

N.º d'Inv. 2536

PUBBLICAZIONI
DEL REALE OSSERVATORIO DI BRERA IN MILANO.
N. XXXII

NUOVA TRIANGOLAZIONE
DELLA
CITTÀ DI MILANO

ESEGUITA
dall'Ing. FRANCESCO BORLETTI

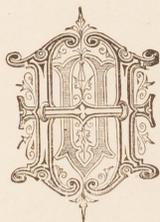


MILANO
ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAJO
1887

PUBBLICAZIONI
DEL REALE OSSERVATORIO DI BRERA IN MILANO.
N. XXXII

NUOVA TRIANGOLAZIONE
DELLA
CITTÀ DI MILANO

ESEGUITA
dall'Ing. FRANCESCO BORLETTI



MILANO
ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAJO
1887

1. La triangolazione della città di Milano eseguita negli anni 1843 e 1844 dal Sig. Roberto Stambucchi si fonda sul lato Duomo-Specola = $820^m 837$, dato nell'opera « *Opérations géodésiques et astronomiques pour la mesure d'un arc parallèle moyen* », Milano 1827, Tom. II, pag. 259. Per quante ricerche abbia fatto, onde sapere, come venne effettivamente determinata tale distanza, non mi fu possibile venirne a capo, certamente però questa distanza Duomo-Specola fu dedotta dalla base del Ticino per mezzo di una triangolazione, la quale sarà stata probabilmente di cattiva forma. Comunque siasi, siccome sulla distanza Duomo-Specola riposa la triangolazione della città di Milano, così la comprovazione diretta della medesima non poteva scaturire, che misurando una base e da questa deducendo la lunghezza Duomo Specola. Inoltre il teodolite impiegato dal Sig. Stambucchi nella misura degli angoli non dava che i minuti primi e la maggior parte delle stazioni erano fatte fuori centro, onde venne che trattata la triangolazione di Milano dai Prof. Schiaparelli e Beltrami col calcolo degli errori di osservazione, l'errore probabile di una direzione risultò di $\pm 25'' 95$.

Dietro tali considerazioni mi si manifestò spontaneo il desiderio di determinare direttamente il lato Duomo-Specola e di rifare la triangolazione della città di Milano, sia allo scopo di tornar utile a studi topografici della città stessa, sia a scopo geodetico per trasporto di coordinate o di direzioni dalla Specola all'aguglia del Duomo, che come è noto, in Milano rappresenta il punto trigonometrico.

Principiai il mio lavoro nel luglio del 1881 e per raggiungere un buon risultato, procurai di eliminare qualsiasi riduzione al centro di stazione, e quindi scelsi i seguenti quattro punti fondamentali: Torre del Castello — Torre del Collegio Nazionale Longone — Belvedere della casa Calzolari, Corso Venezia N. 4 — Campanile di S. Eustorgio; visibili fra loro, dai quali per intersezione si potessero determinare le posizioni dei punti principali della città. Nelle fig. 1, 2, 3, 4 Tav. I si trovano le icnofrafie del piano superiore di questi edifici, dove è segnato con una croce in bronzo, il punto in cui si è fatto stazione. Le dette figure sono nella scala metrica al rapporto da 1 a 200.

Mediante un teodolite di Starke e Kammerer con un cannocchiale dell'apertura di mill. 48 e con un circolo azimutale del diametro di mill. 275 a microscopi con vite micrometrica, sul cui tamburro si stimano i decimi di secondo sessagesimale, ho reiterato 10 volte in ciascun punto fondamentale gli angoli fra le visuali agli altri tre; 4 volte gli angoli fra le visuali a questi ultimi, all'asse dell'aguglia del Duomo ed all'asta del parafulmine in angolo Nord Est della

torre del circolo meridiano di Starke alla Specola di Brera e 2 volte gli angoli fra i punti fondamentali ed i principali della città. Sulla Torre del Collegio Nazionale Longone feci costruire un sostegno in legno alto metri 2.30 per collocarvi l'istrumento ed un palco alto metri 1.15 da esso isolato, necessitando di elevarmi sul piano della torre per osservare liberamente. Negli altri tre punti invece innalzai un pilastro in cotto per posarvi il teodolite. Secondo l'asse di questi sostegni lasciai un foro per innestarvi una spranga di ferro, la quale disposta verticalmente sopra la croce di bronzo, serviva di segnale per la collimazione. Per individuare sempre più esattamente la posizione dei punti principali della città, collimai al piede dell'asta di metallo foggiate a croce o portante la banderuola posta alla sommità degli edifici, tranne la posizione della Specola del R. Istituto Tecnico Superiore, che determinai risolvendo il problema di Pothénot o di intersezione a punto indietro, fondandomi sui punti Cupola di S. Fedele — Campanile Fatebenefratelli — Lanterna della Casa di Pena. Dedussi la distanza fra i punti fondamentali mediante il collegamento della base che ho misurato in Piazza d'Armi col gentile concorso del Chiariss. Prof. Celoria lungo il muro della ferrovia Nord-Milano, col triangolo Torre del Castello — Torre del Collegio Nazionale Longone — Belvedere della casa Daverio Via Carlo Maria Maggi N. 2.

Prima di entrare in argomento ed esporre i risultati da me ottenuti, non posso a meno di rendere di pubblica ragione i miei ringraziamenti al Comando Militare di Milano — ai Rettori e Comandanti del Collegio Nazionale Longone — al Sig. Calzolari — al Sig. Daverio ed al Rev. Preposto di S. Eustorgio per il permesso gentilmente da loro accordatomi di accedere a mio piacimento sugli edifici di loro ragione o da essi dipendenti. Come pure un ringraziamento è da me dovuto agli Ill. Prof. Brioschi Direttore del R. Istituto Tecnico Superiore e Schiaparelli Direttore del R. Osservatorio Astronomico per gli istrumenti che hanno dato a mia disposizione per compiere il lavoro, che mi era prefisso.

2. **Misura della base AB** (fig. 1 Tav. II). — La base venne da me misurata collo stesso apparato, col quale fu eseguita la misura della base del Ticino dagli Astronomi Oriani, Reggio e De-Cesaris nel 1788, la cui descrizione si trova nelle *Ephemerides Astronomicæ anni 1794* del R. Osservatorio Astronomico di Milano. Questo apparato di misura consta di tre spranghe di ferro segnate I, II, III, ciascuna della lunghezza approssimata di due tese determinata da tratti trasversali estesi a tutta la larghezza delle spranghe, ed una portata è costituita dalla lunghezza complessiva delle tre spranghe. Tale portata è però di lunghezza diversa, secondo che le spranghe si succedono nell'uno o nell'altro dei due modi indicati nella fig. 5 Tav. I; la quale figura indica la disposizione delle tre spranghe per le portate d'ordine impari e pari. La prima di queste misure Tese 6.000 158 e la seconda Tese 6.000 008 (1).

La base si è misurata due volte e ciascuna in due riprese: la temperatura in gradi R. sopra 13° è stata osservata nelle singole portate per ridurre la lunghezza alla temperatura + 13°, che è la normale adottata dai citati astronomi. Il risultato delle due misure da me eseguite è il seguente:

PRIMA MISURA (Li 20 e 21 Luglio 1883).

| | | |
|--------------------------|--------|---|
| Portate 22 | = Tese | 132.001826 |
| I ^a spranga | = » | 1.999970 |
| Correzione per il calore | = » | 0.008576 |
| | | Totale Tese 134.010372 = Metri 261.1911 |

essendo $0^{\text{lin}} 0115$ l'incremento di ciascuna tesa per ogni grado Reamur sopra 13°.

(1) Veggansi perciò le *Ephemerides Astronomicæ* sopra citate.

SECONDA MISURA (Li 23 Luglio 1883).

| | | | |
|--------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|
| Portate 22 | = | Tese | 132.001826 |
| I ^a spranga | = | » | 1.999970 |
| Correzione per il calore | = | » | 0.007303 |
| | | Tese | <u>134.009099</u> = Metri 261.1886 |
| | | Piccolo spazio addizionale (1) | » <u>0.0180</u> |
| | | | Metri 261.2066 |

Prendendo la media dei risultati delle due misure si ottiene come lunghezza della base metri 261.1988 (2).

3. **Compensazione del quadrilatero alla base, ABCD (3).** — Dalle misure angolari da me eseguite facendo stazione in ciascun vertice del quadrilatero, collimando agli altri e reiterando ciascun angolo 10 volte si ebbe il risultato indicato nella fig. 1 Tav. II. In questa figura si è assunta come iniziale la direzione di sinistra relativa a ciascuna stazione ed i numeri (1), (2), (3), ... dinotano le correzioni da apportarsi alle rispettive direzioni. La rete d'accordo della base coi punti fondamentali è data dalla fig. 3 Tav. III.

Le equazioni degli angoli, che si deducono, sono:

$$\begin{aligned} (2) + (3) - (7) + (8) + 8.46 &= 0, \\ - (1) + (2) + (4) + (5) + 9.99 &= 0, \\ (1) - (5) + (6) + (8) + 0.15 &= 0, \end{aligned}$$

e quella dei lati risulta

$$146.6 - 29.7 (1) + 33.3 (2) - 47.3 (5) - 5.3 (6) - 134.2 (7) + 79.4 (8) = 0.$$

Quindi seguono le equazioni

$$\begin{aligned} (1) &= -k_2 + k_3 - 29.7 k_4, & (5) &= k_2 - k_3 - 47.3 k_4, \\ (2) &= k_1 + k_2 + 33.3 k_4, & (6) &= k_3 - 5.3 k_4, \\ (3) &= k_1, & (7) &= -k_1 - 134.2 k_4, \\ (4) &= k_2, & (8) &= k_1 + k_3 + 79.4 k_4, \end{aligned}$$

dove k_1, k_2, k_3, k_4 sono le correlate.

Dal seguente sistema di equazioni:

$$\begin{aligned} 0 &= 8.46 + 4 k_1 + k_2 + k_3 + 246.9 k_4, \\ 0 &= 9.99 + k_1 + 4 k_2 - 2 k_3 + 15.7 k_4, \\ 0 &= 0.15 + k_1 - 2 k_2 + 4 k_3 + 91.7 k_4, \\ 0 &= 146.6 + 246.9 k_1 + 15.7 k_2 + 91.7 k_3 + 28570.36 k_4, \end{aligned}$$

si ottengono i valori

$$k_1 = -2.55116, \quad k_2 = -2.53218, \quad k_3 = -1.17172, \quad k_4 = +0.02207.$$

(1) Questo piccolo spazio proviene da ciò che nella seconda misura non si ebbe più un numero intero di spranghe complete, come nella prima; e rappresenta l'eccesso della lunghezza totale della base sulle spranghe intiere della seconda misura.

(2) La base fu calcolata ritenendo per le spranghe di misura il valore in tese dato da Oriani nell'*Ephemerides Astronomicae* 1794 sopra citate, il quale si può stimare come molto esatto, poichè la nuova misura fatta dall'Istituto geografico militare diede per la base del Ticino un valore pochissimo diverso da quello che assegnò l'Astronomo sopradetto.

(3) Vedi fig. 1 Tav. II, e la rete d'accordo fig. 3 Tav. III. Si avverte una volta per tutte, che i dati originali delle osservazioni qui riferite sono stati depositi presso il R. Osservatorio Astronomico, dove saranno accessibili alle persone che desiderassero prenderne notizia o farvi sopra prove e verificazioni.

Per conseguenza le correzioni risultano :

$$\begin{aligned} (1) &= + 0.''705 & (2) &= - 4.''348 & (3) &= - 2.''551 & (4) &= - 2.''532 \\ (5) &= - 2.''404 & (6) &= - 1.''289 & (7) &= - 0.''411 & (8) &= - 1.''971. \end{aligned}$$

Le correzioni poi delle direzioni iniziali sono rispettivamente nelle stazioni A, B, C, D

$$x_A = + 1.''214 \quad x_B = + 1.''694 \quad x_C = + 1.''231 \quad x_D = + 0.''794,$$

e consegue per error probabile di una direzione

$$\rho = \pm 1.''424.$$

CALCOLO DEI TRIANGOLI DEL QUADRILATERO ALLA BASE.

| PUNTI OSSERVATI | Angoli compensati | LOGARITMI | | Lati opposti in metri |
|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|
| | | dei seni degli angoli | dei lati | |
| C | 23 59 54.49 | 9.6092872 | 2.4169712 | 261.1988 |
| A | 35 21 40.07 | 9.7624745 | 2.5701585 | 371.671 |
| B | 120 38 25.44 | 9.9346918 | 2.7423758 | 552.555 |
| | 180 0 0.00 | | | |
| D | 35 51 33.39 | 9.7677468 | 2.7423758 | 552.555 |
| C | 80 3 26.82 | 9.9934280 | 2.9680570 | 929.088 |
| A | 64 4 59.79 | 9.9539675 | 2.9285965 | 848.392 |
| | 180 0 0.00 | | | |
| D | 14 50 50.26 | 9.4086532 | 2.4169712 | 261.1988 |
| B | 65 42 29.88 | 9.9597390 | 2.9680570 | 929.088 |
| A | 99 26 39.86 | 9.9940730 | 3.0023910 | 1005.521 |
| | 180 0 0.00 | | | |
| C | 104 3 21.31 | 9.9867982 | 3.0023910 | 1005.521 |
| D | 21 0 43.13 | 9.5545657 | 2.5701585 | 371.671 |
| B | 54 55 55.56 | 9.9130037 | 2.9285965 | 848.392 |
| | 180 0 0.00 | | | |

4. Calcolo del triangolo CDE di collegamento (fig. 3 Tav. III). — Il triangolo CDE costituito dai tre punti C (Torre del Castello), D (Belvedere Daverio) E (Torre Collegio

Longone) serve a collegare il quadrilatero della base al quadrilatero dei punti fondamentali ed a determinare le lunghezze dei lati di quest'ultimo a mezzo del lato C E. I risultati ottenuti si hanno dalla seguente tabella:

| PUNTI OSSERVATI | ANGOLI | | LOGARITMI | | Lati opposti in metri |
|--------------------|---------------|---------------|-----------------------|-----------|--------------------------|
| | osservati | compensati | dei seni degli angoli | dei lati | |
| E | 44° 48' 31.10 | 44° 48' 32.91 | 9.8480335 | 2.9285965 | 848.392 |
| C | 69 51 10.01 | 69 51 11.82 | 9.9725794 | 3.0531424 | 1130.166 |
| D | 65 20 13.46 | 65 20 15.27 | 9.9584597 | 3.0390227 | 1094.014 |
| | 179 59 54.57 | 180 0 0.00 | | | |

5. **Compensazione del quadrilatero C E F G.** — Ho fatto stazione in ciascun vertice e reiterato 10 volte ciascun angolo collimando agli altri tre ed ottenni quanto segue dalla fig. 2 Tav. II, assumendo come iniziale la direzione di sinistra in ciascuna stazione ed indicando con (1), (2), (3), ... le correzioni delle rispettive direzioni.

Seguono pertanto le equazioni degli angoli.

$$\begin{aligned} (2) + (3) - (7) + (8) - 8.88 &= 0, \\ - (1) + (2) + (4) + (5) - 7.19 &= 0, \\ (1) - (5) + (6) + (8) + 1.08 &= 0, \end{aligned}$$

e quella dei lati

$$36.3 - 39.8 (3) + 18.3 (4) - 31.2 (5) + 21.0 (6) - 17.3 (7) + 21.1 (8) = 0.$$

Quindi si hanno le equazioni

$$\begin{aligned} (1) &= -k_2 + k_3, & (5) &= k_2 - k_3 - 31.2 k_4, \\ (2) &= k_1 + k_3, & (6) &= k_3 + 21.0 k_4, \\ (3) &= k_1 - 39.8 k_4, & (7) &= -k_1 - 17.3 k_4, \\ (4) &= k_2 + 18.3 k_4, & (8) &= k_1 + k_3 + 21.1 k_4, \end{aligned}$$

dove k_1, k_2, k_3, k_4 sono le correlate.

Dal sistema di equazioni, che si deduce,

$$\begin{aligned} 0 &= -8.88 + 4 k_1 + k_2 + k_3 - 1.4 k_4, \\ 0 &= -7.19 + k_1 + 4 k_2 - 2 k_3 - 12.9 k_4, \\ 0 &= 1.08 + k_1 - 2 k_2 + 4 k_3 + 73.3 k_4, \\ 0 &= 36.30 - 1.4 k_1 - 12.9 k_2 + 73.3 k_3 + 4077.87 k_4, \end{aligned}$$

seguono:

$$k_1 = + 1.90456 \quad k_2 = + 1.29228, \quad k_3 = - 0.03546, \quad k_4 = - 0.00352.$$

Per conseguenza le correzioni sono :

$$\begin{aligned} (1) &= - 1.''328 & (2) &= + 3.''197 & (3) &= + 2.''045 & (4) &= + 1.''228 \\ (5) &= + 1.''438 & (6) &= - 0.''109 & (7) &= - 1.''844 & (8) &= + 1.''795. \end{aligned}$$

Le correzioni poi delle direzioni iniziali sono rispettivamente nelle stazioni C, E, F, G

$$x_C = - 0.''623 \quad x_E = - 1.''091 \quad x_F = - 0.''443 \quad x_G = + 0.''016$$

e quindi l'error probabile di una direzione risulta

$$\rho = \pm 1.''480.$$

CALCOLO DEI TRIANGOLI DEL QUADRILATERO FONDAMENTALE.

| PUNTI OSSERVATI | Angoli compensati | LOGARITMI | | Lati opposti in metri |
|-----------------|----------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|
| | | dei seni degli angoli | dei lati | |
| G S. Eustorgio | 27° 52' 51.32 | 9.6699075 | 3.0390227 | 1094.014 |
| E C. N. Longone | 50 37 9.00 | 9.8881491 | 3.2572643 | 1808.274 |
| C Castello | 101 29 59.68 | 9.9911928 | 3.3603080 | 2292.493 |
| | 180 0 0.00 | | | |
| F Calzolari | 109 11 56.00 | 9.9751480 | 3.3603080 | 2292.493 |
| E C. N. Longone | 49 40 38.76 | 9.8821906 | 3.2673506 | 1850.762 |
| G S. Eustorgio | 21 7 25.24 | 9.5567635 | 2.9419235 | 874.830 |
| | 180 0 0.00 | | | |
| F Calzolari | 45 9 38.12 | 9.8506989 | 3.0390227 | 1094.014 |
| C Castello | 34 32 34.12 | 9.7535998 | 2.9419236 | 874.830 |
| E C. N. Longone | 100 17 47.76 | 9.9929491 | 3.1812729 | 1518.003 |
| | 180 0 0.00 | | | |
| G S. Eustorgio | 49 0 16.56 | 9.8778102 | 3.1812729 | 1518.003 |
| C Castello | 66 57 25.56 | 9.9638879 | 3.2673506 | 1850.762 |
| F Calzolari | 64 2 17.88 | 9.9538016 | 3.2572643 | 1808.274 |
| | 180 0 0.00 | | | |

6. **Compensazione delle direzioni alla Specola di Brera.** — Dalle osservazioni ottenni quanto è dato dalla fig. 3 Tav. II dove S indica la Specola di Brera, asta del parafulmine sul già nominato angolo N-E della Torre del Circolo Meridiano.

Seguono pertanto le equazioni di condizione:

$$\begin{aligned} 0 &= 145 - 27.1 (1) - 59.4 (2) - 17.8 (4), \\ 0 &= 57 + 9.2 (1) - 19.4 (2) + 9.9 (3). \end{aligned}$$

Da esse si deducono le equazioni delle correlate:

$$\begin{aligned} (1) &= - 27.1 k_1 + 9.2 k_2 & (3) &= + 9.9 k_3 \\ (2) &= - 59.4 k_1 - 19.4 k_2 & (4) &= - 17.8 k_1 \end{aligned}$$

quindi dal sistema di equazioni

$$\begin{aligned} 0 &= 145 + 4579.61 k_1 + 903.04 k_2, \\ 0 &= 57 + 903.04 k_1 + 559.01 k_2; \end{aligned}$$

si hanno:

$$k_1 = - 0.016957 \qquad k_2 = - 0.074572.$$

Per conseguenza le correzioni risultano:

$$(1) = - 0."227 \quad (2) = + 2."454 \quad (3) = - 0."738 \quad (4) = + 0."302.$$

Quindi l'error probabile di una direzione è

$$\rho = \pm 1."235.$$

Le distanze dalla Specola di Brera ai quattro punti fondamentali risultano:

$$S C = 795.^m199 \quad S E = 328.^m971 \quad S F = 876.^m535 \quad S G = 2013.^m631.$$

7. Compensazione delle direzioni al Duomo. — Il risultato delle osservazioni è dato dalla fig. 4 Tav. II, dove T indica il Duomo, grande aguglia principale.

Le equazioni di condizione sono:

$$\begin{aligned} 0 &= 149 + 13.4 (1) - 23.6 (2) - 21.1 (4), \\ 0 &= 352 - 18.6 (1) - 44.0 (2) - 19.0 (3), \end{aligned}$$

seguono le equazioni alle correlate

$$\begin{aligned} (1) &= 13.4 k_1 - 18.6 k_2 & (3) &= - 19.0 k_2 \\ (2) &= - 23.6 k_1 - 44.0 k_2 & (4) &= - 21.1 k_1 \end{aligned}$$

e dal sistema di equazioni

$$\begin{aligned} 0 &= 149 + 1181.73 k_1 + 789.16 k_2, \\ 0 &= 352 + 789.16 k_1 + 2642.96 k_2, \end{aligned}$$

si ricavano

$$k_1 = - 0.0463975 \qquad k_2 = - 0.1193301.$$

Per conseguenza le correzioni sono:

$$(1) = + 1."598 \quad (2) = + 6."345 \quad (3) = + 2."267 \quad (4) = + 0."979$$

e l'errore probabile di una direzione risulta (1)

$$\rho = \pm 3."335.$$

(1) In questo caso l'errore probabile è risultato molto maggiore che nei casi precedenti, per essere l'aguglia del Duomo, vista a così piccola distanza, un segnale troppo largo, e quindi difficile a collimare con esattezza geometrica.

Le distanze poi dal Duomo ai quattro punti fondamentali sono

$$TC = 1209.{}^m068,$$

$$TE = 1028.101,$$

$$TF = 528.196,$$

$$TG = 1359.880.$$

8. **Distanza Duomo-Specola.** — Risolvendo (fig. 3 Tav. III) i triangoli SCT, SGT, TFS, TES si ha costantemente $ST = 847.{}^m040$, come distanza dal Duomo (asse aguglia) alla Specola di Brera (asta del parafulmine in angolo N-E della torre del circolo meridiano di Starke).

In base ai dati della triangolazione del Sig. Stambucchi ed a quelli avuti dal R. Osservatorio Astronomico di Brera per il trasporto dal vecchio pilastrino P al nuovo segnale S (asta del parafulmine in angolo N-E suddetto), come sono indicati nella fig. 1 Tav. III, risulta la distanza $ST = 847.{}^m129$. Dunque consegue che la differenza fra le due misure Duomo-Specola è di $0.{}^m089$, quindi rimane provato che è buona la base presa dal Sig. Stambucchi per la triangolazione di Milano.

9. L'azimut della Casa di Pena veduta dall'aguglia del Duomo misurato dall'Astronomo Rajna (1) risultò eguale a $6^{\circ}28'59.{}''67$ contato da Nord ad Est. Allora ho assunto l'aguglia del Duomo, avente per latitudine boreale $45^{\circ}27'33.{}''54$ (2) e per longitudine occidentale dall'Osservatorio del Campidoglio in Roma $3^{\circ}17'29.{}''02$ (3), come origine di due assi ortogonali, cioè la meridiana per asse delle x e la perpendicolare ad essa per asse delle y , come mostra la Tav. IV.

Riferendo a questi assi le coordinate dei punti determinati con intersezioni prese da almeno due dei vertici del quadrilatero fondamentale, ebbi i seguenti risultati, di cui sottopongo anche il confronto cogli analoghi ottenuti dallo Stambucchi:

QUADRANTE NORD - EST

| NOME DEI PUNTI | BORLETTI | | STAMBUCCHI | |
|---|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | x | y | x | y |
| Cupola di S. Maria della Passione. | 121.70 ^m | 944.70 ^m | 121.7 ^m | 943.9 ^m |
| Belvedere della Casa Calzolari (segnale) | 259.64 | 459.97 | — — | — — |
| Campanile di S. Carlo | 265.14 | 317.98 | — — | — — |
| Campanile di S. Babila. | 323.78 | 518.14 | 323.3 | 517.3 |
| Campanile di S. Francesco da Paola | 653.35 | 139.39 | 653.5 | 139.1 |
| Specola del R. Istituto Tecnico Superiore | 870.25 | 342.40 | — — | — — |
| Torre del Collegio Nazionale Longone (segnale) | 1027.30 | 40.42 | — — | — — |
| Lanterna del Belvedere Museo Civico. | 1123.82 | 371.22 | 1123.8 | 371.2 |
| Campanile di S. Angelo | 1313.38 | 99.83 | 1314.1 | 99.7 |
| Campanile di S. Bartolomeo | 1323.70 | 301.58 | — — | — — |
| Lanterna della Casa di Pena. | 1581.34 | 179.70 | 1582.1 | 179.0 |

(1) Rajna. *Azimut assoluto del segnale trigonometrico del M. Palanzone sull'orizzonte di Milano*. Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera N. XXXI, 1887.

(2) Celoria. *Sopra una deviazione sensibile del filo a piombo fra Milano e Genova*. Rendiconti del R. Istituto Lombardo Serie II Volume XVI Fascicolo V.

(3) Respighi e Celoria. *Differenze di longitudine fra Milano e Roma*. Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera N. XXI.

QUADRANTE SUD - EST

| NOME DEI PUNTI | BORLETTI | | SFAMBUCCHI | |
|---|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | x | y | x | y |
| Campanile di S. Pietro in Gessate | ^m 109. 23 | ^m 759. 77 | ^m 108. 8 | ^m 759. 4 |
| Campanile di S. Gottardo nel Palazzo Reale. | 156. 88 | 13. 09 | 156. 7 | 12. 7 |
| Cupola di S. Bernardino dei Morti | 181. 93 | 283. 79 | 181. 8 | 283. 5 |
| Campanile di S. Stefano | 235. 87 | 292. 29 | 235. 6 | 292. 1 |
| Campanile di S. Antonio. | 326. 14 | 156. 41 | 325. 7 | 156. 0 |
| Torre al Collegio militare di S. Filippo | 432. 35 | 596. 78 | 431. 6 | 596. 1 |
| Cupola della Rotonda. | 489. 63 | 1041. 38 | 488. 5 | 1040. 9 |
| Campanile di S. Barnaba. | 505. 53 | 569. 65 | 504. 6 | 569. 4 |
| Cupola di S. Nazaro grande. | 625. 36 | 44. 78 | 624. 9 | 44. 9 |
| Campanile di S. Calimero | 843. 37 | 138. 34 | — — | — — |
| Campanile di S. Maria del Paradiso | 1015. 57 | 266. 54 | 1015. 3 | 266. 3 |
| Campanile di Chiaravalle. | 5351. 46 | 3560. 30 | 5335 | 3548 |

QUADRANTE SUD - OVEST

| NOME DEI PUNTI | BORLETTI | | SFAMBUCCHI | |
|--|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | x | y | x | y |
| Campanile di S. Sepolcro | ^m 125. 76 | ^m 510. 58 | ^m 125. 6 | ^m 510. 5 |
| Campanile di S. Vittore al Corpo. | 206. 68 | 1728. 02 | 206. 7 | 1728. 3 |
| Cupola di S. Sebastiano | 221. 57 | 456. 96 | 219. 7 | 456. 6 |
| Campanile di S. Ambrogio. | 224. 21 | 1265. 78 | — — | — — |
| Torre del Carcere giudiziario | 250. 45 | 2028. 20 | — — | — — |
| Cupola di S. Alessandro | 360. 31 | 390. 82 | 360. 1 | 390. 9 |
| Torre Soncino-Stampa | 431. 54 | 712. 44 | 431. 1 | 712. 3 |
| Cupola di S. Lorenzo. | 665. 65 | 770. 40 | 664. 6 | 770. 2 |
| Torre dell'ex monastero di S. Caterina in Via Chiusa | 672. 35 | 561. 42 | 672. 0 | 561. 1 |
| Campanile di S. Eufemia. | 733. 46 | 272. 75 | 732. 7 | 272. 2 |
| Campanile di S. Maria della Vittoria | 747. 73 | 927. 47 | 747. 5 | 927. 6 |
| Cupola di S. Celso | 1074. 14 | 312. 64 | — — | — — |
| Segnale a S. Eustorgio. | 1112. 64 | 781. 86 | — — | — — |
| Campanile di S. Eustorgio | 1115. 77 | 784. 01 | 1115. 8 | 784. 1 |
| Campanile di S. Gottardo a Porta Ticinese | 1433. 31 | 959. 07 | — — | — — |

QUADRANTE NORD - OVEST

| NOME DEI PUNTI | BORLETTI | | STAMBUCCHI | |
|---|-----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| | x | y | x | y |
| Campanile di S. Maria Segreta | 78. ^m 04 | 511. ^m 23 | 78. ^m 0 | 511. ^m 0 |
| Torre nella Piazza dei Mercanti | 91. ^m 47 | 299. ^m 63 | 91. ^m 1 | 299. ^m 8 |
| Campanile di S. Maria alla Porta | 153. ^m 22 | 805. ^m 30 | — | — |
| Cupola della Galleria Vittorio Emanuele | 159. ^m 16 | 147. ^m 18 | — | — |
| Cupola di S. Maria delle Grazie | 193. ^m 37 | 1605. ^m 22 | 193. ^m 3 | 1605. ^m 3 |
| Cupola di S. Fedele | 299. ^m 01 | 12. ^m 34 | 299. ^m 2 | 12. ^m 9 |
| Campanile di S. Tomaso | 363. ^m 78 | 520. ^m 39 | 362. ^m 7 | 520. ^m 6 |
| Campanile di S. Pietro in Sala | 455. ^m 49 | 2749. ^m 52 | 455. ^m 3 | 2751. ^m 3 |
| Cupola di S. Giuseppe | 481. ^m 47 | 222. ^m 44 | 481. ^m 5 | 222. ^m 8 |
| Torre in Via Monte di Pietà | 598. ^m 19 | 119. ^m 50 | 598. ^m 4 | 119. ^m 2 |
| Base estremità Sud-Est | 603. ^m 69 | 1361. ^m 08 | — | — |
| Segnale alla Torre del Castello | 682. ^m 68 | 997. ^m 99 | — | — |
| Campanile di S. Maria del Carmine | 720. ^m 50 | 448. ^m 23 | 720. ^m 7 | 448. ^m 4 |
| Base estremità Nord-Ovest | 795. ^m 00 | 1538. ^m 92 | — | — |
| Asta parafulmine alla Specola di Brera | 819. ^m 42 | 214. ^m 53 | — | — |
| Campanile dei Fatebenefratelli | 1004. ^m 10 | 12. ^m 70 | 1004. ^m 4 | 12. ^m 4 |
| Vecchio campanile di S. Marco | 1029. ^m 28 | 207. ^m 36 | 1029. ^m 3 | 206. ^m 9 |
| Campanile di S. Simpliciano | 1078. ^m 66 | 534. ^m 15 | 1078. ^m 8 | 533. ^m 7 |
| Arco della Pace (Centro Testa della gran Statua) | 1279. ^m 77 | 1522. ^m 88 | 1280. ^m 3 | 1523. ^m 7 |
| Belvedere Casa Daverio (segnale) | 1530. ^m 66 | 971. ^m 47 | — | — |
| Campanile della SS. Trinità | 1624. ^m 25 | 1049. ^m 53 | — | — |
| Campanile di S. Maria dell'Incoronata | 1695. ^m 64 | 400. ^m 37 | 1697. ^m 2 | 401. ^m 0 |
| Famedio | 2396. ^m 63 | 999. ^m 42 | — | — |
| Campanile della Madonna di Rho | 7635. ^m 47 | 11930. ^m 36 | 7634 | 11930 |

Le precedenti coordinate sono state definite dalle intersezioni di due sole visuali ad essi condotte da punti fondamentali, benchè di simili visuali per controllo spesso ne sian state condotte tre ed anche quattro. Le due visuali scelte per la determinazione di ogni punto sono quelle che davano l'intersezione più favorevole, cioè più vicina all'angolo retto.

10. Terminerò accennando, che il trasporto dalle coordinate dal Segnale G di S. Eustorgio all'asta M del Campanile di detta Chiesa fu eseguito colla misura di una piccola base di Metri 30 sulla Via Santa Croce e con misure angolari, come dalla fig. 2 Tav. III.

Inoltre, essendo il punto S (nuovo segnale alla Specola di Brera) nel quadrante Nord-Ovest e le sue coordinate

$$x = 819.^m42 \quad y = 214.^m53$$

dai già riferiti dati locali della Specola (fig. I Tav. III) seguono come nuove coordinate del punto P, (vecchio segnale alla specola di Brera)

$$x = 796.^m726 \quad y = 197.^m107,$$

quindi la distanza dall'aguglia del Duomo al punto P risulta

Metri 820.746,

minore di quella data del Sig. Stambucchi di 0.00091 e maggiore di 0.00106 di quella ora calcolata dall'Istituto geografico militare (1). Non fa alcuna meraviglia la differenza, che si trova per il lato Duomo-Specola, in base alle mie operazioni ed a quelle dell'Istituto geografico militare, poichè, essendosi da quest'ultimo considerato il suddetto lato come di primo ordine, un errore di 0.00106 è del grado di quelli che si possono aspettare in tali operazioni.

La posizione poi del Campanile della Madonna di Rho venne determinata per mezzo delle direzioni compensate condotte a questo punto dai tre punti fondamentali Torre Castello, Torre Collegio Nazionale Longone, Campanile di S. Eustorgio, mentre quello del Campanile di Chiaravalle si fonda sulla intersezione delle direzioni compensate condotte dai quattro punti fondamentali.

11. Resta a dire qualche cosa sul grado di precisione che ci potrebbe attribuire alle coordinate qui sopra riferite. Osservando, che gli errori probabili di una direzione, quali risultano dalle compensazioni qui sopra eseguite, superano di poco un secondo, e notando che alla distanza di 2000 metri un secondo *angolare* di errore nella direzione corrisponde all'errore lineare di un centimetro, non sarà troppa presunzione lo sperare, che nessuna delle coordinate in discorso sia errata più che di pochi centimetri. Pertanto è da credere, che da tali coordinate si possa col problema di Pothenot (o con altre operazioni trigonometriche di esattezza comparabile alle mie), determinare la posizione di qualsivoglia altro punto della città col medesimo grado di precisione, specialmente quando si faccia uso di più che tre punti: e tanto più se si volesse far uso soltanto dei punti fondamentali della rete compensata, che naturalmente si deve credere siano più esatti degli altri.

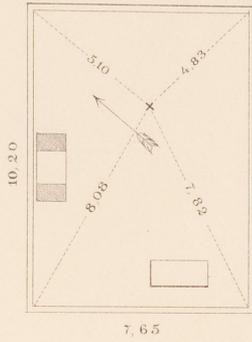
Che così stiano le cose è confermato dall'esempio dell'Astronomo Dott. Rajna, il quale, intraprese di fissare la posizione della stazione da lui scelta per l'azimut fondamentale del Palanzone, misurando in detta stazione gli angoli fra otto dei nostri punti. L'accordo delle direzioni ottenute è stato veramente soddisfacente, e l'error probabile delle coordinate da lui ottenute pel detto punto non supera mill. 1.5: siccome si può vedere nella Memoria del citato Astronomo stampata nelle *Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera*, N. XXXI.

(1) Processo verbale delle Sedute della Commissione Geodetica Italiana tenute in Milano nei giorni 27 e 28 Settembre 1886.

FINE.

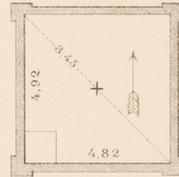
Castello.

Fig. 1.



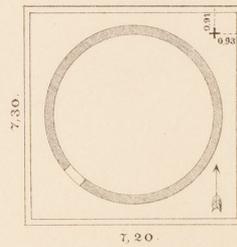
Collegio Nazionale Longone.

Fig. 2.



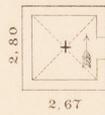
S. Eustorgio

Fig. 4.



Calzolari

Fig. 3.



Portata impari

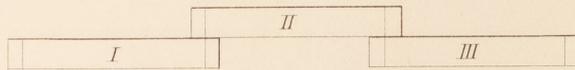


Fig. 5.

Portata pari

