, dovrebbe l'Ecc.mo Consiglio deferir molto più, che a' timori di persone rispettabili per mille titoli; ma tanto meno versate in questo genere e prese da



un timor panico eccitato, e fomentato dal pericolo appreso di qualche danno del privato loro interesse.

7. Vedo confermato il lor timore da qualche esempio di questo genere, come da quello del traforo fatto eseguire da Claudio per iscolar un gran lago senza l'esito desiderato, e dalla cattiva riuscita di qualche altro progetto di altri generi pure mal riuscito. Si consideri, in che tempo fu fatta l'operazione di Claudio. Essa mancò pel livello preso male: di questo sbaglio non vi è pericolo a tempi nostri, trattandosi di tante diligenze usate da persone sì rispettabili. Ma quante altre imprese del medesimo genere sono riuscite felicemente, anche a tempi antichi! Il lago di Castello, o sia d'Albano, che di tanto in tanto traboccava inondando le campagne adjacenti, fu abbassato per l'altezza maggiore di due campanili, e ristretto, per via di un canal fatto attraverso del monte, che lo conteneva, per cui scola anche in oggi. Le acque della fontana di Trevi di Roma, che oltre alla gran coppia di quelle, che fanno comparsa in pubblico, e poco più avanti fanno andar un molino, forniscono delle grosse fontane perenni a quasi tutte le tante case anche particolari del piano della città, formano una specie di fiume in cui si va in barca; esse corrono pure per più miglia in un vasto canale sotterraneo, che ha sopra di se gran quantità di terreni altissimi, e di colline, e si mantiene ancora dopo tanti secoli. Quanti esempj poi vi sono di riuscita felice più recenti! Il gran canale, per cui il Vanvitelli fa andare un vero fiume di acque a' gran giardini di Caserta, passa per due monti traforati uno di sasso vivo, e l'altro di terra, ed il traforo è tale, che prima egli desse l'acqua, il Re con tutta la famiglia Reale lo passeggiò da un estremo all'altro. Vi sono tanti esempj di canali in Francia sotterranei per qualche tratto, e il grandioso di Piccardia eseguito per un pezzo senza niuno degli ostacoli qui temuti, che non sia stato superato dall'arte. Basta adoprare gente idonea, e un Direttore capace, vigilante, impegnato alla buona riuscita per dileguare tutti codesti timori.
8. Passando al secondo de' 5 articoli proposti trovo in una delle Scritture un rimprovero irragionevole contro il progetto, con cui si dice, che il medesimo non corrisponde punto a' vantaggi promessi, e sperati: che i grandi mali dello stato Lucchese sono due, le inondazioni cagionate dal Serchio, e le espansioni del lago di Sesto: che si sperava, il progetto rimediasse ad amendue; ma che si vedeva limitato a procurar solo il secondo, e che neppure questo si sarebbe ottenuto: che inoltre si era promessa una comoda navigazione dalla città fino al mare, e una spesa assai tenue per rapporto all'utile, che se ne doveva ricavare, non essendovi ne l'uno, ne l'altro di tali vantaggi.
9. Di questi ultimi articoli parlerò più innanzi: intanto in ordine al primo basta leggere le memorie stampate per vedere, che il progetto non è stato mai enunciato, come un rimedio alle inondazioni del Serchio, e neppure è stato concepito direttamente a fine di impedire le espansioni del lago. Il fine immediato è stato il dare lo scolo alle campagne Lucchesi, le quali andavano sempre più rovinandosi per mancanza di esso scolo impedito da una parte dal Serchio, e dall'altra dall'Arno. L'asciugamento del lago è venuto in conseguenza del metodo impiegato per

ottenere quel fine, e la navigazione è stata considerata, come un vantaggio secondario, che ne derivava. Alle inondazioni del Serchio immediate vi ha così bene rimediato il Sig. Attilio Arnolfini colle sue scogliere: mediate pel rigurgito de' suoi influenti richiedono la continuazione del rimedio delle arginature adoperate fin ora, conservandole in buono stato.

10. È poi sicuramente privo d'ogni fondamento tutto quello, che si propone per metter in dubbio l'asciugamento del vasto terreno occupato presentemente dalle acque del lago di Sesto, a riserva di quel piccolo laghetto, che si è detto dovervisi lasciare per li motivi addotti nelle scritture stampate. Si dice dagli oppositori, che non vi è pendenza sufficiente, e a questo proposito si adduce quel paradosso sì strano, che anzi possa per quel canale il lago di Macciucoli scaricar le sue acque in quel di Sesto: si dice, che non si capisce come le acque del nuovo Ozzeri sepolte per sì lungo tratto sotterra possano risalire al lago di Macciucoli: si fanno varj raziocinj presi dal confronto col Serchio, che colle espansioni uscendo dal suo letto la giù sotto Librafratta, appena una volta dopo una gran rotta è arrivato al lago di Macciucoli: si dice, che per questo, e per la quantità di tante acque, che devono entrare nel canal sotterraneo, esso verrà anche ad empirsi tutto: si fa forza sulla differenza, che passa tra li fiumi, e questa sorte di canali: si dice, che come in tanti secoli il lago di Sesto non si è scaricato tutto in Arno per la Serezza, così non potrà scaricarsi pel nuovo Ozzeri nel lago di Macciucoli, e si afferma, che la pendenza della Serezza è maggiore di quella, che deve tenersi in questo nuovo canale.
11. Temo di annojar troppo coll'andar dietro a tanti articoli fondati in parte de' fatti falsi, e in parte su de' raziocinj, che non sussistono, ma pure son forzato a diffondermi per togliere le prevenzioni, che si possono eccitare negli animi di quelli, che non sono abituati alla considerazione di queste materie, e non hanno dalle teorie i lumi sufficienti a giudicarne. La quantità della pendenza è stata determinata con tante livellazioni fatte da persone fidate, e praticissime, che essa è un fatto sicurissimo, contro di cui non vagliono punto i raziocinii indiretti ricavati da quelle espansioni del Serchio, a' quali sarebbe facile il dar delle risposte immediate; ma ciò è inutile, mentre si tratta di un fatto così assicurato colle immediate osservazioni: queste fanno, che l'acqua sepolta nel canal sotterraneo non debba risalire per andar nel lago di Macciucoli, ma continuar a scendere: fanno, che non vi sia minimo pericolo di codesta empitura del canale fino alla volta, ne è vero, che questa abbia temuta il Sig. Ab. Ximenes, se si danno le misure da lui proposte al canale. Egli, ed il Sig. Zanotti tanto sono stati lontani dal temer questo pericolo, che anzi hanno affermato esservi tutta la sicurezza per la navigazione, la quale esige più braccia dalla superficie dell'acqua fino alla volta: essi hanno considerata tutta la quantità delle acque tanto di quelle, che vi devono entrare dal territorio Lucchese, quanto delle altre da quello di Toscana, che scolano presentemente nel lago di Sesto; e ad ogni modo assicurano, che vi sarà un gran vano tra il pelo dell'acqua, e la volta del canale. Io considerando ogni cosa, benché non

creda abbastanza esatti i metodi de' calcoli per avere una sufficiente precisione ne' risultati, ad ogni modo per riflesso a tutte le circostanze del caso presente, sono persuasissimo della sicurezza di codesto vano superiore al pelo. A chi deve dar più retta l'Ecc.mo Consiglio: a' timori, e asserzioni arbitrarie degli interessati, o alle sicurezze date da gente del mestiere accreditata in Europa, scelta da esso per esaminare, e giudicare della sussistenza, o insussistenza del progetto?

12. Ma di questa preferenza, che deve darsi a questi secondi ne resterà convinto viepiù. L'Ecc.mo Consiglio, se riflette alla falsità troppo immaginaria d'alcuni fondamenti, su cui si appoggiano le opinioni di alcune di queste Memorie. Mi basta di rilevare quello si dica in una di esse nel confronto, che vi si fa di questo canale co' fiumi: eccone le parole. *Cadendo da' monti (le acque de' fiumi) accelerano per la caduta il loro moto in maniera, che potrebbero risalire nella parte opposta una linea uguale a quella, dalla quale hanno precipitato.* Una simile proposizione appena poteva tollerarsi, quando due secoli addietro si cominciò a pensare a queste materie. Il Guglielmini prendendo la teoria Galileana de' gravi, che scendono per una linea continuata senza alcuna resistenza, suppone ne' fiumi quella velocità, che avrebbero acquistata cadendo liberamente da una altezza uguale a quella, che hanno i monti sopra il piano, in cui si trovano essi fiumi: in tal caso voltata indietro l'attuale velocità, e prescindendo da ogni resistenza, risalirebbero le acque alla stessa altezza. Partì esso Guglielmini da codesta supposizione per determinare il vertice di quella parabola, da cui tirò la scala delle velocità de' fiumi nelle diverse profondità sotto il pelo. Ma quella svista nata dalla mancanza in quel tempo di buone teorie, e dal non riflettere a' fatti, che continuamente si presentano agli occhi, portava seco un errore sì grossolano, che presto fu avvertito, e sarebbe una incredibile maraviglia, se in oggi si riproducesse da un Ingegnere: non poteva riprodursi, che da persone rispettabilissime li lumi acquistati in ogni genere nella educazione conveniente alla nobile loro convinzione, ma che occupate in tutt'altro per gli impieghi riguardevoli, che come membri della Repubblica hanno esercitati fin ora, e non essendosi diletta di particolare sorte di studj nelle ore di libertà, sono privi della cognizione de' primi principj appartenenti alle materie, che hanno ora intrapreso a trattare impugnando le relazioni de' professori. Chiedo perdono della libertà, con cui già pure col candore geometrico, ciò che mi pare essenzialmente necessario per impedire l'impressione, che i rispettabili nomi degli Autori, sedotti dal timore mal concepito de' danni creduti da loro non solo possibili, ma sicuri, e dalla franchezza delle loro asserzioni, potrebbe formarsi negli animi dalla pluralità degli individui del Sovrano rispettabilissimo consiglio. Esso da questo articolo, e da quello della sì francamente asserita probabilità, anzi certezza, che per un canale declive, e tanto declive, il lago di Macciuccoli possa andar a scaricarsi in quel di Sesto potrà regolarsi per dar il giusto valore alle difficoltà proposte da que' Signori. Questi due passi mi obbligano a pregar il medesimo Eccellentissimo Consiglio a riflettere a quel detto essenziale passato in proverbio, *tractant fabrilia fabri.*

13. Per convincersi dello sbaglio enorme di quella asserzione, basta, che riflettano alla sì rapida velocità dell'acqua, che nelle magnifiche loro ville cade da pochi piedi di altezza per de' piani inclinati, quantunque anche in essi si trovino tante resistenze. I fiumi reali nel corso per le campagne pianeggianti hanno appena nella lor superficie una velocità di tre miglia all'ora: l'altezza, che corrisponde a questa velocità, non è che una piccola frazione di un pollice. La velocità, che corrisponde alla altezza de' monti sopra i piani, è appena concepibile. Che orrori non cagionerebbe essa in un batter d'occhio, buttando giù, e portando seco a delle distanze immense i ponti i più solidi, e più pesanti, le terre, le città intere. Scoperto questo enorme sbaglio, si sostituì alla parabola adoprata per la scala delle velocità un'altra altezza, che si chiamò equivalente, la quale corrispondesse alla velocità superficiale delle acque correnti, e questa aggiunta all'altezza del pelo è così piccola nel caso de' fiumi, che da molti di que', che adoprano quelle teorie, si trascura totalmente.
14. La velocità media ne' fiumi non corrisponde all'altezza, da cui le acque sono cadute, ma alla somma delle sollecitazioni attuali esercitate dal peso di tutte le particelle confrontata colla somma delle resistenze cagionate dalle disuguaglianze del fondo, e delle ripe, e anche da quelle dell'aria, massime ne' venti contrarj, unite a quelle, che derivano dalla tenacità, che le particelle dell'acqua hanno fra loro, e col fondo medesimo, e colle ripe. La velocità acquistata si mantiene la stessa senza essere accresciuta dalla continuazione della pendenza, finché restano uguali quelle due somme. Se si accresce la pendenza; la velocità cresce, come ne' razzai, per la cresciuta somma delle sollecitazioni della gravità, finché crescendo con essa la somma delle resistenze, vengano queste due somme ad uguagliarsi di nuovo, ciò, che si fa prestissimo; qui essa divien maggiore di prima, ma equabile: tornandosi a una minor pendenza, la somma delle sollecitazioni diminuisce; onde la somma delle resistenze ha un eccesso, che in brevissimo tempo diminuisce la velocità precedente fino al termine, in cui queste due somme sono uguali, onde si vede il fiume tornare a quella velocità, che aveva prima di arrivare al razzajo. Lo stesso succede nel passaggio sotto i ponti. La sezione si restringe tanto dalle pile, e fianchi: l'acqua non potendo passar tutta colla precedente velocità per le aperture residue, si alza: quell'alzamento accresce la velocità, non solo della superficie, ma di tutto il corpo sotto di essa: passate le angustie torna alla velocità precedente, per le resistenze accresciute coll'accrescersi la larghezza del fondo, e quella altezza maggiore sotto i ponti è tanto piccola, che neppure è sensibile all'occhio, che non vi badi espressamente, e con molta attenzione, perché ogni piccola superiorità dell'altezza precedente nella superficie sulla seguente accelera tanto tutta la massa intera dell'acqua nel totale della sezione, che diminuita questa anche più del doppio fra le pile, vi passa tutta intera la quantità, che passava per la precedente larghezza del letto, e che passa dopo per la seguente.
15. Quando i fiumi reali arrivano al mare, la velocità della superficie si vede diminuita moltissimo per tutto un lungo tratto precedente, e per l'ordinario il fondo diviene

acclive: ad ogni modo tutta quell'acqua si scarica in mare: ma come? Non già per quel residuo di velocità precedente, ma per un alzamento, che si forma sulla superficie del fiume sopra quella del mare. Questo forma un'accelerazione in tutta la sezione, analoga a quella celerità, con cui le acque de' vasi pieni escono per li fori inferiori alla superficie che si ha in essi. Essa è più somigliante a quella, con cui il fluido per un buco fatto nel fondo di un vaso pieno si trasfonde in un altro comunicante con esso per esso buco. Di mano in mano si alza la superficie anche in questo secondo; ma il fluido seguita a trascorrere con una velocità sempre minore, ciò che non accade nel recipiente del mare, la cui superficie non s'alza sensibilmente; ma essa velocità è sempre proporzionata all'eccesso della pressione maggiore esercitata dalle colonne dell'acqua del primo vaso più alte, sopra quella delle più basse del secondo, finché non si arrivi all'ugualtà della superficie. In ogni sito della sezione, che entra nel mare si fa questo accrescimento di velocità per la superiorità dell'altezza della superficie del fiume sopra quella del mare. Questa superiorità è più sensibile nello sbocco de' fiumi in mare; ma ad ogni modo è assai piccola, bastando un piccolo eccesso di altezza a formare un grande eccesso di velocità capace di smaltire tutta quella gran massa.

16. Io ho dovuto stendermi in queste teorie, che sono il solido fondamento, su cui si appoggiano gli schiarimenti di ciò, che forma la risposta tanto alle difficoltà proposte qui, quanto a quella, che verrà appresso, ed è la vera principalissima cagione di tante opposizioni nate dal timor de' danni, che questo progetto abbia a recare a' terreni coltivati della Marina. La differenza de' gran fiumi a questa sorte di canali non è la continuazione in quelli della velocità corrispondente alla caduta dell'altezza de' monti, la quale non sussiste: ve ne sono tre, una svantaggiosa per questi, due vantaggiose; ma in modo, che lo svantaggio di quella è inferiore al vantaggio di queste. La differenza svantaggiosa nasce dalla minor proporzione, che ha la superficie del fondo, e de' fianchi ne' fiumi alla superficie ne' canali, di quella, che passa tra il volume dell'acqua in quelli, e in questi, ciò che fa crescere le resistenze in questi a pari circostanze rispetto alle resistenze, che si hanno in quelli, e forma in essi una minore quantità di velocità media. Ma questo svantaggio è superato dalla tanto maggior pendenza di questo canale sopra quello de' gran fiumi, ciò che accresce la somma delle sollecitazioni. La terza differenza è quella, che passa fra le acque chiare di scolo, e le torbide de' fiumi. Questo torbidume le rende umpoco fluide; ma l'effetto cattivo sono le deposizioni, che si hanno ne' fiumi, se la pendenza non è proporzionata alla grossezza delle materie, che strascinano. Essa colle deposizioni nel caso di minore declività si riduce da se stessa a quella, che la natura di esse materie, e la quantità delle acque esige. Per questo le acque chiare si possono condurre per de' canali pochissimo declivi, mentre le torbide richiedono, o si formano da se colle deposizioni la declività corrispondente alla loro qualità, e alle loro circostanze.
17. Per questo io ho detto nella mia scrittura antica, che la pendenza del nuovo Ozzeri tale, quale era destinata, era superiore al bisogno, cioè se si aveva riguardo alla

sola sicurezza dello scolo delle acque del lago di Sesto nel lago di Macciucoli. Una piccola pendenza basta per far trappassare dette acque: e come la navigazione per un canale esigge, che la velocità sia piccola; dicevo, che volendosi questa, conveniva piuttosto dare al nuovo Ozzeri una pendenza minore, e formar in fondo quelle, che in Lombardia si chiamano conche, sulla Brenta porte, in Francia chiuse, e qui doppj sostegni. Ma come per iscolare più presto, e far restare sulli terreni le acque piovane meno tempo, vi vuole una pendenza maggiore; così al fine della mia scrittura sconsigliavo la navigazione, persuaso sempre, che scolo, e navigazione non vanno bene insieme, richiedendo quello il contrario di ciò, che questa esigge.

18. Veniamo ora alla cagione, per la quale il lago di Sesto non si è mai prosciugato in tanti secoli con tutto lo scolo per la Serezza. Se l'Arno stabilmente avesse il pelo molte braccia più basso, che il lago di Sesto, ciò sarebbe seguito; ma l'altezza di quello impedisce codesto effetto. Il lago deve avere il pelo superiore a quel dell'Arno suo recipiente, quanto basta per dare a tutta la sezione della Serezza quella velocità, che è necessaria per ismaltire quelle acque, che entrano in esso lago: come la quantità abituale di esse acque non è grande, così codesta superiorità di altezza di pelo deve essere piccola, bastando come si è detto un piccolo eccesso di altezza per produrre una considerabile velocità, ma sempre vi deve essere. Si dice dagli oppositori, che la pendenza della Serezza è maggiore di quella destinata pel nuovo Ozzeri: ciò è falso tanto per riguardo al fondo, che per riguardo al pelo, e a questo pelo principalmente convien aver riguardo, per vedere, se in vigor dello scolo debba esso abbassarsi di più. La pendenza, che si può dare al nuovo Ozzeri è stata trovata tale colle livellazioni attuali, che la presente superiorità del pelo del lago deve immediatamente aprir la via allo smaltimento d'una quantità d'acqua tale, da abbassarlo; finché si arrivi a una altezza nel canale, e alla velocità corrispondente all'eccesso dell'altezza del pelo residua nel lago, per cui si tramandi tutta la quantità dell'acqua, che entrata in esso, deve scaricarsi pel canale medesimo insieme con quella, che vi entrerà lateralmente. Rispetto a questa son poca cosa le polle, che possono temervisi. L'eccesso della pendenza, che deve avere il nuovo Ozzeri da un lago all'altro, sopra quella, che vi è nella Serezza dal pelo del lago a quel dell'Arno, è la cagione patente della differenza degli effetti. Esso lago di Sesto non può scaricarsi tutto per la Serezza, ne abbassarsi al di là di certi limiti, che lo lasciano alto come si trova, e si scaricherebbe tutto nel lago di Macciucoli, se l'incile non si tenesse in un'altezza capace di lasciar il piccolo laghetto, che vi si lascia.
19. Intorno alla navigazione resto sorpreso di vedere in una di queste scritture la frase seguente: *la navigazione, che il Sig. Boscovich vorrebbe promuovere*. Se avessero gli Autori di essa letta con attenzione tutta la mia Scrittura stampata, avrebbero veduto, che io anzi espressamente consiglio sul fine a non la cercare, e ciò non già, perché tema, che l'acqua si debba in certe occasioni alzar fino alla volta, ciò che non teme punto; ma per poter dare al canale tutta la pendenza, di cui è capace. La

differenza delle altezze de' due termini, da cui ne nasce uno scarico più felice, è più celere delle acque, che devono scolar per esso, la quale pendenza renderebbe troppo difficile il rimontar colle barche.

20. A questo articolo appartengono i timori degli effetti, che possono essere cagionati dalle rotte del Serchio, de' suoi influenti, dell'Ozzeri vecchio pretendendosi, che da esse possano essere strascinate nel nuovo delle materie, che lo interriscano, e rendano inoperoso. Non pare, che in oggi vi sia pericolo di rotte del Serchio troppo bene frenato, soprattutto in siti vicini al nuovo canale aperto: deve badarsi bene a difendere, e mantenere tutte le arginature degli altri rii, e dello stesso Ozzeri vecchio, per impedire le rotte; ma in ogni caso le materie strascinate fuori dalle rotte resterebbero sicuramente depositate in vicinanza di esse nella campagna pianeggiante, senza arrivare al nuovo canale, ed interrirlo. Gli scoli poi delle campagne non hanno materie abbastanza grosse da potersi arrestare in un canale ad onta della velocità corrispondente alla pendenza. Se mai alcuna cosa vi restasse sarà levata co' soliti ripulimenti, che si adoprano ovunque ne' canali di scolo ne apparisca il bisogno.
21. Passo ora all'articolo terzo de' capi generali, che ho proposti al num. 3, e riguarda le spese, che i Sig.ri Oppositori fanno montare a tanti doppj al di là di quello, che esse sono state fissate dal Sig. Ab. Ximenes. In ordine a queste io già mi protestai nella mia scrittura stampata, che io non potevo entrare nel lor dettaglio; ma che solamente potevo affermare quello, che confermo anche ora, che la spesa non può essere eccessiva, fondandomi sugli esempj di tante altre operazioni analoghe, che sono state eseguite con spese molto moderate: che ero sicuro, come lo sono anche adesso, che il vantaggio da ricavarsi doveva essere a molti doppj più grande della spesa. Ora aggiungo, che oltre al vantaggio, il quale copre tanto la spesa, e incoraggisce, vi è una precisa necessità di farla, e farla nelle presenti favorevoli circostanze, sul quale oggetto mi esprimerò più a lungo, e con più forza sul fine di questa Scrittura. Sul dettaglio delle spese son sicuro, che il Sig. Ab. Ximenes risponderà in modo da far vedere l'insussistenza dell'enorme accrescimento preteso da que' Signori. Posso intanto dir per rapporto agli 8 articoli, che in una Memoria si esprimono come non calcolati da esso, ne vedo alcuni così tenui, da non vi si dover badare in una somma sì grande, altri impossibili a calcolarsi per minuto; ma da potersi apprezzare a un di presso, e che per tutti questi il medesimo Sig. Abate appunto ha aggiunto tremila scudi di più, creduti da lui sufficientissimi per tutti codesti articoli.
22. Il quarto di essi capi generali è quello, che eccita principalmente i timori, che ha data la spinta a proporre tutte le altre difficoltà, e che spinge gli interessati ad opporsi con tanta insistenza al progetto. Questo riguarda i danni, che pretendono i Sig.ri Oppositori possano aspettarsene come necessarie conseguenze. Due sono i principali tra questi danni: il pericolo dell'infezione dell'aria tanto intorno al lago di Sesto dopo l'operazione, quanto alla Marina, e il deterioramento delli

terreni coltivati della stessa Marina per le inondazioni, che saranno cagionate dall'aggiunta delle acque portate giù dal nuovo Ozzeri.

23. Il pericolo dell'infezione dell'aria si fa procedere dalla morte de pesci, e dallo scoprimento de' fondi putridi tanto della parte del lago di Sesto, che resterà scoperta, quanto di molti terreni della Marina, che si suppone sieno per rimanere alternativamente coperti, e scoperti dalle espansioni maggiori, che si pretende debbano avere le acque del lago di Macciucoli, e de' paduli dilatati da questo nuovo accrescimento di acqua sopravvegnete.
24. In ordine al timore dell'infezione dell'aria da cagionarsi da' pesci morti, e dal fondo fradicio, che si scuoprirà nella parte prosciugata del lago di Sesto, anch'io lo temerei, se questo prosciugamento si facesse al principio dell'estate: ma come può farsi al principio dell'inverno, non vi è nulla da temere, massime se si fa a poco, a poco. Con un argine in bocca al canal nuovo si può tratenere la prima emissione delle acque quanto uno vuole. Quando il canale sarà compito, aprendo in un tratto tutta la sua comunicazione col lago si scolerebbe tutto fin al laghetto, che si lascia, e ciò, anche in meno di un mese. In tal caso ancora io non temerei nulla, quando, come ho detto, l'operazione si facesse al principio dell'inverno, ma come può abbassarsi l'argine della bocca a poco a poco; si può far durare l'operazione anche due mesi, e molto più. Scuoprendosi il fondo, e muorendo i pesci a poco a poco, la molto minore, e quasi insensibile quantità di esalazioni, che si ecciteranno in una stagione rigida, in cui il sole ha tanto meno di forza, mescolandosi coll'aria di mano in mano, e trasportata via da' venti non potrà fare alcun effetto cattivo. Si potrebbe volendo slungar l'operazione anche in modo da far l'intero asciugamento di quello, che si deve asciugare in più anni, facendone ogni anno una parte al principio dell'inverno; e intanto si avrebbe l'effetto primario di questo progetto, che è lo scolo delle campagne adjacenti al canale; ma cotesto prolungamento è inutile, e differirebbe l'altro guadagno grandissimo de' nuovi terreni da coltivarsi.
25. Se si dovessero temere codesti cattivi effetti, non si potrebbe pensar mai a far scolare acque stagnanti, e asciugar laghi, e paludi, operazione, che si è fatta in tanti luoghi senza cattive conseguenze. Una parte delle paludi pontine fu scoperta sono più di anni 100 con de' rimedj subalterni consistenti in de' ripulimenti di canali vecchi, formazione di alcuni nuovi, che hanno portate più direttamente le acque nel centro di esse paludi, ed argini per impedirne le nuove espansioni nelle escrescenze, e vi sono ora in quel sito i fertilissimi campi di Sonnino, che si incontrano andando da Piperno a Terracina, quali io vidi nel fare col Card. Bonaccorsi la visita generale di que' luoghi. Codesto asciugamento non aveva prodotto alcun cattivo effetto. Presentemente, qualunque sia per essere l'effetto de' grandi lavori, che si fanno per l'asciugamento totale di quelle paludi, intrapreso con un metodo contrario a ciò che si era proposto da quanti erano stati consultati da un secolo in qua, conducendosi le acque a sboccar in mare a 22 miglia di distanza, quando esso si trova lateralmente a 6 miglia senza colline intermedie, pure una assai grande quantità di terreno stato



paludoso per lungo tempo per gli impedimenti indebitamente opposti allo scolo naturale, e facile da quelli, che avevano gli appalti delle pesche, e avevano sempre trovato per una lunghissima serie d'anni una valida protezione in Roma; rimossi que' lavori indebiti, contro i quali ancor io avevo scritto allora, e parlato con tutta la forza, e l'insistenza possibile, si è scoperta, e la semente, a quello, che si è veduto fino ne' fogli pubblici, ed io ho da lettere particolari di quella capitale, sono in ottimo stato, e promettono una raccolta abbondantissima: tanto questo scuoprimento si è fatto senza le cattive conseguenze, che qui si temono. Oltre poi al non esservi alcun pericolo di infezione presente, quando si operi colle debite precauzioni; da per tutto i prosciugamenti delle paludi, e de' marassi hanno pel tempo successivo migliorata sempre l'aria ne' luoghi adiacenti, ciò che è accaduto ancora nelle pianure Pisane in oggi tanto più salubri di prima.

26. Trovo proposta ancora in questo genere una difficoltà, in cui dicendosi, che il Zannotti ne' suoi calcoli trova, che l'asciugamento del lago di Sesto porterà un tempo più lungo, e lo Ximenes più corto, si dice, che nel primo caso patiranno per l'aria cattiva le adiacenze di esso lago, e nel secondo i paesi della Marina per le inondazioni. Parlerò di questi or'ora; ma per quelle in primo luogo la differenza di questi tempi è piccola, e la lentezza risultante da' calcoli del Zanotti fondati su delle ipotesi diverse da quelle dello Ximenes non è tale, che impedisca il totale compimento dell'operazione per un tempo considerabilmente anteriore al fine dell'inverno. La diversità di quelle ipotesi nasce dal non esservi in oggi de' principj positivamente dimostrati, da' quali si possano dedurre con sicurezza, e precisione gli effetti individui in questo genere. Ma si può bene fondare un giudizio prudenziale sicuro su certi limiti, che non saranno oltrepassati, e questo mi toglie ogni dubbio sul potersi finire tutto lo scolo, che si vuole, molto prima, che l'inverno finisca. Ma indipendentemente da ciò, se vi fosse un pericolo che non vi è, di una lentezza maggiore; vi sarebbe sempre il rimedio accennato qui su, di arrestare lo scolo con un argine alla bocca, che fatta una parte dell'operazione in un anno, lasciasse l'altra pel cominciamento dell'inverno venturo.
27. Si espone insieme da' Sig.ri Oppositori il timore di varj laghetti distanti gli uni dagli altri, pantanosi, e però nocivi alla sobrietà dell'aria, e si dice, che li temevo io stesso. Se avessero considerato le mie espressioni, avrebbero veduto, che io non li temevo, che pel caso, in cui non si facesse quello, che doveva farsi, e che io suggerivo: il suggerimento era di fare uno scandaglio più copioso del lago, come si fa de' porti, per conoscerne i fondi: ciò determinerà il sito il più favorevole pel laghetto, che deve lasciarsi: la via da tenersi per condurre le acque di là al principio del nuovo Ozzeri: il numero, e i siti de' laghetti distanti alquanto tra loro, se vi sono de' fondi inferiori all'altezza, che si vuole lasciare in esso laghetto, così distanti, e interrotti da dossi intermedj; come pure le vie da tenersi per dare ad essi una comunicazione con de' fossetti. Data questa comunicazione si formerà di tutti equivalentemente un solo laghetto intermedio, e sarà abitualmente rinfrescato tutto dalle acque degli attuali influenti del lago presente.

28. Vedo espresso il timore, che in estate le acque scarse di questi influenti non basteranno per rinfrescare questo laghetto; ma se esse ora bastano per rinfrescare un lago di superficie tanto più estesa; basteranno sicuramente per quello di una tanto minore superficie. Vi sono pure degli influenti, che portano acque perenni sufficienti a far andare continuamente de' molini; onde vi sarà sempre dell'acqua, che sopravvenendo impedirà, che quel laghetto diventi un padule nocivo alla salute. Si dice ancora, che si troveranno degli influenti lontani dal suo sito, che perciò non potranno andarvi le acque loro; ma è troppo facile il condurveli con de' canaletti formati apposta. Non so poi, come si tema un cattivo effetto che debba risultare per la salubrità dell'aria dal rinfrescamento di questo laghetto a motivo del suo fondo fradicio, e della poca altezza dell'acqua: il fondo coperto dall'acqua rinfrescata non potrà far nulla di male. Avrà è vero questo laghetto, come il presente, le sue espansioni maggiori, e minori; ma queste formeranno una gronda, che colle coltivazioni, e altri lavori si ridurrà a far lo stesso effetto, che fanno ora le espansioni del presente lago; si formerà in esse una gronda alternativamente coperta, e scoperta, come lo è la presente, ma molto meno estesa.
29. Questo è quello, che appartiene al timore dell'infezione dell'aria intorno al lago di Sesto: per la Marina non vi è da temer nulla di più: anzi molto meno. Il lago di Macciucoli sarà meglio rinfrescato da questa nuova acqua sopravveniente, e guadagneranno anche più anche i paduli adjacenti in questo genere da qualche comunicazione, che questi avranno con esse. Si diminuirà il pericolo della comunicazione delle acque salse colle dolci colla maggiore quantità, che avrà la Burlamacca. Le espansioni poi sulli terreni adjacenti non saranno sensibilmente maggiori di quello sieno presentemente, come passo a dimostrare togliendo il timore dell'altro gravissimo danno appreso.
30. Il Sig. Ab. Ximenes, e il Sig.re Zannotti co' calcoli fondati su varie ipotesi hanno trovato, che l'elevazione cagionata da queste acque sarà ivi assai piccola. Io senza contare sulla precisione de' calcoli fondati su quelle teorie, considerando il tutto del locale ho affermato la stessa pochissima alzata sullo stato presente, e ne sono pienamente convinto: anzi se si migliora lo stato della Burlamacca, e di qualche altra delle varie attuali fosse di scolo, come si propone di fare, sono sicuro, che piuttosto si migliorerà la condizione presente di quelle campagne. Anche indipendentemente da codesto miglioramento delle fosse di scolo, le sole considerazioni addotte qui su al num. 17 mi convincono, che l'alzamento del pelo debba essere piccolissimo; e chi non può concepire questo effetto, non ha mai fatta riflessione a' fenomeni ivi espressi. Una piccolissima aggiunta all'altezza della superficie in un canale, che ha qualche profondità considerabile, accresce la velocità di tutti i punti della sezione in modo, che per essa può scaricarsi anche doppia quantità d'acqua di quella, che si scaricava prima. Quella quasi insensibile aggiunta di altezza nella superficie de' fiumi all'entrare sotto gli archi de' ponti fa, che la stessa quantità d'acqua si scarichi per una sezione spesso impiccolita più del doppio, e quella piccola elevazione del loro pelo sull'ingresso in mare fa,

che ad onta di tutta la resistenza di esso vi entri tutta quella prodigiosa quantità d'acqua, che i medesimi gli presentano.

31. In una di queste Memorie si porta l'esempio dell'acqua uscita dalla rotta del fiume di Camajore, e sparsa su' campi, che stette lungo tempo a scaricarsi liberandoli. Ma appunto questa è la diversità di quell'acqua, che aveva poca altezza sulli campi, dal caso nostro di una fossa, che ha una considerabile profondità. Qui, come in que' casi del fiume, tutti i punti della sezione ricevono l'accelerazione; mentre la massima parte di essi considerabilmente lontana dal fondo sente assai poco l'effetto delle resistenze di esse, le quali ne' campi distraggono quasi totalmente l'effetto delle sollecitazioni, che la gravità esercita su que' punti tanto vicini ad esso fondo. Così anche indipendentemente dal miglioramento delle fosse di scolo si vede, che non vi sarà, che un piccolissimo alzamento del fondo. Io ne deduco, che con questo miglioramento di esse fosse, non ve ne sarà punto.
32. Si fa rumore ancora sulla chiusura delle cataratte della Burlamacca, che si dice essere stata chiusa qualche volta fino per un mese intero; e si prevedono eccidj maggiori, se si accresce il corpo d'acqua tenuto indietro da cotesta chiusura: ma in primo luogo tutte le mie informazioni portano, che cotesta chiusura è anzi rara, e di poca durata. Nel giornale autentico, che mi è stato comunicato colle presenti Memorie, trovo la medesima rarità somma, e la durata brevissima. Pochissime volte la chiusura in un anno intero ha durato un giorno, e due giorni solo un pajo di volte ne' mesi i più svantaggiosi. Quindi questa aggiunta d'acqua, che porterà seco l'urto ancora di una velocità maggiore, sicuramente renderà la chiusura più difficile, e però più rara.
33. Dopo tutte queste risposte torno qui a ripetere quello, che ho detto di sopra. Gente pratica di queste materie, che le ha osservate, e meditate per una lunga serie d'anni, che ha tutta la prevenzione favorevole per se dal credito acquistatosi in Europa, assicura, che non vi sarà pericolo di alzamento considerabile delle acque la giù, se pur ve ne sarà punto, e i Sig.ri Interessati, che in questo genere hanno tanto minore esperienza, e lumi tanto minori, insistono sulli loro timori, che si sforzano di comunicare a tutto il corpo sovrano dell'Eccellentissimo Senato. A chi questo qui dovrà dare la preferenza in un articolo, che tanto interessa il bene pubblico?
34. Ma codesti Signori per fare una maggiore impressione, si servono de' pericoli futuri, che derivano dall'alzamento continuo della superficie del mare. Io veramente non son persuaso di codesto periodico alzamento, e ne ho delle forti ragioni; ma mi slungherei qui troppo, se volessi distendermi su questo vasto argomento: temo più dall'allontanamento del mare, che slungando le linee de' fiumi, e de' canali alza i loro letti, e rende più difficili gli scoli. Ma questi articoli appunto mi fanno credere evidentemente più necessaria la presente esecuzione del progetto, come farò vedere poco più giù.
35. Per dileguare i timori certamente irragionevoli di questi Signori aggiungerò qui solo, che quando mai eseguito il progetto si trovassero realmente danneggiati

i lor terreni, vi sono de' compensi, che devono tranquillizzarli. Qualche rimedio si può ricavare da delle arginature, delle quali qualch'una è già stata proposta: si può condurre il nuovo Ozzeri per un canale arginato fino al mare, della quale cosa parlerò pure nel trattare dell'ultimo articolo; ma quello, che taglia tutto, si può compensare il danno, che si riconosca, formando ora uno stato esatto di que' terreni per calcolarne esso danno sul confronto collo stato nuovo, e indennizzando i possidenti col vantaggio, che si sarà ricavato nel miglioramento de' terreni superiori, e acquisto del fondo del lago presente rasciugato, e messo a coltura. Dicono, che il Consiglio Sovrano agendo da padre commune non deve far del male ad una parte de' suoi, per promuovere i vantaggi dell'altra. Ma qui non si tratta di far del male ad alcuno: si tratta di far delle bene alla somma de' bisogni, la quale deve aversi in vista da un provido Sovrano, compensando le perdite di alcuni, co' guadagni degli altri.

36. Si pretende in una di queste Memorie, che vi sarà la perdita della navigazione per la formica: ma basta rileggere il progetto stampato per vedere, che vi si propone il modo di conservarla. In un'altra si parla de' gran danni, che seguiranno per gli inalzamenti dell'Ozzeri vecchio, massime se si eseguisce una separazione totale di esso Ozzeri dal Rogio proposta dal Zannoti, e si esprimono i continui celeri alzamenti del suo fondo. Ma in primo luogo codesta separazione non è connessa in conto alcuno col progetto del nuovo Ozzeri, in cui anzi si suppone la conservazione della presente loro comunicazione, ed io non l'approvo per varie ragioni. Indi levata questa, vedo coll'ultima evidenza, che formato l'Ozzeri nuovo il vecchio piuttosto migliorerà moltissimo di condizione. Esso non avrà alcun influente torbido di più, e riceverà quel di meno di materie atte ad essere deposte sopra, che ne' gran diluvii strascinerebbero ora in esso gli scoli delle campagne situate fra il sito del nuovo, e il vecchio. Vi sarà poi il grandissimo vantaggio, che nascerà dalle cataratte al suo sbocco, che mi si suppongono permesse dal Granduca pel caso, in cui si eseguisca il gran progetto, e accettate dalla Repubblica, venendosi così a impedire gli interrimenti, che vi cagionano presentemente i rigurgiti del Serchio. Quindi gli alzamenti del fondo diverranno minori coll'esecuzione del progetto, che senza. L'Ozzeri vecchio, che ha a sinistra le montagne, con tanti influenti torbidi, deve necessariamente interrirsi sempre più, se non si va scavando di tanto in tanto: ma la necessità di cotesti scavamenti sarà meno frequente dopo l'esecuzione del progetto, che prima.
37. Si parla dell'impedimento allo scolo delle campagne situate alla destra del Serchio formato dalle arginature degli influenti suoi torbidi: ma questo inconveniente non crescerà punto col nuovo Ozzeri, senza il quale codeste arginature son necessarie, se si vuole l'indennità di esse campagne, e dall'altra parte si rimedia al medesimo inconveniente con delle botti, che si facciano passare sotto i loro letti, come si è fatto in tanti altri luoghi, e nominatamente nel Bolognese colla botte sotto Idige.
38. Vengo ora all'ultimo de' cinque articoli a' quali ho ridotto da principio le obiezioni contenute in queste Memorie, e consiste nella omissione di altri rimedj,

che si suppongono più opportuni, e meno dannosi. In una di esse si dice, che per migliorar i terreni basta fare una più profonda escavazione del Rogio: ma chi non vede, che misero insensibile vantaggio possa portare la sola maggiore capacità di quella forza, finché da una parte il lago di Sesto tenuto su dall'Arno, e dall'altra il Serchio impediscono lo scarico?

39. In un'altra si parla a lungo della produzione del nuovo Ozzeri arginato dalla sua bocca o fin al mare, o per non far perdere alla foce di Viareggio il vantaggio dell'accrescimento dell'acque portate da esso, fino alla vicinanza di essa foce, e con questa occasione si tratta a lungo de' lavori appartenenti ad essa foce, e della direzione, e uguaglianza, o disuguaglianza de' due muoli. Ma su quest'ultimo articolo, che non è strettamente connesso coll'oggetto presente, che consiste nel dileguare le difficoltà proposte contro il nuovo Ozzeri, non mi dilungherò qui, riferendomi pel miglioramento essenziale di quella foce a quanto ho detto nella mia scrittura stampata. Dirò solo, che l'uguaglianza de' muoli rende assai più pericoloso l'ingresso in quella bocca, che allora rimane troppo angusta, mentre la prolungazione maggiore di uno di essi, fa che più da lontano si comincino a pigliare meglio le misure per l'ingresso in quella tanto più larga trasversale apertura.
40. Ma in ordine al prolungare il nuovo Ozzeri arginato in fino al mare già codesto ripiego era stato in parte accennato dal Sig. Ab. Ximenes. Esso però deve considerarsi, come un ultimo ripiego riservato pel caso, che si vedesse alcuno de' cattivi effetti temuti da' Sig.ri interessati per li loro terreni della Marina. Può servire per quietare la loro fantasia agitata; ma io son sicuro, che non ve ne sarà bisogno, e la spesa, se si volesse levare ogni sua comunicazione col lago di Macciuccoli, e co' paduli, sarebbe grande assai andando direttamente al mare, e molto più enorme, se si dovesse condurre per una via tanto tortuosa fino alla foce.
41. Ho serbato per ultimo, ciò che con tanta forza si promuove in un'altra di esse Memorie, cioè doversi contenere piuttosto le espansioni del lago di Sesto con una arginatura, e bonificar la pianura Lucchese colle colmate, quale oggetto ho accennato di sopra, e riservato per qui. Ma chi è mai, che non vede l'impossibilità morale dell'arginazione del lago? Oltrecché non si tratta di impedire le sue espansioni; ma di abbassarlo in una maniera, che oltre al guadagno di tanto terreno si rendano tanto migliori le sue adjacenze collo scolo tanto più felice in quel suo piccolo residuo.
42. Per le colmate poi esse saranno sempre utilissime, quando sieno regolate a dovere, e devono procurarsi, e promuoversi con tutto l'impegno, ne il progetto del nuovo Ozzeri reca alle medesime il menomo impedimento. Ma chi non vede, quanto sia lenta la loro operazione, appunto quando sieno regolate? Se si facesse andar il Serchio vagando giù per la pianura totalmente disarginato, come alcuni volevano ridurre tutti i fiumi della Toscana con un progetto, che non si può non rimanere attonito a dire, che è stato seriamente proposto; si alzerebbero sicuramente più presto i terreni; ma che rovina di tutta la presente coltivazione! Che isterilimento

cagionato dalle tante arene, e brecce? Che sommersione della città medesima? Le colmate poi regolate quanto sono mai lente! Intanto i mali crescono, e il pericolo di una totale rovina si accosta. Questa io credevo più lontana, finché non ho conosciuto un equivoco, che avevo preso su d'un fatto, ed espresso nella mia scrittura stampata, quale ho poi corretto nella lettera al Sig. Attilio Arnolfini, che feci aggiungere nella stampa ad essa scrittura. Ma ora vedo, e apprendo sempre più, e qui insisterò con più energia su questo pericolo, e sulla precisa necessità di non trascurare le presenti circostanze favorevolissime per prevenirne le funestissime conseguenze, quali circostanze potrebbero non tornare mai più con un inutile pentimento dell'averle lasciate andare.

43. Mi pare di avere abbracciato tutto quello, che vi è in queste Memorie rispondendo a tutto almeno l'essenziale, che se vi è qualche cosetta sfuggitami nelle angustie del tempo, in cui mi trovo; si può facilmente giudicare della insussistenza di codesta particella da quanto ho dimostrato su tutto il resto. Ma mi rimane una specie di perorazione con una insistenza efficace sulla precisa necessità di non differire l'esecuzione del rimedio proposto. La pianura Lucchese, e la città medesima si trovano chiuse per ogni parte da' monti, e da' due fiumi Serchio, ed Arno. Quelli sono insormontabili, e questi sono iti sempre alzando i loro letti, e rendendo sempre più infelici gli scoli. Vi è tutta l'apparenza, anzi una morale certezza, che gli alzamenti de' fiumi anderanno sempre crescendo. Sicuramente, se non altro, il prolungamento de' loro alvei in mare farà alzare i loro letti in maniera da impedire col tempo ogni scolo. Non vi potrà essere altro rimedio per averne, che quello di far passare con una operazione artificiale le acque sotto il fondo dell'uno, o dell'altro di detti fiumi. Era stato proposto ultimamente dal Sig. Provveditore de' fossi di Pisa di far passare le acque del lago di Sesto, e sue adiacenze per una botte costruita sotto il fondo dell'Arno. Io allora non potevo parlare di un tale progetto con fondamento; non avendo alcuna notizia dettagliata de' siti, e della qualità di que' terreni, e fondi: ma il Sig. Ab. Ximenes mi ha dopo assicurato, che una tale botte sotto l'Arno non è praticabile a motivo del suo fondo in una maniera tale arenoso, che egli non si azzarderebbe mai ad intraprendere un tale lavoro. Mi aggiunse, che quando si trattò di dare lo scolo alle acque sole del Bientinese per una botte anche tanto meno grandiosa da farsi sotto il fondo dell'Arno, egli aveva fatta una lunga scrittura, in cui faceva vedere una tale impossibilità. Di fatti S.A.R., che presentata la scrittura di detto Provveditore aveva sospeso il trattato del cambio della Serezza, avendo esaminata da se, e fatta esaminare la cosa non ne fece poi alcun caso, e dette ordine, che si continuasse il trattato, che è stato finalmente concluso. Non vi resta dunque altro rimedio, che una botte sotto il Serchio, ne questa può intraprendersi con profitto; che col traforo de' monti; giacché l'altra botte, che lo Ximenes aveva proposta nel suo primo progetto, ha tali difficoltà da non poterne sperare alcun buon esito, come in parte ho fatto vedere ancor io nella mia scrittura stampata. Quindi converrà o restar affogati col tempo,

- divenendo un padule tutta la pianura adjacente alla città, e la città medesima, o ricorrere in altri tempi a questo stesso rimedio, che si propone ora, ed è l'unico.
44. Ma in altri tempi potranno eseguirlo? Si trova ora un Sovrano illuminato, e ben intenzionato per la Repubblica, che lo permette; benché molti de' suoi sudditi vi si oppongano fortemente presi da de' vani timori, come appunto gli Autori di queste Memorie. Egli vi vede anche il suo vantaggio nell'acquisto di quella parte del fondo del lago di Sesto, che gli appartiene, e nel miglioramento di que' terreni adjacenti, essendo persuaso, che vi era già una almeno virtuale accettazione del progetto da parte della Repubblica, ha fatti de' passi correlativi. È fondata questa sua persuasione su quello, che da principio fu detto, che il progetto si eseguirebbe, se fosse stato approvato da' Matematici destinati a esaminarlo; la quale condizione essendosi avverata, vi è una specie di impegno virtualmente contratto. Ma ne' tempi avvenire penseranno i Sovrani futuri nel modo istesso? La Toscana non ha già la medesima necessità di eseguire un somigliante progetto, non trattandosi per essa, che di sanare una piccolissima parte de' suoi stati con questa operazione, dove per la Repubblica si tratta di sottrarre dalla rovina totale la massima, e miglior parte de' suoi possessi, e la città medesima. Egli stesso il presente Sovrano vedutosi mutare per così dire, le carte in mano, Dio sa a quali partiti si appiglierà? Non è improbabile, che esigga le cataratte, sul perno, dalle quali io già stentai tanto, prima in Vienna, e poi a Firenze a liberar la Repubblica. I suoi successori vedendo alzarsi sempre più il letto del Serchio sotto Libra fratta, come già si è tanto alzato; vorranno infallibilmente pigliar de' forti provvedimenti, tra li quali io son sicuro, che ad onta di tutti i reclami faranno alzare la steccaia di Librafratta. Che diranno i loro posterì vedendosi affogare, e considerando, che si è ora lasciata sfuggire una così commoda occasione di liberarli da una codesta rovina preveduta, e predetta?
45. Vi è ora un partito fortissimo, a quel che sento, e vedo dal tenore medesimo di queste Memorie, formate per impedire l'esecuzione del progetto a qualunque costo; ma io non posso persuadermi, che la saviezza della massima parte dell'Excellentissimo Consiglio sia per lasciarsi spingere da' lor clamori. Sulla porta della sala del gran Consiglio, e del Senato della Repubblica di Ragusa prima mia patria vi è la più bella iscrizione immaginabile, che dice *Obbliti privatorum pubblica curate*, e la gente dice, che spesso si fa tutto il rovescio, come se vi si dicesse *Obliti publicarum privata curate*. Son persuaso, che la massima parte de' Senatori, quando fosse ancora persuasa di correre qualche rischio per riguardo a' suoi particolari interessi, opinerebbe conformemente alla vera lezione di quella epigrafe: ma spero adesso, che convinti tutti da una parte dalle ragioni, che ho addotte del non esservi realmente que' pericoli immaginarj, e dall'altra persuasi della assoluta necessità di abbracciare ora il progetto, che dee sottrarre la migliore parte dello stato da tanti, e sì gravi guai presenti, e la città stessa dalla futura rovina, tanto più solleciti diverranno a dichiararsi pel partito proposto.

46. Sulla speranza fondata di questo felice successo, mi piglierò di nuovo la libertà di inculcare la necessità assoluta di affidare la soprintendenza, e direzione della esecuzione a persona da una parte idonea per le cognizioni teoriche acquistate, e pratica di lavori analoghi, e dall'altra piena di zelo, e impegnata pel buon successo. In questo genere non posso tralasciare di rappresentare all'Ecc.mo Consiglio ciò, che mi accadde jer l'altro dopo di avere già disteso tutto quello, che su questo oggetto si trova qui più indietro. Mi trovai a pranzare con un Senatore di Firenze praticissimo di questi affari, e che ha piena cognizione de' luoghi, e delle persone. Egli con una specie di sorpresa mi interrogò, se era vero, che il Sig. Attilio Arnolfini fosse stato tagliato fuori da queste incumbenze. Mi disse, che avendolo udito, non aveva potuto persuadersene; giacché il suo talento, le sue cognizioni di teoria, e di pratica, il suo zelo pel pubblico bene, la benemeranza acquistata con tanti lavori riusciti tanto felicemente tutto questo era cognitissimo in tutta la Toscana che la determinazione di escluderlo non poteva avere origine da altro principio, che da una determinazione rissoluta di impedire l'esecuzione dell'impresa. Io per me non seppi, che lui rispondero, non essendo informato a fondo ne della cosa, ne delle ragioni avute per decidersi in tal maniera: ma non ho potuto far forza a me medesimo, e lasciar di riferire qui un tale incontro. Nascerà forse in alcuni il sospetto, che l'amicizia particolare mi faccia insistere su questo punto, e che sia spinto di costà a far questa parte. L'amicizia esiste, ma nata unicamente dalla stima del merito conosciuto da tutti. Non ho avuto di costà su questo oggetto alcuna lettera, avendo inteso codesto avvenimento indirettamente, come quel Senatore: il solo mio zelo pel pubblico bene è la mia guida in tutto quello, che ho fatto sempre per li vantaggi della Repubblica, e che anche adesso mi ha determinato ad occuparmene seriamente non ostante gli attuali miei incomodi, e altri miei pressantissimi impegni. Quindi prego l'Eccellentissimo Consiglio di persuadersi di queste mie intenzioni rettilissime, colle quali mi sono avanzato a insistere sì fortemente, e repplicatamente su d'un, che a prima vista pare alieno dall'oggetto propostomi di esaminare quelle Memorie; ma che realmente vi ha tutta la connessione essenzialissima. L'esame delle Memorie mi ha fatto conoscere, esservi un forte partito per impedire l'accettazione definitiva, ed esecuzione del progetto: le riflessioni ulteriori fatte mi hanno sempre più convinto della assoluta necessità di codesta accettazione, e pronta esecuzione, senza cui prevedo il pericolo della rovina totale di codesta, che mi pregio di chiamare continuamente seconda mia patria. La necessità di avere per Deputato una persona dotata delle qualità suddette, mi fa disperar del buon esito, se si taglia fuori, chi è il più idoneo ad assicurarne una felice riuscita. Tutto questo mi ha spinto ad insistere con tanta forza su questo articolo, come lo stesso zelo di buon cittadino mi ha determinato a scrivere su tutto il resto con termini rispettosi, ma liberi, e capaci di scuotere, chi si fosse lasciato prevenir da clamori pubblici, e da segreti maneggi. Se riesco nella mia intrappresa, avrò la consolazione di avere liberato per la seconda



volta la medesima patria da pericoli gravissimi. Se il giudizio fosse contrario a' miei voti; prego almeno il medesimo Eccellentissimo Consiglio, con ogni istanza, si degni far conservare negli archivj questa Scrittura, che serva presso i posterì di mia giustificazione; da cui, se le pessime conseguenze arrivano al fine, essi vedano, che non ho mancato di prevederle, ed annunciarle, e di fare ogni sforzo per prevenirle.

Difficoltà della scrittura del Sig. D. Agostino Matteucci

1. Impossibilità di asciugar il lago di Sesto nella maniera enunciata.
2. Peste se si asciuga
3. Spese continue per li ripulimenti
4. Potersi rimediar a' mali in parte coll'escavazione del Rogio non ostante l'altezza de' fiumi.

Nella scrittura de' Sig. Gio: Franco Mansi, e Nicolao Orsucci

1. Il pericolo, che l'aria s'infetti: due passi miei sulla necessità di scandagliar tutto il lago per impedire i laghetti divisi, che diventino pantani. Specie di fondo fradicio trovato dal Zannotti. Ximenes teme l'infezione dell'aria: ma ciò non si teme quando si uniscano i laghetti.  
Dicono che non si potrà tener costantemente coperto il fondo del laghetto residuo per le acque scarse in estate. Vi sono delle perenni, che faranno l'effetto: qualche cosa si andrà nelle gronde cuoprendo, e scuoprendo come ora.  
Dicono che il Zannotti vuole l'ingrandimento del laghetto residuo, e che Boscovich teme i laghetti discosti: li teme se non si fa quello, che deve farsi, e si farà. Temono, che non possano condurvisi le acque de' siti lontani: temono il rinfrescamento del fondo fradicio.
2. Temono cattiva aria per le pianure della marina: a corto temono le inondazioni per la nuova quantità dell'acqua del nuovo Ozzeri, e le successive essiccazioni, che faranno l'aria cattiva, e diminuiranno la popolazione. Dichiarano nociva ogni innovazione.

Nella scrittura de' Sig.ri Giuseppe Tucci, e Giuseppe Nicolao Orsucci

1. Cominciano colla descrizione de' mali delle campagne adjacenti al Serchio, e al lago di Sesto: seguitano colle promesse de' vantaggi del progetto, la piccolissima in confronto de' vantaggi: massimi acquisti, che aumenterebbero i fondi pubblici, e le sostanze private: una commodissima navigazione da Lucca al mare.
2. Dicono che il Serchio è il naturale recipiente degli influenti: che in vece di un nuovo recipiente conveniva appigliarsi ad alcuno de' modi d'abbassare il suo letto, che suppongono molti.
3. Dicono che si aspettava dal progetto il rimedio alle inondazioni del Serchio, e alle espansioni del lago, e che non si è pensato, che a questo secondo solo: falso quel solo.

- Effetti, che espongono delle inondazioni del Serchio rigurgitate negli influenti: pericolo de' rigurgiti della Piscilla, e Lunetta.
4. Dicono, che si poteva rimediare alle espansioni del lago di Sesto con un arginatura. Non si cercava di impedire queste espansioni.
  5. Passano al progetto de' alzamenti de' terreni per via di colmate.
  6. Oltre la preferenza alle colmate, impugnano l'essiccazione in primo luogo negando la piccolezza della spesa.  
Rifanno il calcolo della spesa dell'escavazione del canale, e lo fanno arrivare quasi a un mezzo milione.  
Passano avanti alla botte sotto il Serchio, al foro del monte crescendo sempre a dismisura.
  7. Pericolo degli scavatori per l'acqua del lago di Macciucoli
  8. Difficoltà di far sotterra una volta. Vi sono par gli esempj in tanti scavi simili come nel canal di Piccardia.
  8. Otto articoli di spese, che si suppongono non computate.
  9. Pretendono l'alveo incapace a portar le acque del lago, de' terreni Toscani, delle campagne Lucchesi: anzi lo credo troppo capace.
  10. Danni, che suppongono de' terreni della marina per le acque accresciute.
  11. Dicono che Boscovich vorrebbe promuovere la navigazione, e questa non avrà luogo. Il Boscovich anzi sul fine della sua scrittura positivamente la sconsiglia.
  12. Pendenza: dicono, che il Boscovich vi ha trovato del superfluo. Piano, se si vuole navigazione: ma per questo sconsiglia essa navigazione. L'acqua chiara ha bisogno di pochissima pendenza per andar innanzi.
  13. Sbaglio grosso intorno alle velocità delle acque de' fiumi "cadendo da' monti accelerano per la caduta il loro moto in maniera, che potrebbero risalire nella parte opposta una linea uguale a quella, dalla quale hanno precipitato". Errore troppo grossolano.
  14. Falso che la Serezza abbia più pendenza almeno quel pelo, che il nuovo Ozzeri. Il lago non si scarica tutto nell'Arno, perché l'Arno è troppo alto. Non è il letto dell'Arno l'argine: ma la sua acqua fino al pelo.
  15. Che il nuovo emissario prima sepolto, debba risorgere nel lago di Maciucoli. Non deve risorgere, seguita a pendere. Discorsi contrarj alle evidenti livellazioni per negar la pendenza.
  16. Grosso errore a credere, che per quel canale il lago di Maciucoli possa rigurgitare verso il lago di Sesto.
  17. Ricapitolazione delle difficoltà.
  18. Esempio della non riuscita di varj progetti de' tempi avanti: ma ciò che prova? Convien vedere da chi fatti, e in che tempi. Non se ne dovrebbe mai far alcuno.
  19. Progetto nuovo da proporre. Tutto tende a impedir per ora l'esecuzione di questo.

Nella Scrittura del Sig. Ferrante Cittadella

- 3-4. Difficoltà: teme il grande rialzamento de' paduli della Marina per la poca pendenza: esempio delle acque ite là per la rotta del fiume di Camajore.
7. L'impedimento della chiusura delle cataratte: ma anch'io convengo col Sig. Ab. Ximenes, e Zannotti, che staranno chiuse meno tempo. Nel giornale di più d'un anno quanto poco sono ora chiuse? Saranno meno allora. Ciò risponde al num. 9 e 10.
8. Rialzamenti del mare: io non li credo: credo, che la terra faccia degli alzamenti, e abbassamenti per li fuochi sotterranei. Cosa debba dirsi di questi.
11. La lentezza del discarico del lago di Sesto non si dice mai tale dal Zannotti, che non debba essere incomparabilmente maggiore il vantaggio de' terreni adjacenti di quello, che lo è ora: la velocità dello Ximenes non mette in pericolo i terreni della Marina.
13. Torna il rialzamento del mare a tanto per secolo.
14. Dubbio mio sopra la precisione de' calcoli; ma non dubito della piccolezza del danno, che non sarà sensibile, e in ogni caso potrà compensarsi.
17. Diffese proposte dal Zannotti, Rimedio proposto dall'Autore di portar l'Ozzeri direttamente al mare.
22. Si parla de' vantaggi che il nuovo Ozzeri deve apportare al porto di Viareggio: dice che l'acqua in estate portata dal nuovo Ozzeri sarà poca: non si poca da non giovare. Si parla di un rimedio del Zendrini per levar via gli interrimenti: ciò non fa, che il nuovo Ozzeri non giovi assai al porto.
23. Progetto, e ragioni per tener i moli uguali: corrente, che rende pericolosa la disuguaglianza de' moli.
26. Progetto di condurre l'Ozzeri arginato fino alla foce di Viareggio: non può stare per la grande spesa, e troppo giro.
29. Si parla del progetto dello Zannotti di separar l'Ozzeri dal Rogio, si propongono delle difficoltà contro di esso.
31. Si parla della diminuzione della pendenza dell'Ozzeri, e timori indi nati.
36. Navigazione della Formica, che si dice perduta: difficoltà contro quella del nuovo Ozzeri: le credo anch'io.
37. Difficoltà sulla spesa per le materie, che si incontreranno nello scavo del nuovo canale.



## 20 Le cateratte sull'Ozzeri (1782)



*Tratto dell'Ozzeri tra la confluenza in Serchio e il fosso Formica<sup>237</sup>*

Il progetto del nuovo Ozzeri rimase inattuato a causa della proposta avanzata dal Granduca Pietro Leopoldo di sostituire la Serezza col Canale Imperiale per lo scolo del Lago di Bientina, e della costruzione delle cateratte sull'Ozzeri, considerate rimedi sufficienti a ridurre i danni delle piene, in attesa di provvedimenti duraturi.

Boscovich, chiamato dall'Offizio dell'Ozzeri ad esprimere il proprio parere, visitò il canale nel tratto compreso tra l'ingresso in esso del fosso Formica e la confluenza dell'Ozzeri in Serchio. Boscovich riteneva che le cateratte all'imbocco del Serchio fossero vantaggiose per la Repubblica e che dovessero essere accettate, nel caso in cui fossero state proposte. Nella memoria elencò vantaggi e svantaggi di queste, mostrando come i primi fossero di gran lunga superiori ai secondi.

Nel frattempo proseguirono le discussioni e furono avanzate nuove proposte per far scaricare il lago a sud verso l'Arno e non a nord verso il Serchio, partendo dalla constatazione che tutto il bacino di Bientina avesse una pendenza naturale verso meridione. Tra la fine del XVIII e la prima metà del XIX secolo vari idraulici intervennero nel dibattito: Pietro Ferroni tra il 1780 ed il 1785 propose una protrazione del Canale Imperiale fino a S. Giovanni della Vena dove avrebbe dovuto confluire in Arno. Nel 1787 il Granduca Pietro Leopoldo incaricò Pio Fantoni dell'esame di alcuni progetti

<sup>237</sup> XIMENES [1782].

relativi alla bonifica del lago di Sesto: nel suo resoconto il matematico si espresse favorevolmente alla costruzione di una botte sotto l'Arno che attraverso il Calambrone trasportasse le acque del lago in mare. Negli anni venti del XIX secolo furono consultati il toscano Vittorio Fossombroni (1820) e il bolognese Giuseppe Venturoli (1826)<sup>238</sup>. Nel 1821 il lucchese Lorenzo Nottolini presentò un progetto per la diversione del Serchio e per la depressione delle acque del lago di Bientina. In risposta ad esso Gaetano Giorgini nel proprio *Ragionamento* propose di dare scolo alle acque del lago mediante un Canale Maestro formato rettificando gli alvei del Rogio e dell'Ozzeri<sup>239</sup>. Tutti questi esperti pensavano di abbassare il livello delle acque e di ridurre l'estensione del lago ma nessuno di essiccarlo totalmente<sup>240</sup>.

Il primo a pensare ad un completo prosciugamento del lago di Bientina fu Alessandro Manetti nel 1842 su incarico di Leopoldo II che propose di indirizzare l'emissario del lago verso sud nella pianura pisana a sinistra dell'Arno. La pendenza era adeguata ed era facile scaricare l'emissario nella Fossa Chiara, presso Fornacette, e da qui verso Calambrone. Per mettere in comunicazione la fossa Chiara col Canale Imperiale bisognava aprire un nuovo canale che iniziasse dalla tura e dalla fabbrica delle cateratte di Ximenes, da qui seguendo il corso del Canale Imperiale fino a Vicopisano, si proponeva di costruire una botte sotto l'Arno presso S. Giovanni della Vena arrivando alla fossa Chiara e al mare presso Calambrone. Su richiesta del Granduca il progetto di Manetti fu esaminato ed approvato dall'ingegnere ferrarese Maurizio Brighenti. I lavori iniziarono nel 1853 e proseguirono fino a maggio del 1859. Caduto il Granducato lorenese, spettò prima al Governo Provvisorio e poi a quello italiano (1863) portare a termine l'opera, che in qualche decennio riuscì a prosciugare completamente il lago<sup>241</sup>.

Nel 1782 Boscovich chiese ed ottenne dal re Luigi XVI un congedo biennale per tornare in Italia, dove voleva pubblicare le sue opere di ottica e astronomia. Lasciò Parigi a settembre del 1782. Giunto in Italia trascorse i primi sei mesi a Pescia, malato, assistito dal padre Puccinelli, suo collaboratore a Milano negli anni trascorsi alla direzione dell'osservatorio. A marzo del 1783, ristabilitosi, si recò in visita a Ripoli, Firenze, Bologna, Ferrara, Venezia e Bassano. A Bassano, presso lo stampatore Remondini, seguì personalmente la revisione e la pubblicazione dei cinque volumi di ottica e astronomia, *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam*, conclusasi a maggio del 1785. In aggiunta ai cinque volumi fu pubblicato il resoconto del viaggio da Costantinopoli alla Polonia<sup>242</sup>. Da maggio ad ottobre del 1785 si recò a Venezia, Roma e infine a Milano. A marzo del 1786 grazie all'interessamento del principe Kaunitz aveva ottenuto un prolungamento del suo congedo dalla Francia.

<sup>238</sup> PIAZZINI [1850].

<sup>239</sup> GIORGINI [1839].

<sup>240</sup> VENTUROLI [1850].

<sup>241</sup> BARSANTI - ROMBAI [1986], pp. 74-80.

<sup>242</sup> BOSCOVICH [1784].

Morì il 13 febbraio 1787 a seguito di un rapido peggioramento delle sue condizioni di salute. (*mgl*)

*Sentimento sulle cataratte in bocca di Ozzeri*<sup>243</sup>

Ill.mi Signori

Essendo stato dall'Ill.mo Offizio dell'Ozzeri condotto alla visita di quel Canale dall'imbocco della Formica in esso, all'imbocco di esso in Serchio, e avendo osservati intanto gli imbocchi degli influenti in esso Ozzeri, e i canali de' più torbidi in vicinanza all'Ozzeri stesso, e avendo tanto sulla faccia del luogo, quanto dopo la visita ben riflettuto ad uno de' principali oggetti della medesima visita, che concerne le cataratte verso l'imbocco dello stesso Ozzeri in Serchio, sulla quale materia avevo anche prima pensato molto, e avevo indicato il mio sentimento, vengo in questo foglio ad esprimere il sentimento mio medesimo, per esercitare un atto di ossequio, e di ubbidienza all'Uffizio istesso, che mi ha onorato della richiesta del mio parere su questa interessante materia.

Per [farmi] indietro dall'occasione, in cui si è cominciato a parlare di nuovo di queste cataratte, essa è la seguente. Trattandosi degli accessi, e congressi da tenere co' Deputati, e Periti Fiorentini, e pensando a quello, che i medesimi avessero potuto mettere in campo per giustificare la Tura passata almeno in apparenza, e per uscire in qualche modo dal loro impegno, si cominciò a sospettare, che potessero pretendere una qualche mutazione di circostanze seguita in questo secolo, e tra queste quella dell'alzamento del letto del Serchio, in vigore del quale accadesse una sua alzata maggiore nelle piene, e però un rigurgito per Ozzeri, per cui l'acqua degli influenti, che sarebbe dovuta andar in Serchio, e una gran quantità di acqua del Serchio medesimo vadano adesso alcune volte nel lago di Sesto, nel quale alzino le acque. Quindi si pensò, che potessero volere, che per impedire un tale rigurgito si facessero le cataratte alla bocca dell'Ozzeri in Serchio.

In conseguenza di questo pensiero, quantunque vi sieno molte risposte, che possano eludere la giustificazione della Tura, mi venne in mente di pregare i Sig.ri Deputati nelli Congressi, che in ordine all'accettare, o no le cataratte in questo [caso] di richiesta, per impedire in appresso questo rigurgito, pigliassero innanzi le istruzioni dell'Ecc.mo Consiglio, che su ciò poteva preventivamente risolvere [nell'] agio con molto maggiore sua soddisfazione, che nell'atto de' congressi in fretta.

L'ispezione del doverle accettare sì, o no dipendeva ancora [principalmente] dall'ispezione dell'essere le medesime utili, o nocive alla Repubblica. Quando fossero utili, e si credessero tali, pareva indispensabile l'assetto, e supposto, che si concorresse a questi congressi sull'idea di adempire anche alla mente di S.M.I., che ordinava a' suoi

---

<sup>243</sup> University of California, Berkeley, Bancroft Library, ms. Carton 1, Folder 38-56, Item 45, cc. 8.

i congressi, per vedere se vi fosse cosa da fare presentemente di unanime consenso, che si credesse vantaggiosa ad amendue gli Stati della Repubblica, e del Granducato. Quando poi fossero giudicate indifferenti per la Repubblica, e semplicemente non dannose, e fossero dall'altra parte richieste da' Deputati Fiorentini, pure pareva bene l'accettarle, per dare un'uscita qualunque alla parte contraria, e per adempire quel [...] ivi non [...], ed alteri [prodotti].

In seguito di questo io fui interrogato passivamente su questo punto per poter riferire all'Ill.mo Consiglio il mio sentimento, se io le stimavo utili, indifferenti, o nocive per la Repubblica, e se giudicavo, che andassero accettate; e risposi, che per quello potevo giudicare allora colle riflessioni, che facevo su quello, che avevo osservato andando dalla Piscilla giù per Ozzeri in altra congiuntura, e su quello, che avevo sentito delle livellazioni fatte altre volte, veramente ero persuaso, che le cataratte fossero ne nocive, ne indifferenti, ma piuttosto vantaggiose alla Repubblica, e che credevo, che andassero accettate, caso che si proponessero. In questo sentimento mi sono confermato anche più dopo le posteriori riflessioni, e la nuova visita, e ispezione locale.

Per rendere ragione di questo mio sentimento, metterò qui in breve gli svantaggi, che si potrebbero temere, e quali di essi io creda, che sussistano, e quali no, e i vantaggi, che se ne possano ricavare, i quali io stimo, che sieno superiori agli svantaggi, e così, che assolutamente sieno le cataratte piuttosto utili positivamente.

Fra gli svantaggi io metto in primo luogo la spesa, che vi vorrà per fabricarle, e per mantenerle, e la spesa per mantenere il Catarattaio. Queste spese sono inevitabili, e sono un reale svantaggio. Il mantenere le cataratte una volta fatte potrebbe parere anche più dispendioso di quello, che io creda sia per esserlo, col temersi, che il fiume rompendo sopra di esse, ed entrando in Ozzeri le scavi, e rovesci. Ma io credo, che a questo si possa ben rimediare col fondarne i piloni in modo, che anche in un somigliante caso reggano, cosa, che non credo difficile, e in oltre col fortificare la ripa, e tenere in buon essere gli argini superiori del cerchio, la quale diligenza renderà il caso del pigliarle alle spalle ben raro, e forse lo toglierà affatto.

L'altro svantaggio, che può temersi, è l'interrimento dell'Ozzeri nel tempo, che le cataratte saranno chiuse, e questo tanto inferiormente alle cataratte, quanto superiormente. Per quel tratto inferiore si teme l'interrimento del rigurgito delle acque del Serchio, che ivi rimarranno stagnanti, e deporranno, e si accresce il timore di questo male, considerando il nuovo lungo sperone fatto al fine di Ozzeri stesso, e il Serchio, per fare, che le acque di esso Ozzeri entrino nella stessa direzione, in cui corrono le acque del Serchio, e non vi sieno le deposizioni, che il contrasto delle due acque ivi formavano. Non potendosi su questo sperone assicurare la testata delle cataratte, si riflette, che il tratto di canale dietro a questo sperone, e sotto alle cataratte sarà non così breve, onde le deposizioni per l'acqua ivi stagnante saranno per essere di maggiore pregiudizio, e per la maggior mole si potranno più difficilmente portar là dopo aperte le cataratte. Per quel tratto superiore si teme, che impedendo le cataratte il corso all'Ozzeri, in cui per altro verranno gli influenti torbidi, la robba portata da questi, e fermata col fermarsi in Ozzeri le acque, interrirà sempre più il suo canale.



Di questo svantaggio io sono persuaso, che la prima parte si avrà, ma sarà leggiera, e di facile rimedio; la seconda poi, se le cataratte sieno bene maneggiate, credo, che non vi sarà punto in vigore delle cataratte istesse, ma che con esse succederà quello, che accaderebbe senza di esse, e renderò qui la ragione di amendue questi miei sentimenti.

In primo luogo per quello, che concerne il tratto del canale sotto le cataratte alquanto lunghetto, e stretto, io sono ben persuaso, che in esso vi sarà qualche interrimento per le deposizioni dell'acqua torbida di Serchio rigurgitante: ma credo di poter avanzare con sicurezza in primo luogo, che queste deposizioni saranno di materie assai sottili, e facilmente amovibili al primo riaprirsi delle cataratte, in secondo luogo, che saranno piuttosto poche, in terzo luogo, che appunto in vigore di qualche lunghezza di quel tratto congiunta colla sua strettezza, si faranno pochissime in vicinanza delle cataratte medesime, e si faranno piuttosto in qualche distanza da esse, cosa che faciliterà l'asportarle.

Che debbano essere di materie assai sottili, mi pare evidente; perché l'acqua del Serchio non potrà venire in quel tratto, che contro il proprio corso di rigurgito, e con pochissima, e quasi nulla celerità, ove sieno chiuse le cataratte. Quindi non potrà portare le materie grosse, e pesanti, che va ruzzolando nel suo fondo, ma solo l'acqua sua torbida impregnata di quelle materie sottili, che sono stemprate in essa; e di queste sole saranno le deposizioni.

Che queste abbiano ad essere poche, mi pare evidente per questo istesso corso retrogrado, per la strettezza del canale, e per la chiusura delle cataratte. L'acqua, che sarà una volta entrata in quel canale, vi rimarrà acqua morta, senza che dal Serchio ne sopravenga altra, a quel modo, che, quando è aperta la finestra, ma chiuso il riscontro di qualche porta, il vento in una camera poco giuoca, non avendo l'aria, che voglia entrare, dove ficcare quella, che già vi era. Se non che questo assai più accaderà in un canale stretto, che in una camera larga, e assai più nell'acqua non elastica, che nell'aria elastica, e comprimibile. L'acqua entrata una volta nel canale vi resterà, e non avendo per dove uscire, impedita dalle cataratte, e dalle ripe, escluderà l'ingresso all'altra, e però deposte quelle poche sue materie, non vi saranno altre posteriori deposizioni; onde le deposizioni ivi saranno poche.

Questo poi certamente succederà in vicinanza delle cataratte, dove per la strettezza, e lunghezza di quel tratto di canale, non potrà introdursi alcun rigiro di acque, e alcun come vortice, che dia luogo alla mutazione di essa. Qualche rigiro vi sarà più verso la bocca in vicinanza del fiume, dove potrà un poco cambiarsi l'acqua, e succederne della nuova pur torbida; ma ivi pure essendo il rigiro, e non l'acqua ferma, si smuoverà anche il fondo, e le torbide non si deporranno con tanta facilità. Quindi le deposizioni se si faranno, si faranno piuttosto in distanza dalle cataratte, che vicino ad esse; ma ivi pure non saranno molte.

Qui il caso per questo motivo sarà diverso da quello dello sbocco della Serezza in Arno, dove essa entra quasi a perpendicolo. L'acqua si può continuamente mutare in quel corto tratto sotto le cataratte entrando di fianco, e rigirando, e potrà far que' ridossi, che ivi forma talvolta, molto più, che in quest'altro nostro caso.

È poi manifesto, che reso il corso alle acque dell'Ozzeri col riaprire le cataratte, saranno assai più facilmente asportate dal loro corso queste materie deposte, essendo fresche, sottili, poche, e in qualche distanza dalle medesime cataratte.

Ad ogni modo, quando anche si addossassero delle deposizioni dietro alle medesime cataratte, cosa, che a mio giudizio non seguirà, credo evidentissimo, che come appunto accade nello sbocco della Serezza, un piccolo aiuto, che faccia un solchetto per dare la prima uscita alle acque, basterà perché esse facciano il resto da se medesime.

Quindi credo, che in questo pezzetto di canale vi sarà qualche pregiudizio, ma lo stimo leggerissimo, e da rimuoversi spontaneamente o dalle acque medesime da per se, o con un leggier'aiuto.

In ordine al Letto superiore dell'Ozzeri, credo, che esso nonne patirà punto in vigore delle cataratte, se queste saranno bene regolate. Credo dunque certissimo, che debba accadere molte volte nelle piene anche non eccessive, che per tutta la sezione dell'Ozzeri fino al suo fondo l'acqua vada retrograda in su, entrandovi al contrario della gran quantità d'acqua del Serchio. Se le cataratte si terranno chiuse in queste circostanze, credo, che le medesime non possano recare alcun pregiudizio al superiore letto per gli interrimenti.

Che accada spesso l'andare il Serchio retrogrado per l'Ozzeri, lo credo certissimo supposta la poca pendenza, che ha l'Ozzeri dal Perno in Serchio abitualmente, supposte le escrescenze grandi del Serchio anche abituali, e supposta l'espansione, che ponno avere le acque dell'Ozzeri alzate, tanto immediatamente di fianco per le campagne, quanto mediante i rij influenti, e gli scoli.

Dal Perno in Serchio non si crede vi sieno 3 braccia di pendenza, e sarebbe ben desiderabile, che queste livellazioni fossero più sicure, ed esatte. Forsi si troverebbe assai meno. Molte volte le escrescenze del Serchio si alzano a 6 braccia, ad otto, e alle volte anche più, sopra l'ordinaria altezza. In questi casi tutti, e in altri molti di inferiori escrescenze, massime ove la grand'acqua il Serchio, e poca gli influenti dell'Ozzeri, circostanza, che pur arriva, credo, che per tutta la sezione il Serchio camina in dentro retrogrado.

Questa, credo, che sia cosa certa; perché non è possibile, che un influente porti l'acqua in un recipiente, quando il recipiente si alza più di quello, che possa alzarsi indietro l'influente, il quale per iscaricare in esso le sue acque converrebbe, che si alzasse di più. Ove quest'alzata è impedita, come qui, dalla sua poca pendenza, e dalla libera espansione per le campagne, si spanderà egli per queste, e spanderà per esse più acqua di quello, che riceve dagli influenti suoi particolari, spandendo in oltre anche quella, che riceverà dal recipiente retrogrado. Ne questo sarà punto impedito dal corso diretto del recipiente. Il corso de' fiumi non è mai così rapido, che impedisca l'azione laterale della pressione per tutti i versi, onde per un'apertura nell'argine si scaricano sempre le acque, ovunque questa si faccia, e ne nascono lateralmente delle trapanature negli argini, e delle sorgive ne' campi. Ciò poi accaderà molto più nel caso nostro dell'Ozzeri, il quale ha pel Roggio un altro recipiente nel lago di Sesto. È evidente, che ove il pelo superiore del Serchio divenga più alto, che

il pelo del lago, cosa, che varie volte sicuramente accade, il corso di tutto l'Ozzeri, de' suoi influenti, e dell'acqua del Serchio, si volterà indietro verso lo stesso lago, oltre l'espansione per le campagne.

Ora in tutti questi casi anche senza le cataratte, tutta la materia, che porteranno in Ozzeri i laterali influenti, rimarrà pure nel suo letto, e però le cataratte non faranno alcun danno. Se dunque esse si terranno chiuse in questi casi, non vi sarà per questo capo svantaggio alcuno.

Per altro io sono pienamente persuaso, che ove il Serchio si vedrà correre in cima colla superficie sua dentro l'Ozzeri, vi correrà con tutta la sezione, toltone qualche caso di subita escrescenza sua piccola, che rovesci in superficie qualche quantità d'acqua dentro, senza che in fondo l'acqua dell'Ozzeri ne sia fermata a cagione della preconcipita velocità. Ma come credo, che massime in canali somiglianti all'Ozzeri, di poca pendenza, e di non grandissima mole d'acqua, la velocità preconcipita prestissimo si perda per la resistenza del fondo, delle ripe, dell'erbe, e l'acqua cammini principalissimamente per la pressione superiore del peso; ove il Serchio si alzerà sopra, premendo più per la maggiore altezza indietro, si volterà indietro il corso tutto.

In ogni caso, non è difficile il ritrovare metodi da accertarsi, se l'acqua dell'Ozzeri vicino alle cataratte, anche verso il fondo vada in su, o in giù, e ordinare, che si chiudano le cataratte solo, quando si veda, che tutta la sezione vada in su, o anche, che vada in su una sua gran parte, e verso il fondo la velocità in giù sia piccola assai, la quale non serve per convogliare le grosse materie de' rij torbidi.

Ne deve dirsi, che il Catarattaio non farà le debite diligenze; perché questa risposta farebbe inutili tutte le cataratte. Una negligenza piccola introdurrà piccoli mali, una grande si potrà scuoprire, impedire, punire.

La resistenza, che i piloni faranno al corso dell'acqua, si può contare per qualche svantaggio; ma questo si ridurrà a pochissimo, e quasi a niente, se si faranno le luci delle cataratte piuttosto umpoco maggiori tutte insieme delle luci de' ponti.

Io non ritrovo altri svantaggi escogitabili nelle cataratte, e vi ritrovo tre grandissimi vantaggi, che credo compensino, e superino moltissimo i superiori svantaggi. Il vantaggio primo sicuro, sarà quello di impedire, che le acque del Serchio vadano per rigurgito fino al lago, e vi spingano gran parte delle acque dell'Ozzeri. Il secondo pur sicuro, che si potrà rendere molto minore l'inondazione delle campagne adiacenti all'Ozzeri, impedendo, che vi vada tanta acqua del Serchio, la quale, credo certissima cosa, che vi va ora. Questo farà, che abbassato il Serchio, le stesse campagne si scoleranno per Ozzeri assai più presto. Succede spesso, che 3, o 4 giorni di più di dimora delle acque sulle campagne faccia perire i seminati. Questo male si impedirà in molte congiunture. Il terzo vantaggio pur sicuro si è, che in Ozzeri non si faranno le deposizioni, che ora credo, che vi fa l'acqua del Serchio torbida, quando vi entra retrograda.

Si aggiunge un altro vantaggio, che le chiavi delle cataratte saranno sempre in mano della Repubblica, la quale potrà farne quell'uso, che giudicherà. Imperoche queste cataratte si faranno in riguardo al Lago di Sesto, come quelle della Serezza. Quindi se quelle fosse sul terreno del Granducato le ha in suo potere la Repubblica, non può

venire neppure in capo ad alcuno, che non abbia ad avere in suo potere queste fatte sul suo, e riguardanti lo stesso oggetto.

Tanto più poi mi pare inevitabile l'accederle, quanto che in altro tempo la Repubblica le ha chieste a' Pisani. Ha dunque mostrato, che allora le credeva utili a se, e però negandole ora in caso, che sieno chieste, parrebbe, che si facesse ciò unicamente per astio, e spirito di contraddire, non per avere scoperta in esse cosa, che prima non si ravvisasse. Io però penso, che non le chiederanno, se non fosse per puro impegno, perché le credo nocive più ad essi. L'espansione de' Serchio retrogrado sulle campagne Lucchesi è troppo vantaggiosa alle inferiori campagne Pisane, onde fa loro danno l'impedirle, come notarono ben essi, quando in certo tempo se ne trattò.

Questo sulla presente materia è il tenue mio sentimento, quale per altro sottometto in ogni sua parte al più savio, e avveduto altrui giudizio.

Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù

## APPARATI



## Alcune unità di misura

Ancora all'epoca di Boscovich l'Italia era suddivisa in numerosi stati, ciascuno dei quali dotato di vari sistemi di unità di misura. Durante i sopralluoghi Boscovich dovette tener conto di queste differenze e nelle relative perizie si trovano spesso citate specifiche unità di misura caratteristiche di una particolare area geografica<sup>244</sup>.

Si riportano di seguito le più frequenti unità di misure che compaiono nelle memorie di Boscovich e le principali conversioni in riferimento al moderno sistema metrico decimale. Si tratta per lo più di unità di misura di lunghezza, di superficie e di volume. Non essendo ancora disponibile, al tempo di Boscovich, un sistema di riferimento "universale", il gesuita esprimeva spesso alcune conversioni tenendo conto del sistema di riferimento in vigore nello stato Pontificio o nel ducato di Milano. Altre volte invece il riferimento è alle unità di misura parigine.

Ad esempio era noto che il braccio milanese stava a quello di Parigi in rapporto di 11 a 6 e che le once milanesi stavano ai pollici di Parigi come 6 a 11<sup>245</sup>.

### *Stato Pontificio (misure prevalenti)*

Misure di lunghezza:

1 canna romana = m 2,234218

1 miglio romano =  $666 \frac{2}{3}$  canne = 1000 passi = m 1489,478813

1 passo = 5 piedi =  $6 \frac{2}{3}$  palmi romani = m 1,489479

1 braccio (o passetto) = 3 palmi romani = m 0,670265

1 piede romano =  $1 \frac{1}{3}$  palmo romano = 16 once = m 0,297896

1 palmo romano = 12 once = m 0,223422 = cm 22,3422

1 oncia = m 0,018618 = cm 1,8618

Misure di superficie:

1 canna quadrata = 100 palmi quadrati = m<sup>2</sup> 4,991730

1 passo quadrato = 25 piedi quadrati = m<sup>2</sup> 2,218547

<sup>244</sup> MARTINI [1883].

<sup>245</sup> Si veda al riguardo LECCHI [1765].

1 piede quadrato =  $m^2$  0,088742  
 1 palmo quadrato = 144 once quadrate =  $m^2$  0,049917  
 Misure di volume:  
 1 canna cuba =  $m^3$  11,152616  
 1 palmo cubo = 1728 once cube =  $m^3$  0,011153  
 1 oncia cuba =  $m^3$  0,000006 =  $cm^3$  6  
 Misure di capacità:  
 1 rubbio = 294,465011 litri  
 Misure di peso:  
 1 libbra = 12 once = kg 0,339072

All'epoca di Boscovich le città di Perugia e di Rimini facevano parte dello Stato della Chiesa ma disponevano anch'esse di proprie unità di misura, ad esempio le miglia perugine o il piede riminese.

#### *Perugia*

Misure di lunghezza:  
 1 miglio perugino = m 1800  
 1 piede = 12 once = m 0,3635 = cm 36,35  
 1 palmo = m 0,251062 = cm 25,1062  
 1 oncia = m 0,030292 = cm 3,0292

#### *Rimini*

Misure di lunghezza:  
 1 canna riminese = 20 piedi romani  
 1 piede riminese = 29,5 once di passetto  
 1 oncia = m 0,054295 = cm 5,4295  
 Misure di volume:  
 1 canna cuba riminese = 1000 piedi cubi riminesi = 15 canne cube romane =  $m^3$  160,057  
 1 piede cubo =  $m^3$  0,160057  
 Misure di peso:  
 1 libbra = kg 0,345516

#### *Ducato di Modena*

Misure di lunghezza:  
 1 braccio = 1/5 pertica = m 0,627658 = cm 62,7658  
 1 pertica = 6 piedi = m 3,138290  
 1 miglio = 500 pertiche = 3000 piedi = m 1569,144870  
 1 oncia = 12 punti = m 0,043587 = cm 4,3587  
 1 punto = 12 atomi = m 0,003632 = cm 0,3632  
 Misure di volume:  
 1 braccio cubo =  $m^3$  0,143095



*Ducato di Milano*

Misure di lunghezza:

1 trabucco milanese = 6 piedi = m 2,61111

1 braccio milanese = m 0,5949364481 = cm 59,4936

Il braccio, come il piede, si suddivide in 12 once di 12 punti di 12 atomi

1 piede = m 0,435185 = cm 43,5185

*Ducato di Piacenza*

Misure di lunghezza:

1 braccio = 12 once = m 0,469565 = cm 46,9565

1 trabucco piacentino = 6 braccia = m 2,81739

1 oncia = 12 punti = m 0,03913 = cm 3,913

1 punto = 12 atomi = m 0,003261 = cm 0,3261

1 atomo = m 0,000272 = cm 0,0272

*Repubblica di Lucca*

Misure di lunghezza:

1 miglio = 600 pertiche = m 1771,5

1 pertica = 5 braccia = m 2,9525

1 canna = 4 braccia = m 2,362

1 braccio = 12 once = m 0,5905 = cm 59,05

1 oncia = 12 punti = m 0,049208 = cm 4,9208

1 punto = 12 atomi = m 0,004101 = cm 0,4101

1 atomo = m 0,000342 = cm 0,0342

Misure di superficie:

1 miglio quadro = m<sup>2</sup> 3138212,251 pertica quadra = m<sup>2</sup> 8,714561 canna quadra = m<sup>2</sup> 5,5790441 braccio quadro = m<sup>2</sup> 0,348691 coltra = 460 pertiche quadre = m<sup>2</sup> 4008,6976*Repubblica di Genova*

Misure di lunghezza:

1 palmo = 12 once = m 0,248083 = cm 24,8083

1 oncia = 12 linee = m 0,020673 = cm 2,0673

1 linea = 12 punti = m 0,001723 = cm 0,1723

1 passo = 6 palmi = m 1,488500

1 miglio genovese = 1000 passi = 6000 palmi = m 1488,500

Misure di volume:

1 canna cuba = m<sup>3</sup> 26

Misure di peso:

1 libbra = 12 once = kg 0,317664

*Repubblica di Venezia*

Misure di lunghezza:

- 1 miglio veneto = 1000 passi = m 1738,674
- 1 pertica grande = 6 piedi = m 2,086409
- 1 passo = 5 piedi = m 1,738674
- 1 pertica piccola = 4.5 piedi = m 1,564807
- 1 piede = 12 once = m 0,347735 = cm 34,7735
- 1 oncia = 12 linee = m 0,028978 = cm 2,8978
- 1 linea = 10 decimi = m 0,002415 = cm 0,2415
- 1 decimo = m 0,000241 = cm 0,0241

*Parigi*

Misure di lunghezza

- 1 pollice = m 0,027070
- 1 palmo = m 0,029326
- 1 piede = m 0,324839
- 1 braccio = m 1,624197
- 1 tesa = m 1,949037

## Piccolo vocabolario di idraulica fluviale

Aggestione: Accumulo di materie.

Ala: In idraulica sorta di riparo che dalla sponda di un fiume s'avanza nell'alveo restringendosi con dolce pendio.

Alluvione: Deposizione di materia dovuta alle acque di un fiume. Il termine può indicare anche bonificazione o acquisto di terreno fertilizzato per deposizione di acque melmose.

Antemurale: Difesa.

Banca: Lista di terra tra la sponda e l'argine per il rinfianco dell'argine stesso.

Barbacane: Opera di fortificazione usata come rinforzo.

Battente: Dislivello tra il pelo libero a monte ed il bordo superiore della luce.

Belletta: Sinonimo di melma.

Betta: Piccola imbarcazione impiegata per il trasporto di materiali.

Bigonzo: Recipiente in legno.

Botta: Ansa del fiume in cui l'impeto della corrente batte contro l'arginatura; costituisce il primo punto a cedere in caso di piene.

Bottacci (bottaccie o scaricatoie): Recinto di terreno arginato dove si ricevono acque torbide per promuoverne la depurazione.

Botte: Struttura attraverso la quale si fa passare un canale o un corso d'acqua, sotto una strada o sotto un altro corso d'acqua.

Burbera: Cilindro attorno al quale si avvolge la corda o la catena dei sacchi per innalzare l'acqua o la materia di spurgo o la materia da costruzione o altra da sollevarsi.

Cala: Piccola insenatura di mare.

Callone: Varco in una steccaia per consentire il passaggio delle imbarcazioni.

Cassa: Spazio tra due file di pali.

Cassone: Struttura in legno usata per lavorazioni subacquee, ad esempio per la rimozione di sassi e altri ostacoli dal letto di un fiume.

Catene: Pali che legano trasversalmente le singole guide.

Cateratta: Sbarramento artificiale di un corso d'acqua ottenuto con una diga, una traversa o una saracinesca.

- Chiavica: Piccolo canale coperto in muratura.
- Colta: Bacino d'acqua che alimenta un mulino.
- Contrafosso: Fosso secondario che serve a sfogare le acque chiare piovane nella pianura circostante quando essa è più bassa dell'alveo conducente le acque torbide, il quale spesso corre a lato o in vicinanza del contrafosso.
- Coronella: Argine a pianta curva che serve di sostegno ad un'arginatura fluviale pericolante.
- Crocette (o piccole forche): Sostegni formati da due legni verticali conficcati in terra e da uno trasversale in cima che li collegava.
- Cuora (o terreno sfondante): Strato di erbe galleggianti, apparentemente solido, ma in realtà assai insidioso, che si forma negli stagni e nelle paludi.
- Divertire: Deviare un corso d'acqua.
- Feluca: Piccola nave in uso nel Mediterraneo, a vele o a remi.
- Filone: Parte più profonda e veloce della corrente, generalmente situata in mezzo all'alveo.
- Fossale: Fossato.
- Gerba: Pianta palustre.
- Giara (o giaretta): Deposizione alluvionale.
- Golena: Spazio compreso tra la riva di un fiume ed il suo argine.
- Gomena: Cavo usato per il rimorchio e l'ormeggio delle navi.
- Gorgo: Punto del letto di un fiume dove l'acqua ha una maggiore profondità.
- Graticce: Una graticciata di legno con passoni serve per fondare sull'acqua in terreno molle.
- Gronda: Porzione di terreno asciutto che circonda i paduli e da cui le acque piovane scolano o sgrondano nel padule medesimo.
- Guardiano (molo guardiano): Struttura usata in molti porti dell'Adriatico per difendere l'imboccatura di un porto, specialmente fluviale, dal moto ondoso e dall'insabbiamento.
- Guide: Pali orizzontali sulla testa o di fianco a quelli conficcati e inchiodati.
- Intestare: Sbarrare.
- Intestatura: Sbarramento, chiusura.
- Isola natante: Terreno morbido, instabile, prodotto nei laghi e negli stagni dall'intralcio delle piante palustri. Portato a galla da un eccesso d'acqua, forma come delle piccole isole.
- Labro: I labbri di una rotta sono i punti dove una rotta intercide l'argine.
- Lebecciata (o libeccciata): Vento di libeccio ossia proveniente da sud-ovest.
- Levantara: Forte raffica di vento di levante, che si verifica soprattutto nell'alto Adriatico quando il mare è in burrasca.
- Lezzo: Fetore.
- Luce: Apertura per il passaggio di un liquido o di un fluido.
- Magazzino: Recipiente usato per raccogliere le arene prima che entrino nel porto.
- Merso: Canale che riporta l'acqua del mulino.

- Ordegno: Dispositivo per la pesca che consiste in una croce di legno alle cui estremità sono sistemate delle reti con al centro una grossa pietra.
- Padule: Termine toscano, indica una palude non troppo estesa e di acque poco profonde.
- Palata: Struttura utilizzata allo scopo di regolare l'afflusso dell'acqua, ad esempio all'imboccatura di un porto.
- Parata: Sinonimo di colta.
- Passonata: Palizzata, formata da passoni, usata per consolidare argini artificiali corrosi dalla corrente.
- Passone: Palo di legno lungo e stretto conficcato nel terreno, impiegato soprattutto nelle opere di compattamento e rafforzamento dei terreni. Ha una sezione rotonda con un'estremità appuntita per essere meglio conficcato nel terreno.
- Pennello: Piccola diga formata dal deposito di sassi, terra, sabbia portati dal fiume, che devia la corrente, spingendo il flusso d'acqua verso la sponda opposta.
- Pescaia (o chiusa): Sostegno in muratura o a sassaia nel letto di un fiume, da sponda a sponda, per elevare il pelo dell'acqua, provocare una caduta precipitosa dalla parte più alta a quella più bassa e consentire all'acqua di essere portata da un'altra parte.
- Piaggione: Accrescitivo di spiaggia (spiaggia).
- Piarda: Nome dato alle zone golenali del Po, rappresenta la zona pianeggiante compresa tra l'argine e il letto del fiume.
- Pila: Sostegno intermedio di un ponte.
- Polla: Vena d'acqua che scaturisce.
- Pollino: Sinonimo di isola natante.
- Pontone: Galleggiante impiegato per caricare merci.
- Postime: Insieme di pianticelle da trapiantare.
- Puntone: Macchina per cavar fango.
- Razzaio: Striscia di terreno nella quale l'arsura domina, o per esservi sotto della ghiaja, o per avervi poca terra e sterile.
- Rigurgito: Alterazione nella corrente per effetto di un ostacolo o per il brusco cambiamento di sezione o pendenza dell'alveo.
- Ripa: Sponda.
- Risalto: Fenomeno idraulico che consiste nella trasformazione di una corrente veloce in una corrente lenta.
- Risoratore: Il termine, che deriva dal verbo "sorare", ossia refrigerare, designa un canale scaricatore. In senso più esteso rappresenta il limite d'altezza, sopra il quale l'acqua in eccesso deve scaricarsi.
- Saica: Tipo di veliero mercantile e militare usato nei secoli XVII e XVIII da Turchi e Greci.
- Sbancamento: Indica lo scavo e l'asportazione di rilevanti quantità di terreno per lavori di vario genere.
- Scanno: Accumulo di arene che si forma nei porti, soprattutto fluviali.
- Scanso: scansamento. Intervallo tra un soffio o un colpo di vento ed un altro, fra un colpo di mare ed un altro.

Scarpa: Pendio degli argini di forma piramidale, allungato verso la base. Il termine designa anche il rapporto fra la base e l'altezza di una sponda.

Slamare: Franare.

Slamata: Tratto di terra, che distaccandosi da un pendio o scarpa, si rovescia e si porta sino al piede del pendio o della scarpa, dalla quale si è distaccata.

Slamatura: Smottamento, caduta di terreno.

Spaglio: Straripamento.

Squero: Piccolo arsenale per il deposito delle barche o dei navigli addetti alla navigazione dei fiumi.

Steccaia: Sostegno, è una chiusa di palafitte o tavole, che provoca una caduta precipitosa d'acqua dall'alto.

Svellere: Sradicare.

Svoltata: Brusca curvatura nell'andamento di un fiume.

Tartana: Piccolo veliero mediterraneo da carico.

Terraficoli: Piccoli passoni o paletti di legno dolce.

Torba (o torbida): Materiale alluvionale di piccole dimensioni, trasportato in sospensione dai corsi d'acqua. Indica anche la materia scura e spugnosa, che si trova sotto alcuni terreni che sono o furono paludosi. È composta in massima parte di radici o di altre porzioni di piante alterate, per lo più palustri.

Tremoliccio: Sinonimo di cuora.

Tumuleto: Duna sabbiosa costiera.

Vena: Corrente d'acqua sotterranea o anche affiorante appena al suolo, che si trova in molte paludi.

Zocco: Muro usato come regolatore, costruito per deviare parte delle acque di un fiume durante le piene.

## Bibliografia e sitografia

- a) Manoscritti di Boscovich  
I manoscritti provengono dal fondo conservato presso la Bancroft Library dell'Università della California, a Berkeley. Le memorie idrauliche sono contenute nel Carton 1, suddiviso in diverse cartelle (folder):

Carton 1, Folder 38-56, Item 34-49.1 – Hydrography, 1744-1773

Carton 1, Folder 57-63, Item 50-55.1 – Hydrography, Undated

Carton 1, Folder 64-66, Item 56-57.1 – Hydrography, 1756-1761

Carton 1, Folder 67-72, Item 58-59.3 – Hydrography, 1767, undated

- b) Edizione Nazionale delle Opere e della Corrispondenza di R. G. Boscovich su CD-Rom: EN

### *Opere*

LUIGI PEPE (a cura di) [2010], *Opere scientifiche. Matematica e Geometria*, ENo, I, Nova Milanese, Edit4.

LUIGI PEPE (a cura di) [2010], *Elementa universae matheseos*, ENo, II, Nova Milanese, Edit4.

EDOARDO PROVERBIO (a cura di) [2010], *Opera pertinentia ad Opticam et Astronomiam. Tomi I-II*, ENo, V/1-V/2, Nova Milanese, Edit4.

ŽARKO DADIĆ (a cura di) [2012], *Opera pertinentia ad Opticam et Astronomiam. Tomo III*, ENo, V/3, Cinisello Balsamo, Alexma.

MARIO RIGUTTI (a cura di) [2010], *Opera pertinentia ad Opticam et Astronomiam. Tomo V*, ENo, V/5, Nova Milanese, Edit4.

DANILO CAPECCHI (a cura di) [2010], *Opere Scientifiche. Meccanica (Statica e Dinamica)*, ENo, IX/2, Nova Milanese, Edit4.

ŽARKO DADIĆ (a cura di) [2012], *De Solis ac Lunae defectibus*, ENo, XIII/1, Cinisello Balsamo, Alexma.

LUCA GUZZARDI (a cura di) [2012], *Les Eclipses. Poeme en six chants*, ENo, XIII/2, Cinisello Balsamo, Alexma.

EDOARDO PROVERBIO (a cura di) [2008], *Giornale di un viaggio da Costantinopoli in Polonia*, ENo, XVII/2, Nova Milanese, Edit4.

### *Corrispondenza*

EDOARDO PROVERBIO (a cura di) [2009], *Carteggio con Bartolomeo Boscovich*, ENc, II, Nova Milanese, Edit4.

EDOARDO PROVERBIO (a cura di) [2012], *Carteggio con Natale Boscovich (1730-1758). Carteggio con Natale Boscovich (1762-1786). Lettera di Marco Boscovich*, ENc, III/1 - III/2, Cinisello Balsamo, Alexma.

DANILO CAPECCHI (a cura di) [2009], *Carteggi con corrispondenti diversi. Da Antonio Caccia a Pietro Correr*, ENc, IV, Nova Milanese, Edit4.

EDOARDO PROVERBIO (a cura di) [2008], *Carteggio con Giovan Stefano Conti (1756-1758) e (1769-1784)*, ENc, V/1-V/2, Nova Milanese, Edit4.

PIETRO NASTASI (a cura di) [2008], *Carteggio con Anton Maria Lorgna*, ENc, IX/1, Nova Milanese, Edit4.

RITA TOLOMEO (a cura di) [2008], *Carteggio con Francesco Puccinelli, Leonardo e Giovanna Stecchini*, ENc, IX/2, Nova Milanese, Edit4.

TATJANA KRIZMAN MALEV (a cura di) [2012], *Lettere in croato*, ENc, XIII/2, Cinisello Balsamo, Alexma.

### c) Bibliografia generale

LUCIANO AGNES [2006], *Ruggero Giuseppe Boscovich. Un professore gesuita all'Università di Pavia (1764-1768)*, Milano, Cisalpino Istituto Editoriale Universitario.

ALBERTI DI VILLANUOVA [1797], *Dizionario Universale critico, enciclopedico della lingua italiana*, Lucca, Stamperia di Domenico Marescandoli, 3 voll.



- GINO ARRIGHI (a cura di) [1963], *Lettere di Ruggiero Giuseppe Boscovich a Giovanni Attilio Arnolfini*, Lucca, Lorenzetti e Natali.
- GINO ARRIGHI (a cura di) [1980], *Ruggiero Giuseppe Boscovich. Lettere a Giovan Stefano Conti*, Firenze, Leo S. Olschki Editore. CARLO GAETANO BAFFICO [1853], *Savona: cenni geografici, statistici, storici e commerciali*, Venezia, Antonelli.
- UGO BALDINI - PIETRO NASTASI (a cura di) [1988], *Ruggiero Giuseppe Boscovich. Lettere ad Anton Mario Lorgna 1765-1785*, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL.
- GENNARO BARBARISI (a cura di) [1987], *Ideologia e scienza nell'opera di Paolo Frisi (1728-1784)*, Milano, Franco Angeli, 2 voll.
- DANILO BARSANTI - LEONARDO ROMBAI [1986], *La guerra delle acque in Toscana: storia delle bonifiche dai Medici alla riforma agraria*, Firenze, Edizioni Medicea.
- DANILO BARSANTI - LEONARDO ROMBAI [1987], *Leonardo Ximenes uno scienziato nella Toscana lorenese del Settecento*, Firenze, Edizioni Medicea.
- PAOLA BASSANI [2002], *Il Palazzo Estense a Varese*, Varese, ASK Edizioni.
- HENRI BÉDARIDA [1982], *Amitiés françaises du père Boscovich*, in «Annales de l'Institut Français de Zagreb», s. III, n. 3, pp. 17-39.
- BERNARD FOREST DE BÉLIDOR [1737-1739], *Architecture hydraulique*, Parigi, Jombert, 2 voll.
- DANIEL BERNOULLI [1738], *Hydrodynamica*, Basilea, Typis Joh. Henr. Deckeri.
- JOHANN BERNOULLI [1742], *Hydraulica*, in *Opera omnia*, vol. IV, Losanna - Ginevra, Bousquet.
- PIERO BEVILACQUA - MANLIO ROSSI DORIA (a cura di) [1984], *Le bonifiche in Italia dal '700 a oggi*, Bari, Laterza. GIOVANNI BIANCHI [1765<sub>a</sub>], *Parere sopra il porto di Rimino del dottor Giovanni Bianchi*, Pesaro, Donnino Ricci.
- GIOVANNI BIANCHI [1765<sub>b</sub>], *Lettera del signor Marco Chillenio ad un suo amico la quale serve d'appendice al Parere dato dal signor dottor Bianchi sopra del porto di Rimini*, Pesaro, Donnino Ricci.
- MICHEL BLAY [2007], *La science du mouvement des eaux de Torricelli à Lagrange*, Parigi, Belin.
- SALVATORE BONGI [1872], *Inventario del R. Archivio di Stato in Lucca*, Lucca, Tipografia Giusti.
- MARIA TERESA BORGATO - ALESSANDRA FIOCCA [1980], *Sugli scritti matematici di Teodoro Bonati*, in *Studi sulla Civiltà del secolo XVIII*, p. I, Ferrara, S.A.T.E., pp. 19-46.

- MARIA TERESA BORGATO - LUIGI PEPE [1990<sub>a</sub>], *L'inventaire des manuscrits de Lagrange et la mécanique avec l'édition du manuscrit de Lagrange «Differentes notes sur les ouvrages de mécanique»*, in «Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino, Cl. Sci. Fis. Mat. Natur.» 124, suppl., pp. 25-49.
- MARIA TERESA BORGATO - LUIGI PEPE [1990<sub>b</sub>], *Lagrange, appunti per una biografia scientifica*, Torino, La Rosa.
- MARIA TERESA BORGATO - ALESSANDRA FIOCCA - LUIGI PEPE (a cura di) [1992], *Teodoro Bonati. Carteggio scientifico: Lorgna, Canterzani, Frisi, Saladini, Calandrelli, Venturi*, Firenze, Leo S. Olschki Editore.
- RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH [1754], *Elementorum matheseos ad usum studiosae juventutis*, Roma, Salomoni. Ora anche in PEPE (ENO II).
- RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH [1755], *De litteraria expeditione per pontificiam dittonem ad dimitiendos duos meridiani gradus et corrigendam mappam geographicam etc.*, Roma, Palearini.
- RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH [1758], *Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicum legem virium in natura existentium*, Vienna, Officina Libraria Kaliwodiana.
- RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH [1760], *De Solis ac Lunae defectibus libri V*, Londra, Millar e Dodsleios.
- RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH [1764], *Voto per la verità del Padre Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù lettore di Matematica nella università di Pavia intorno agli effetti di tre Argini trasversali alzati sulle alluvioni della penisola delle Caselle del Sig. Marchese Francesco M. Lando verso il Po*, in PORCELLI [1764<sub>b</sub>], 18 pp.
- RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH [1765], *Del porto di Rimini memorie del Padre Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù*, Pesaro, presso Donnino Ricci, 71 pp.
- RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH [1784], *Giornale di un viaggio da Costantinopoli in Polonia dell'abate Ruggiero Giuseppe Boscovich, con una sua relazione delle rovine di Troia*, Bassano, Remondini. Ora anche in PROVERBIO (ENO XVII/2).
- RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH [1785], *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam*, Bassano del Grappa, Remondini.
- PAOLO BUONORA [2003], *Cartografia e idraulica del Tevere (secoli XVI-XVII)*, in FIOCCA (a cura di) [2003], Venezia, Marsilio, 2003, pp. 169-193.
- PIERS BURSILL-HALL (a cura di) [1993], *R. J. Boscovich. Vita e attività scientifiche. His life and scientific work*, Roma, Treccani.
- JULIAN SIMON CALERO [2008], *The genesis of fluid mechanics (1640-1780)*, Dordrecht, Springer.

- SERAFINO CALINDRI [1768], *Del porto di Rimini, Lettera di un riminese ad un amico di Roma, coll'Appendice di documenti*, Roma, Bernabò e Lazzarini.
- DANILO CAPECCHI [2012], *History of Virtual Work Laws. A History of Mechanics Prospective*, Milano, Springer Verlag.
- PIETRO CARRERAS [1972], *Gli interventi vanvitelliani nel porto d'Ancona*, in «Storia dell'Arte», n. 14, Firenze, La Nuova Italia Editrice, pp. 163-191.
- BENEDETTO CASTELLI [1628], *Della misura dell'acque correnti*, Roma, Stamperia Camerale.
- LUIGI LUCA CAVALLI SFORZA (a cura di) [2009], *La cultura italiana*, Torino, Utet, 12 voll.
- ANNE MARIE CHUILLET - PIERRE CRÉPEL (a cura di) [1997], *Condorcet, homme des Lumières et de la Révolution*, Fontenay-aux-Roses, ENS.
- BRUNO CONTARDI - GIOVANNA CURCIO (a cura di) [1991], *In urbe architectus. Modelli, disegni, misure. La professione dell'architetto. Roma 1680-1750*, Roma, Argos.
- Convegno di studio su Bernardino Zendrini (1679-1747) matematico e ispettore alle acque della Serenissima* [2007], Breno, Fondazione Camunitas.
- JEAN LE ROND D'ALEMBERT [1744], *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides*, Parigi, David.
- JEAN LE ROND D'ALEMBERT [1752], *Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides*, Parigi, David.
- OLIVIER DARRIGOL [2005], *Worlds of flow. A history of hydrodynamics from Bernoulli to Prandtl*, Oxford, University Press.
- OLIVIER DARRIGOL - URIEL FRISCH [2008], *From Newton's mechanics to Euler's equations*, in *Euler Equations: 250 years on. Proceedings of an international conference. 18-23 June 2007, Aussois, France*, stampato in «Physica D. Non linear phenomena», vol. 237, pp. 1855-1869.
- PAOLA DELBIANCO (a cura di) [2002], *Ruggiero Giuseppe Boscovich "mezzo turco, matematico pontificio" a Rimini*, Bologna, Editrice Compositori.
- Dizionario Biografico degli Italiani* [1960], Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana.
- CESARE D'ONOFRIO [1980], *Il Tevere. L'isola tiberina, le inondazioni, i molini, i porti, le rive, i muraglioni, i ponti di Roma*, Roma, Romana Società Editrice.
- RENÉ DUGAS [1950], *Histoire de la mécanique*, Neuchâtel, Editions du Griffon.
- LEONARD EULER [1748], *Introductio in analysin infinitorum*, Losanna, Bousquet.
- LEONARD EULER [1752], *Sur le mouvement de l'eau par des tuyaux de conduite*, in «Mémoires de l'académie des sciences de Berlin», 8 (1752), 1754, pp. 111-148 ; anche in *Opera omnia*, ser. 2, vol. 15, pp. 219-250.

- LEONARD EULER [1755<sub>a</sub>], *Principes généraux de l'état d'équilibre d'un fluide*, in «Mémoires de l'académie des sciences de Berlin», 11 (1755), 1757, pp. 217-273; anche in *Opera omnia*, ser. 2, vol. 12, pp. 2-53.
- LEONARD EULER [1755<sub>b</sub>], *Principes généraux du mouvement des fluides*, in «Mémoires de l'académie des sciences de Berlin», 11 (1755), 1757, pp. 274-315; anche in *Opera omnia*, ser. 2, vol. 12, pp. 54-91.
- LEONARD EULER [1755<sub>c</sub>], *Continuation des recherches sur la théorie du mouvement des fluides*, in «Mémoires de l'académie des sciences de Berlin», 11 (1755), 1757, pp. 316-361; anche in *Opera omnia*, ser. 2, vol. 12, pp. 92-132.
- LEONARD EULER [1755<sub>d</sub>], *Institutiones calculi differentialis*, San Pietroburgo, Academiae Imperialis Scientiarum.
- LEONARD EULER [1760], *Recherches sur le mouvement des rivières*, in «Mémoires de l'académie des sciences de Berlin», 16 (1760), 1767, pp. 101-118; anche in *Opera omnia*, ser. 2, vol. 12, pp. 272-288.
- LEONARD EULER [1768-70], *Institutiones calculi integralis*, San Pietroburgo, Academiae Imperialis Scientiarum.
- PAOLO FABRONI [1860], *Indirizzo al Presidente dei ministri per ottenere che si faccia il porto pel ferrarese a Magnavacca*, Tipografia Brescioni, Ferrara.
- MORDECHAI FEINGOLD [1993], *A Jesuit among Protestants: Boscovich in England c. 1745-1820*, in BURSILL-HALL [1993], pp. 511-526.
- MORDECHAI FEINGOLD - VICTOR NAVARRO BROTONS (a cura di) [2006], *Universities and Science in the Early Modern Period*, Dordrecht, Springer.
- ACQUIRINO FELISATTI [2002], *Il Porto di Magnavacca. La storia*, Lido di Spina, Edizioni Industria Pubbligrafica Ferroni, pp. 15-23.
- PIERO FERRANTI [1956], *Il Palazzo Estense. Breve storia*, in «Rivista della Società Storica Varesina», anno 5, fasc. 1, pp. 194-220.
- GAETANO FERRO [1956], *Alcune osservazioni sugli interrimenti del porto di Savona in manoscritti del secolo XVIII e dei primi anni del 1800* in «Atti della Società Savonese di Storia Patria», Savona, Tipografia Priamar, pp. 43-55.
- ALESSANDRA FIOCCA (a cura di) [2003], *Arte e scienza delle acque nel Rinascimento*, Venezia, Marsilio.
- ALESSANDRA FIOCCA [2004], *Studi matematici e regolazione delle acque*, in *Per una storia dell'Università di Ferrara*, «Annali di Storia delle Università Italiane», anno 8, Bologna, Clueb, pp. 77-98.
- CRAIG FRASER [1997], *Calculus and Analytical Mechanics in the Age of Enlightenment*, Aldershot, Variorum Ashgate Publishing.

- STEFANO FRANCHINI (a cura di) [2011], *Ruggiero Giuseppe Boscovich. Viaggio astronomico e geografico nello Stato della Chiesa (1750-1752)*, Pisa, Edizioni della Normale.
- PAOLO FRISI [1762], *Del modo di regolare i fiumi, e i torrenti, principalmente del Bolognese, e della Romagna*, Lucca, Giuntini.
- LEOPOLDO GIAMPAOLO [1966], *Come nacque il Palazzo Estense di Varese*, in «Rivista della Società Storica Varesina», fasc. 9, pp. 27-202.
- GAETANO GIORGINI [1839], *Ragionamento sopra il regolamento idraulico della pianura lucchese e toscana interposta fra l'Arno ed il Serchio*, Pisa, Pieraccini.
- SANDRA GIUNTINI [2009], *Gabriele Manfredi e l'insegnamento della matematica a Bologna nel XVIII secolo*, in «Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche», XXIX, n. 2, pp. 207-282.
- ELENA GRANUZZO [2010], *Architettura e scienza nel Veneto tra Sette e Ottocento: Simone Stratico (1733-1824)*, Tesi di dottorato, Supervisore Prof. Franco Bernabei, Università degli Studi di Padova.
- IVOR GRATTAN GUINNESS (a cura di) [1994], *Companion encyclopedia of the History and Philosophy of the Mathematical Sciences*, Londra, Routledge, 2 voll.
- ALBERTO GROHMANN (a cura di) [1990], *L'Umbria e le sue acque, Fiumi e torrenti di una regione italiana*, Perugia, Electa Editori Umbri.
- GRUPPO DI RICERCA STORICA DI LATINA (a cura di) [1983], *Il '700 in Agro Pontino*, Latina, CTN.
- DOMENICO GUGLIELMINI [1697], *Della natura dei fiumi. Trattato fisico-matematico*, Bologna, per gli eredi di Antonio Pisarri.
- ALEXANDRE GUILBAUD [2007], *L'hydrodynamique dans l'oeuvre de D'Alembert (1766-1783)*, Thèse, Université de Lyon 1.
- ROGER HAHN [1965], *L'Hydrodynamique au XVIIIe siècle. Aspects scientifiques et sociologiques*, in «Les Conférences du Palais de la Découverte», Série D: Histoire des Sciences, n. 100.
- ROGER HAHN [1971], *The Anatomy of a Scientific Institution. The Paris Academy of Sciences, 1666-1803*, Berkeley, University of California Press.
- ROGER HAHN [1993], *The Ideological and Institutional Difficulties of a Jesuit Scientists in Paris*, in BURSILL-HALL [1993], pp. 1-12.
- ROGER HAHN [2013], *Correspondance de Pierre Simon Laplace (1749-1827). Tome I: Années 1769-1802 - Tome II: Années 1803-1827 et lettres non datées*, Turnhout, Brepols.

- JACOB HERMANN [1716], *Phoronomia*, Amsterdam, Wetsten.
- FRANÇOIS JACQUIER - THOMAS LE SEUR [1739-42], *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica auctore Isaaco Newtono. Perpetuis Commentariis illustrata*, Ginevra, Typis Barrillot et Filii.
- JOSEPH JEROME LALANDE [1769], *Voyage d'un Français en Italie fait dans les années 1765 et 1766*, Parigi, Desaint, 8 voll.
- La « Mécanique analytique » de Lagrange et son héritage* [1990-1992], Torino, Accademia delle scienze di Torino, 2 voll.
- 1982: la rotta dell'Adige: Atti dell'8° Convegno di storia polesana*, S.I., 1983.
- GIOVANNI ANTONIO LECCHI [1765], *Idrostatica esaminata ne' suoi principj e stabilita nelle sue regole della misura dell'acque correnti*, Milano, Stamperia Marelli.
- Le Journal des Sçavans pour l'année MDCCLXI Juin*, Parigi 1761.
- ELIA LOMBARDINI [1865], *Della condizione idraulica della pianura subapennina fra l'Enza ed il Panaro*, in «Giornale dell'ingegnere, architetto ed agronomo», vol. 13, pp. 193-266.
- ELIA LOMBARDINI [1870], *Guida allo studio dell'idrologia fluviale e dell'idraulica pratica*, ristampa a cura della Associazione Idrotecnica Italiana, Milano, Tipografia Miglietta.
- MARIA GIULIA LUGARESÌ [2011], *R. G. Boscovich (1711-1787): le prime ricerche sul moto delle acque*, in «Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche», XXXI, n. 2, pp. 217-246.
- MARIA GIULIA LUGARESÌ [in corso di pubblicazione], *Boscovich in Pavia and his relationship with Giovanni Antonio Lecchi*, in *International Conference for the 3rd centenary of the birth of R. G. Boscovich (1711-1787)*. University of Pavia. September, 8th - 10th, 2011.
- CESARE S. MAFFIOLI [1994], *Out of Galileo The Science of Waters 1628-1718*, Rotterdam, Erasmus Publishing.
- EUGENIO MARIANI (a cura di) [2002], *Scrittura su le cagioni e rimedi de danni seguiti nelle passonate di Fiumicino per l'escrescenze degli anni 1750 e 1751, del P. Ruggero Giuseppe Boscovich*, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL.
- ANGELO MARTINI [1883], *Manuale di metrologia, ossia misure, pesi e monete in uso attualmente e anticamente presso tutti i popoli*, Torino, Loescher.
- CORNELIUS MEYER [1685], *L'arte di restituire a Roma la tralasciata navigazione del suo Tevere*, Roma, Stamperia del Lazzari Varese.
- FAMIANO MICHELINI [1664], *Della direzione dei fiumi*, Firenze, Stamperia della Stella.

- FRANCESCO DOMENICO MICHELOTTI [1767-71], *Sperimenti idraulici principalmente diretti a confermare la teorica, e facilitare la pratica del misurare le acque correnti*, Torino, Stamperia Reale, 2 voll.
- CARLA MIGLIORATI [1990], *Il controllo delle acque nella cartografia tra XVI e XIX secolo*, in GROHMANN [1990], pp. 99-112.
- ANNA VITTORIA MIGLIORINI [1979], *La controversia delle acque tra Lucca e Firenze (1755-1756)*, in «Bollettino Storico Pisano», XLIX, Pisa, Pacini Editore, pp. 233-247.
- GIANFRANCO MORMINO [2012], *La Rivoluzione scientifica. I protagonisti: Christiaan Huygens*, in *Storia della Scienza*, capitolo XXIII, Roma, Treccani.
- RAFFAELLA MORSELLI - ROSSELLA VODRET (a cura di) [2005], *Ritratto di una collezione. Pannini e la Galleria del Cardinale Silvio Valenti Gonzaga*, Milano, Skira Editore.
- EMILIO NASALLI ROCCA [1983], *Piacenza dal medioevo all'età moderna*, Piacenza, Deputazione di Storia Patria.
- MARIA GRAZIA NICO OTTAVIANI [2008], *Statuti, territorio e acque nel medioevo. Perugia e Marsciano. Tevere e Nestore*, Spoleto, Fondazione Centro italiano di studi sull'alto medioevo.
- FILIPPO NOBERASCO [1920], *Il porto di Savona nella storia* in «Atti della Società Savonese di Storia Patria», Savona, Tipografia Bertolotto, pp. 83-112.
- Nuova raccolta d' Autori che trattano del moto dell'acque* [1766-1768], Parma, Carmignani, 7 voll.
- Nuova raccolta d' Autori italiani che trattano del moto dell'acque.* [1821-1826], Bologna, tipografia Marsigli, 7 voll.
- LUCIANO PALERMO [1995], *I porti dello Stato della Chiesa in Età moderna. Infrastrutture e politica degli investimenti*, in GIORGIO SIMONCINI (a cura di) [1995], pp. 81-150.
- DANTE PANTANELLI [1911], *Domenico de' Corradi d'Austria. Una pagina di storia dell'idraulica*, Bologna, Zanichelli.
- GERMANO PAOLI [1988], *Ruggiero Giuseppe Boscovich nella scienza e nella storia del '700*, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL.
- JOHN PAPPAS [1991], *Documents inédits sur les relations de Boscovich avec la France*, in «Physis», vol. XXVIII, fasc. 1, pp. 163-198.
- IRÈNE PASSERON [1994], *Clairaut et la figure de la terre au XVIIIème siècle*, Thèse, Université de Paris VII.
- IRÈNE PASSERON (a cura di) [2009], *D'Alembert, Inventaire analytique de la correspondance (1741-1783)*, in *Oeuvres D'Alembert*, vol. V/1, Paris, Edition du CNRS.

- STELLA PATITUCCI UGGERI [2002], *Le vie d'acqua in rapporto al nodo idroviario di Ferrara*, Firenze, All'Insegna del Giglio.
- MAURIZIO PELLEGRINI [1990], *I navigli e la rete idrografica negli antichi ducati estensi di Modena e Reggio*, in *Vie d'acqua nei ducati estensi* [1990], pp. 11-38.
- LUIGI PEPE [1981], *Il Calcolo infinitesimale in Italia agli inizi del secolo XVIII*, in «Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche», I, n. 2, pp. 43-101.
- LUIGI PEPE [1993], *Boscovich and the Mathematical Historiography of His Time. An Unpublished Letter by d'Alembert*, in BURSILL-HALL [1993], pp. 491-510.
- LUIGI PEPE [1997], *Condorcet et l'Italie: Lagrange, Frisi et Canterzani*, in CHOUILLET - CRÉPEL (a cura di) [1997], pp. 73-80.
- LUIGI PEPE [2006], *Universities, Academies and Sciences in Italy in the Modern Age*, in FEINGOLD - NAVARRO BROTONS (a cura di) [2006], pp. 141-151.
- LUIGI PEPE [2007], *Rinascita di una scienza. Matematica e matematici in Italia (1715-1814)*, Bologna, CLUEB.
- LUIGI PEPE [2008], *Les milieux savants en Italie dans la deuxième moitié du 18e siècle*, in «Dix-huitième siècle», 40, pp. 211-228.
- LUIGI PEPE [2009], *La ricerca matematica in Italia in una prospettiva europea, 1700-1800*, in PIEVANI (a cura di) [2009], pp. 133-169.
- Per le nobili nozze Giustiniani - Venezzè* [1852], Padova, Tipografia Sicca, pp.5-24.
- FERDINANDO PIAZZINI [1850], *Memoria intorno ai diversi progetti concernenti la depressione delle acque del lago di Sesto, ossia di Bientina, e la diversione del fiume Serchio*, Pisa, Nistri.
- TELMO PIEVANI (a cura di) [2009], *Scienze e tecnologie*, in CAVALLI SFORZA (a cura di), vol. VIII.
- MARINELLA PIGOZZI [1995], *Legazioni di Ferrara e della Romagna. Scali portuali e sbocchi a mare in età moderna*, in SIMONCINI (a cura di) [1995], pp. 281-317.
- GIUSEPPE PISTONI [1984], *Un ministro di Francesco III: Felice Antonio Bianchi*, in «Atti e Memorie della Deputazione di Storia patria per le Antiche province modenesi», serie XI, vol. VI, pp. 155-176.
- FRANCO PIVA [1992], *Anton Maria Lorgna: la biblioteca di uno scienziato settecentesco*, Firenze, Leo S. Olschki Editore.
- JOHANN C. POGGENDORFF [1863], *Biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der Exakten Wissenschaften*, Leipzig, Barth, 2 voll.
- CRISTOFORO POGGIALI [1766], *Memorie storiche della città di Piacenza*, Piacenza, Tipografia Filippo Giacopazzi, pp. 134-187.



GIOVANNI POLENI [1716], *De motu aquae mixto*, Padova, Comino.

GIOVANNI POLENI [1718], *De castellis*, Padova, Comino.

*Giovanni Poleni (1683-1761) nel bicentenario della morte. Padova, 17 dicembre 1961* [1963], in «Supplemento agli Atti e memorie dell'Accademia patavina di scienze lettere ed arti», vol. 74, Padova, Accademia patavina di scienze lettere ed arti.

GIOSEFFO PORCELLI [1764<sub>a</sub>], *Sentimento intorno agli effetti dei tre Argini trasversali alzati sulle alluvioni boschive delle Caselle del Marchese Francesco Lando, aggiacenti al Po*, Piacenza, Giacopazzi.

GIOSEFFO PORCELLI [1764<sub>b</sub>], *Replica di Gioseffo Porcelli ingegnere piacentino alla scrittura del signor Giuseppe Zanetti nella causa vertente fra il sig. marchese Francesco Lando e i signori Scotti intorno agli tre argini trasversali alzati sulle alluvioni boschive delle Caselle aggiacenti al Po*, Piacenza, Orcesi e Tedeschi.

*Il Porto di Magnavacca, memoria dell'avvocato Rinaldi* [1870], Comacchio, Tipografia Sansoni.

FABIO MASSIMO POZZI [1990], *Strutture idriche e ambiente nel territorio modenese*, in *Vie d'acqua nei ducati estensi* [1990], pp. 117-154.

EDOARDO PROVERBIO [1987], *Historic and critical comment on the "Risposta" of R. J. Boscovich to a paragraph in a letter by Prince Kaunitz*, in «Nuncius», anno II, n. 2, pp. 171-227.

EDOARDO PROVERBIO (a cura di) [1998], *Giovan Stefano Conti. Lettere a Ruggiero Giuseppe Boscovich*, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, vol. I (1760-1771) e vol. II (1771-1784).

EDOARDO PROVERBIO (a cura di) [2004], *Nuovo Catalogo della Corrispondenza di Ruggiero Giuseppe Boscovich*, con la collaborazione di Letizia Buffoni, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL.

EDOARDO PROVERBIO (a cura di) [2007], *Catalogo delle opere a stampa di Ruggiero Giuseppe Boscovich*, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL.

*Raccolta d'Autori che trattano del moto dell'acque* [1723], Firenze, Stamperia di S. A. R. per gli Tartini, e Franchi, 3 voll.

*Raccolta d'Autori che trattano del moto dell'acque. Edizione seconda* [1765-1774], Firenze, Stamperia di S. A. R., 9 voll.

*Raccolta d'Autori italiani che trattano del moto dell'acque. Edizione quarta* [1821-1826], Bologna, tipografia Marsigli, 10 voll.

PIETRO RICCARDI [1985], *Biblioteca matematica italiana*, ristampa anastatica, Sala Bolognese, Forni, 2 voll.

- LODOVICO RICCI [1788], *Corografia dei territori di Modena, Reggio, e degli altri stati già appartenenti alla Casa d'Este*, Modena, per gli Eredi di Bartolomeo Soliani.
- GIUSEPPE ANTONIO ROCCA (a cura di) [1892], *Sui danni del Porto di Savona loro cagioni e rimedi. Relazione ufficiale fatta nel 1771 dal P. Ruggiero Giuseppe Boscovich*, Savona, Tipografia Ligure.
- LEONARDO ROMBAI (a cura di) [1993], *Imago et descriptio Tusciae. La Toscana nella geocartografia dal XV al XIX secolo*, Venezia, Marsilio.
- HUNTER ROUSE - SIMON INCE [1957], *History of hydraulics*, Iowa City, Institute of Hydraulic Research.
- C. PAOLA SCAVIZZI [1991], *Navigazione e regolazione fluviale nello Stato della Chiesa fra XVI e XVIII secolo (Il caso del Tevere)*, Roma, EdilStampa.
- MARÍA MARGARITA SEGARRA LAGUNES [2004], *Il Tevere e Roma: storia di una simbiosi*, Roma, Gangemi.
- ALESSANDRO SERPIERI [2004], *Il porto di Rimini dalle origini a oggi tra storia e cronaca*, Rimini, Luisè Editore.
- GIORGIO SIMONCINI (a cura di) [1995], *Sopra i porti di mare. IV. Lo Stato Pontificio*, Firenze, Leo S. Olschki Editore.
- GIORGIO SIMONCINI [1995<sub>a</sub>], *Porti e politica portuale dello Stato Pontificio dal XV al XIX secolo*, in GIORGIO SIMONCINI (a cura di) [1995], pp. 8-80.
- MARIA LAURA SOPPELSA (a cura di) [1988], *Giovanni Poleni. Idraulico, matematico, architetto, filologo (1683-1761)*, *Atti della Giornata di Studi Padova 15 marzo 1986*, Padova, Erredici.
- ANGELO SPAGGIARI [1990], *Uomini e istituzioni nel governo delle acque del territorio modenese*, in *Vie d'acqua nei ducati estensi* [1990], pp. 39-65.
- DANIELE STERPOS (a cura di) [1974], *Porti adriatici e paesi dell'Appennino nel secolo XVIII*, Roma, Società Autostrade.
- Storia di Comacchio nell'età moderna* [1995], Casalecchio di Reno, Grafis, 2 voll.
- RENÉ TATON [1974], *Inventaire chronologique de l'œuvre de Lagrange*, in «Revue d'Histoire des Sciences», 27, n. 1, pp. 1-36.
- RENÉ TATON [1996], *Les relations entre R. J. Boscovich et Alexis - Claude Clairaut (1759-1764)*, in «Revue d'histoire des sciences», tomo 49, n. 4, pp. 415-458.
- GIROLAMO TIRABOSCHI [1781-86], *Biblioteca modenese*, Modena, Società Tipografica, 6 voll.
- GIROLAMO TIRABOSCHI [1824], *Dizionario topografico - storico degli stati estensi*, Modena, Tipografia Camerale, 2 voll.

- CLAUDIO TODESCHI [1776], *Elogio del cardinale Silvio Valenti Gonzaga*, Roma, Salomoni.
- RITA TOLOMEO (a cura di) [1991<sub>a</sub>], *Ruggiero Giuseppe Boscovich. Lettere per una storia della scienza (1763-1786)*, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL.
- RITA TOLOMEO [1991<sub>b</sub>], *Un contributo di Ruggiero Giuseppe Boscovich alla teoria idraulica settecentesca in Italia: la sua perizia sui danni causati dal Tevere a Fiumicino nel 1750-1751*, in «Uporedna istrazivanja», vol. 3, Beograd, Godisnjak instituta za književnost i umetnost.
- GIUSEPPE TOMASSETTI [1979], *Via Appia, Ardeatina ed Aurelia*, Firenze, Leo S. Olschki Editore.
- NICOLÒ TOMMASEO - BERNARDO BELLINI [1977], *Dizionario della lingua italiana*, rist. an., Milano, Rizzoli.
- EVANGELISTA TORRICELLI [1644], *Opera geometrica*, Firenze, Masse et de Landis.
- CLIFFORD TRUESDELL [1954], *Rational fluid mechanics. 1657-1765*, in Euler, *Opera omnia*, ser. 2, vol. 12, pp. IX-CXXXV.
- CLIFFORD TRUESDELL [1968], *Essays in the History of Mechanics*, New York, Springer.
- DOMENICO TURAZZA [1880], *Trattato di idraulica pratica*, Padova, Premiata Tipografia Editrice Sacchetto.
- DOMENICO TURAZZA (a cura di) [1885], *Memorie del Lorgna, dello Stratico e del Boscovich relative alla sistemazione dell'Adige e piano d'avviso del Lorgna per la sistemazione di Brenta*, Padova, Tipografia del Seminario.
- FRANCESCA ROMANA VENDOLA [2000], *Giambattista Beccaria nella storia della fisica piemontese del Settecento*, Torino, Quaderni CRISIS.
- GIUSEPPE VENTUROLI [1850], *Relazione sopra un progetto di bonificazione del lago di Bientina*, Firenze, Le Monnier.
- Vie d'acqua nei ducati estensi* [1990], Cassa di Risparmio di Reggio Emilia, Reggio Emilia, Amilcare Pizzi Editore.
- GABRIJELA VIDAN [1982], *Un abbé à partie: le révérend père Boscovich à Paris*, in «Annales de l'Institut Français de Zagreb», s. III, n. 3, pp. 183-218.
- LEONARDO XIMENES [1782], *Piano di operazioni idrauliche per ottenere la massima depressione del Lago di Sesto, o sia di Bientina*, Lucca, presso Francesco Bonsignori.
- LEONARDO XIMENES [1785-86], *Raccolta delle perizie ed opuscoli idraulici del signor abate Leonardo Ximenes*, Firenze, Stamperia di Pietro Allegrini, 2 voll.
- ANDREA ZAGLI [2001], *Il lago e la comunità: storia di Bientina, un castello di pescatori nella Toscana moderna*, Firenze, Edizioni Polistampa.

GIUSEPPE ZANETTI [1764<sub>a</sub>], *Fatto e ragioni nella causa che verte fra li nobilissimi signori Marchese Giuseppe e conte Francesco Scotti di Montalbo per una parte, ed il nobilissimo mar.se Francesco Lando delle Caselle per l'altra da decidersi col voto del regio Supremo consiglio di Piacenza, Piacenza, Orcesi e Tedeschi.*

GIUSEPPE ZANETTI [1764<sub>b</sub>], *Replica contro il voto del padre R. G. Boscovich della compagnia di Gesù, e lettore di matematica nell'università di Pavia, e contro il primo sentimento, e replica del signor Giuseppe Porcelli ingegnere piacentino relativa alla sussistenza, od insussistenza del diritto di costruire argini traversali, o di quelli ritenere sopra la penisola delle Caselle. In oggi controverso fra li nobilissimi signori marchese don Giuseppe, e conte don Francesco Maria fratelli Scotti di Montalbo per una parte, ed il nobilissimo signor marchese D. Francesco Lando per l'altra, Piacenza, Bellici Salvoni.*

GIUSEPPE ZANETTI [1764<sub>c</sub>], *Risposta all'allegazione del signor avvocato Riga, ed alle riflessioni del sig. Giuseppe Porcelli nella causa che verte tra li nobilissimi signori marchese Giuseppe, e conte Francesco Scotti di Montalbo per una parte, ed il nobilissimo signor marchese Francesco Lando delle Caselle per l'altra parte, Piacenza, Giacomazzi.*

BERNARDINO ZENDRINI [1741], *Leggi e fenomeni, regolazioni ed usi dell'acque correnti, Venezia, presso Giambattista Pasquali.*

d) Siti web

Archivio di Stato di Lucca - <http://www.archivi.beniculturali.it/ASLU>

Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze - <http://brunelleschi.imss.fi.it/itinerari/itinerario/BonificheToscana.html>

Cronologia della vita di Clairaut - <http://www.clairaut.com>

Edizione Nazionale delle Opere e della Corrispondenza di R. G. Boscovich - <http://www.edizionenazionaleboscovich.it/>

The MacTutor History of Mathematics archive - <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/>

Edizione Nazionale *Mathematica Italiana* della Scuola Normale Superiore - <http://mathematica.sns.it/>

## Indice dei nomi

AGOLANTI CARLO	236, 240, 245, 278
ALBANI ALESSANDRO, <i>cardinale</i>	80, 83
ALBERTI GIUSEPPE ANTONIO	315-320, 323, 324, 339, 340
ALBIZI LORENZO	103
ALFONSO II D'ESTE	94
AMADUZZI GIOVANNI (CRISTOFANO)	234, 238
ANTINORI VINCENZO	106
ARCHIMEDE	300-302, 307
ARDIZZI NICOLA	270, 272, 284, 285, 287
ARNOLFINI GIOVANNI ATTILIO	107, 109, 396, 412, 413, 438, 448, 460, 462, 487
ASTENGO GIUSEPPE	364
BAFFICO CARLO GAETANO	363, 364
BANCHIERI GIAN FRANCESCO, <i>MONSIGNORE</i>	44, 50
BARIGIONI <i>personaggio non identificato</i>	19
BASSIGNANI GIOVANNI	357
BATTARRA GIOVANNI ANTONIO	234, 240, 241
BÉLIDOR BERNARD FOREST DE	362
BELLORO TOMASO	363
BELMONTI PIETRO	239
BENEDETTO XIII (al secolo Pietro Francesco Orsini)	186
BENEDETTO XIV (al secolo Prospero Lambertini)	5, 11, 13, 33, 44, 45, 47, 102, 177
BERGOLLI GIUSEPPE	166
BERGOLLI LODOVICO	166
BERNOULLI DANIEL	1, 2, 3, 6, 180, 258, 259, 489
BERNOULLI JOHANN	1, 2, 6, 489
BERTAGLIA ROMUALDO	186, 188-192, 198, 199, 203, 205, 250, 280
BIANCHI FELICE ANTONIO	163, 167, 494
BIANCHI GIOVANNI	234-238, 240, 487
BIANCHI GIUSEPPE ANTONIO	348, 352

BOLDRINI GIANNANDREA	220
BOLOGNETTI MARIO	12, 16
BOLOGNINI	188
BOLOGNINI EMERICO	188, 196, 214
BOLOGNINI LUDOVICO	350
BONACCORSI SIMONE, cardinale	187, 188, 192, 250, 454
BONATI TEODORO	7, 186, 487, 488
BONIFACIO VIII (al secolo Benedetto Caetani)	186
BOSCOVICH NATALE	164, 486
BRANCOLI NICOLAO	106
BRIGHENTI MAURIZIO	241, 468
BRUSCHI GIACOMO	362
BUONAMICI VINCENZO, abate	240
CAETANI, FAMIGLIA	186
CALINDRI SERAFINO	234, 236-249, 265-268, 270, 274, 282, 285-287, 289, 362, 386, 488
CAMBIASO MICHELANGELO	240
CASTELLI BENEDETTO	2, 3, 104, 318
CENAMI BARTOLOMEO	106
CENCI BALDASSARRE, cardinale	187
CETHEGO MARCO CLAUDIO	186
CHABROL GILBERT DE VOLVIC	364
CHIESA ANDREA	33, 35, 40
CHILLENIO MARCO (pseudonimo di Giovanni Bianchi)	238, 487
CIPRIANI SEBASTIANO	236
CLAIRAUT ALEXIS CLAUDE	2, 4, 8, 177-180, 493, 496, 498
CLEMENTE IX (al secolo Giulio Rospigliosi)	33
CLEMENTE VIII (al secolo Ippolito Aldobrandini)	81, 187, 235
CLEMENTE X (al secolo Emilio Bonaventura Altieri)	34
CLEMENTE XII (al secolo Lorenzo Corsini)	12, 186
CLEMENTE XIII (al secolo Carlo Rezzonico)	36, 177, 186, 239, 332, 342
CLEMENTE XIV (al secolo Clemente Ganganelli)	234, 395
COLOMBINI SERAFINO	35
CONTI GIOVAN STEFANO	185, 188, 191, 234, 295, 314, 318, 486, 487, 495
CONTI PIETRO PAOLO, cardinale	324
CORRADI DOMENICO	164, 166, 168, 172, 493
CORRADINI PIETRO MARCELLINO	197, 203
CORRER PIETRO	185, 486
COTES ROGER	3, 300
CRIVELLI IGNAZIO MICHELE	239
CROTTI GIOVANNI	364
CYBO-MALASPINA MARIA TERESA	162

DANESE LUCA	94
DELISLE JOSEPH NICOLAS	178
DE NAY EMMANUEL, conte di Richecourt	106
DE SARTINE GABRIEL	396
DORIA FRANCESCO	356, 365
DURAZZO MARCELLO	356, 357, 365, 370
DU TILLOT GUILLAUME	240
EUCLIDE	424
EULER LEONHARD	1, 2, 3, 4, 6, 180, 489, 497
FACCI ANTONIO FELICE	19
FANTONI PIO	240, 467
FERRONI PIETRO	467
FIGARI GIACOMO MARIA	357
FIRMIAN CARLO GIUSEPPE VON	220, 350
FONTANA AGOSTINO	235
FONTANA DOMENICO	80, 81
FONTANA GIACOMO	12
FOSSOMBRONI VITTORIO	468
FRANCESCO FRANCESCO	218
FRANCESCO III D'ESTE, DUCA DI MODENA	347
FRANCESCO III D'ESTE, DUCA DI MODENA	162, 347, 350, 494
FRANCESCO STEFANO DI LORENA	105
FRISIO (FRISI) PAOLO	350, 439, 487, 488, 491, 494
GALILEO	3, 7, 14, 22, 104, 173, 257, 258, 262, 263, 301, 492
GALLI NICCOLÒ	236
GAMBARINI (GAMBERINI) BERNARDO	33
GARAMPI FRANCESCO	92, 236, 239, 245, 246, 247, 260, 268, 271, 279, 285
GARAMPI GIUSEPPE, cardinale	92, 234, 240
GARATONI DOMENICO	239
GAUDIO FRANCESCO MARIA	240
GENETÈ (GENNETÉ) CLAUDE LEOPOLD	330, 439
GHISLIERI GIOVANNI PIETRO	235
GIRALDI GIUSEPPE	81, 82, 83, 85
GOZZADINI ULISSE	236
GRANDI GUIDO	105, 301, 302
GRASSI ORAZIO	356, 357
GRAZIANI signori di Perugia	343
GREGORIO XIII (al secolo Ugo Boncompagni)	44
GREGORIO XVI (al secolo Alberto Cappellari)	192
GUGLIELMINI DOMENICO	2, 105, 222, 293, 318, 449, 491
GUSTAVO GIROLAMO	357, 360-363, 366, 374, 383, 386, 387, 391
HOSTINI PIETRO	81

HUYGENS CHRISTIAAN	349, 493
INNOCENZO XI (al secolo Benedetto Odescalchi)	45, 81, 94
JACQUIER FRANÇOIS	5, 46, 178, 180, 239, 240, 492
JUVARRA FILIPPO	11
KAUNITZ RIETBERG WENZEL ANTON	351, 468, 495
LABORDE BENJAMIN DE	395
LACAILLE NICOLAS LOUIS DE	178
LA CONDAMINE CHARLES MARIE DE	178, 396
LAGRANGE GIUSEPPE LUIGI	3, 4, 6, 487, 488, 492, 494, 496
LAGRANGE LOUIS	351
LALANDE JOSEPH JEROME DE	178, 313, 314, 395, 492
LANDO (LANDI) FRANCESCO, marchese di Piacenza	217-222, 224, 225, 227, 229, 230, 231, 488, 495, 498
LAPLACE PIERRE-SIMON	4, 396, 491
LECCHI GIOVANNI ANTONIO	4, 8, 217, 220, 240, 291-293, 295, 318, 327, 421, 439, 477, 492
LEONE X (al secolo Giovanni di Lorenzo de' Medici)	187
LEONE XII (al secolo Annibale della Genga)	192
LEOPOLDO II	468
LEPRI CARLO AMBROGIO	272
LE SEUR THOMAS	5, 178, 180, 239, 240, 492
LOMBARDINI ELIA	163, 166, 492
LORGNA ANTON MARIA	3, 221, 393, 394, 395, 444, 486, 487, 488, 494, 497
LUCCHESINI, marchese personaggio non identificato	412
LUIGI XV	395, 396
LUIGI XVI	397, 468
MAC LAURIN COLIN	180
MADERNO CARLO	44, 81
MAIRAN DORTOUS DE	178
MAIRE CRISTOFORO	6, 45, 46, 50, 54, 58, 92, 93
MALATESTA SIGISMONDO	235
MANETTI ALESSANDRO	468
MANFREDI EUSTACHIO	92, 93, 105, 411
MANFREDI GABRIELE	93, 105, 186, 188-192, 250, 491
MARCHINI DOMENICO	364
MARCHIONI (MARCHIONNI) CARLO	14, 19, 214
MARÉCHAL JACQUES PHILIPPE	13, 47, 146, 187, 362
MARIA BEATRICE D'ESTE	350
MARIA TERESA D'AUSTRIA	105, 217, 347
MARTINELLI AGOSTINO	79, 80, 81
MARTINELLI FRANCESCO	236
MASINI FRANCESCO	235



MEDICI LEOPOLDO DEI, cardinale	104
MENAFOGLIO PAOLO ANTONIO	347
MEYER CORNELIUS	33-35, 37-40, 44, 45, 94, 185, 492
MICHELOTTI FRANCESCO DOMENICO	292, 493
MICHETTI NICOLA	13, 17, 46, 47, 95, 96, 98, 99, 362
MONTESPERELLI famiglia di Perugia	317, 326, 336, 337, 339, 345
MORAND SAUVEUR FRANÇOIS	350
MUTI COSMO FERDINANDO	35
NAVONE GIOVANNI DOMENICO	46
NEWTON ISAAC	3, 7, 155, 180, 293, 300, 489, 492
NOTTOLINI LORENZO	468
ODDI, CONTE NOBILE DI PERUGIA	325, 344
OLIVIERI FRANCESCO	5
ORLANDI CLEMENTE	19
PALLOTTA GIOVAN BATTISTA	94
PAOLO III (al secolo Alessandro Farnese)	50
PAOLO IV (al secolo Gian Piero Carafa)	80
PAOLO V (al secolo Camillo Borghese)	44
PERELLI TOMMASO	105
PIETRO IL GRANDE, zar	13, 362, 385
PIETRO LEOPOLDO D'ASBURGO LORENA	467
PIGNATTI AGOSTINO	239
PIO IV (al secolo Giovanni Angelo Medici di Marignano)	187
PIO IX (al secolo Giovanni Maria Mastai Ferretti)	192
PIO V (al secolo Antonio Ghislieri)	401
PIO VI (al secolo Giovanni Angelico Braschi)	191, 192
PLANCO JANO (v. GIOVANNI BIANCHI)	234
POLENI GIOVANNI	2, 3, 13, 19, 20, 164, 292, 393, 495, 496
PORCELLI GIOSEFFO	218-221, 228, 230, 488, 495, 498
PRAMPOLINI NATALE	192
PUCINELLI FRANCESCO	180, 350, 468, 486
RAGAZZI ENRICO	239
RAPPINI GAETANO	191
REMONDINI, famiglia	397, 468, 488
RICCATI VINCENZO	93
RICCI LODOVICO	163, 496
RICCI LORENZO	177
RICHECOURT, CONTE DI (DE NAY EMMANUEL)	106
RINALDI GIROLAMO	235, 236, 495
ROCCA GIUSEPPE	358, 496
ROCHON ALEXIS-MARIE	396
RONDELLI GEMINIANO	93, 105

ROSPIGLIOSI, famiglia	33, 39
ROSSI PAOLO	13, 17
ROTA ANTONIO	80, 83
SALA BARTOLOMEO DA BIBIENA	81
SALVI GASPARE	192
SANGALLO ANTONIO DA	12
SANI ANGELO	185, 188, 189, 196, 198, 199, 203, 204, 214
SANTINI DOMENICO SANTE	36
SARTONI FEDERICO	236, 239
SBARRA ANDREA	106, 122
SCARAMUCCI IPPOLITO	106
SCOTTI FRANCESCO	218-221, 225, 227-230, 495, 498
SCOTTI GIUSEPPE	218-220, 225, 227-230, 495, 498
SFORZINI FRANCESCO	315
SICHER, maresciallo	357, 362
SIMONETTI FRANCESCO	386
SISTO V (al secolo Felice Peretti)	44, 80, 81, 152, 187, 249, 314, 402
SIVIERI IPPOLITO	92, 93, 288
SMERALDI ETTORE	94
SOVRANO ILLUMINATO (v. PIETRO LEOPOLDO)	461
STANCARI VITTORIO FRANCESCO	93
STRATICO SIMONE	393, 394, 491, 497
TIRABOSCHI GIROLAMO	162, 163, 496
TRENTA TOMMASO	412
TREVISANI ANTONIO	251, 401
TURAZZA DOMENICO	393, 394, 497
URBANO VIII (al secolo Maffeo Barberini)	104
VALENTI GONZAGA SILVIO, cardinale	6, 362, 380, 493, 497
VALVASORI personaggio non identificato	19
VANDELLI FRANCESCO	162-165, 167, 168, 170-172, 175
VANVITELLI LUIGI	5, 11-14, 16, 18, 19, 94, 187, 236, 447
VAN WITTEL GASPAR	34
VARIGNON PIERRE	3, 327, 328
VENINI IGNAZIO	351
VENTUROLI GIUSEPPE	468, 497
VIVIANI VINCENZO	123
XIMENES LEONARDO	8, 82, 101, 102, 105, 106, 109, 116, 121, 122, 135-137, 145, 146, 185, 192, 350, 411-418, 420-423, 427-434, 439, 440, 443, 444, 448, 453, 455, 456, 459, 460, 463, 465, 467, 468, 487, 497
ZANETTI GIUSEPPE	218, 219, 226, 495, 498
ZANNOTTI (ZANOTTI) EUSTACHIO	93, 413, 417, 444, 455, 456, 463, 465
ZANOTTI FRANCESCO	93, 439, 448, 455
ZENDRINI BERNARDINO	2, 3, 105, 145, 146, 148, 211, 293, 465, 489, 498