

Angolo di direzione ed azimut del decumano massimo di Augusta Taurinorum

*Original*

Angolo di direzione ed azimut del decumano massimo di Augusta Taurinorum / Sparavigna, Amelia Carolina. -  
ELETTRONICO. - (2019). [10.5281/zenodo.3510146]

*Availability:*

This version is available at: 11583/2761733 since: 2019-10-20T14:53:38Z

*Publisher:*

Zenodo

*Published*

DOI:10.5281/zenodo.3510146

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

## Angolo di direzione ed azimut del decumano massimo di Augusta Taurinorum

Amelia Carolina Sparavigna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino, Torino, Italy.

**Abstract:** Le nuove tecnologie legate all'uso di GPS e satelliti hanno rivoluzionato il modo di ottenere, elaborare e proporre i dati topografici. L'uso di tali risorse tecnologiche richiede le dovute cautele, in particolare per quanto riguarda la valutazione degli angoli di direzione, da cui si possono ottenere gli azimut legati alle direzioni geografiche. Questi azimut sono utili in analisi di orientazioni di antichi edifici o insediamenti, come ad esempio nell'analisi della varatio delle città romane. Nella discussione si proporrà un esempio specifico: l'analisi della direzione del decumano massimo di Augusta Taurinorum, l'odierna via Garibaldi di Torino.

**Keywords:** GPS, Satellite Imagery, Archaeotopography, Roman Varatio.

In un riferimento in coordinate sferiche, l'azimut è l'angolo che la proiezione sul piano orizzontale del vettore posizione di un punto forma con la direzione del Nord. Il termine azimut viene dall'Arabo e significa "direzione". E' quindi quasi naturale, quando si parla di azimut, pensare che la parola sia sinonimo di direzione, ma questo non è proprio corretto, in quanto esso è per definizione un angolo mentre la direzione è una retta. Insieme ad un altro angolo, l'altezza, l'azimut è usato in astronomia per determinare la posizione di un punto sulla volta celeste. Queste due coordinate sono pertinenti al riferimento detto azimutale.

Lo strumento ideale per la misura delle coordinate azimutali è il teodolite. Con esso si misurano sia l'azimut che l'altezza. Per determinare l'azimut, si punta verso la proiezione del punto considerato sul piano orizzontale. Si misura così l'angolo che c'è tra le due semirette, con origine nell'osservatore, che vanno una verso tal proiezione e l'altra verso Nord. Se invece del teodolite, per la misura dell'azimut si usa una bussola, si deve correggere l'angolo misurato con la declinazione magnetica, poiché il Nord geografico è diverso da quello magnetico.

Nord geografico e magnetico non sono gli unici "Nord" esistenti: c'è un altro Nord che è quello cartografico, ottenuto dalla proiezione dei meridiani sul piano della mappa. Se si vogliono misurare gli azimut tra alcuni siti geografici usando una carta topografica, si deve considerare che la misura è effettuata su una proiezione del globo terrestre. C'è quindi una differenza tra il nord segnato dalla mappa topografica e quello geografico. Dalla mappa si ottengono angoli, detti angoli di direzione, che sono in generale diversi dagli azimut. La differenza tra angolo di direzione ed azimut è un angolo, detto angolo di convergenza, che si indica generalmente con  $\gamma$ . Se il nord della mappa è ad est del nord geografico, per ottenere l'azimut si aggiunge all'angolo di direzione il valore di  $\gamma$ . Se il nord della mappa è a ovest, si deve sottrarre il valore di  $\gamma$ . Per uno studio approfondito sulla relazione tra i vari angoli che si trovano nelle rappresentazioni cartografiche, si veda il Rif.1, come anche per una discussione della geodesia e cartografia in generale.

Per stimare l'angolo di convergenza con una formula che sia facilissima da applicare, si può usare la proiezione conica della sfera. Si ottiene:

$$\gamma = \lambda \sin \phi \quad (1)$$

dove  $\lambda$  rappresenta la differenza di longitudine, in valore assoluto, tra il meridiano passante per il luogo in esame e il meridiano centrale del fuso a cui detto luogo appartiene. Invece,  $\phi$  è la sua latitudine.

Prendiamo per esempio Torino. La città è nel fuso di riferimento UTM 32 T (proiezione universale trasversa di Mercatore), che ha il meridiano centrale a 9° est da Greenwich. Torino è a ovest del meridiano di riferimento. L'angolo di convergenza deve essere quindi sottratto quando si vuol determinare un azimut. Nel caso di Torino, la differenza tra l'angolo stimato con (1) e quello stimato con la proiezione UTM di Gauss (0.945° [1]) è dell'un per cento (per motivi di semplicità di calcolo e per invitare il lettore a provare a calcolare l'angolo di convergenza in specifici casi di interesse personale, si suggerisce l'uso di (1) ).

Non scegliamo a caso la città di Torino, perché la vogliamo usare come esempio di calcolo archeotopografico. Torino ha la sua origine nella città romana di Augusta Taurinorum. Il decumano massimo della città romana è coincidente con l'attuale Via Garibaldi, che corre da Piazza Statuto a Piazza Castello. La via che vediamo oggi è effettivamente il decumano perché sotto di essa corre la pavimentazione antica nonché la cloaca massima della rete fognaria costruita in epoca imperiale nel primo secolo dopo Cristo.

Prendiamo proprio il problema di determinare la direzione di via Garibaldi e di trovarne l'angolo di direzione e l'azimut. Per prima cosa dobbiamo determinare l'angolo di convergenza.

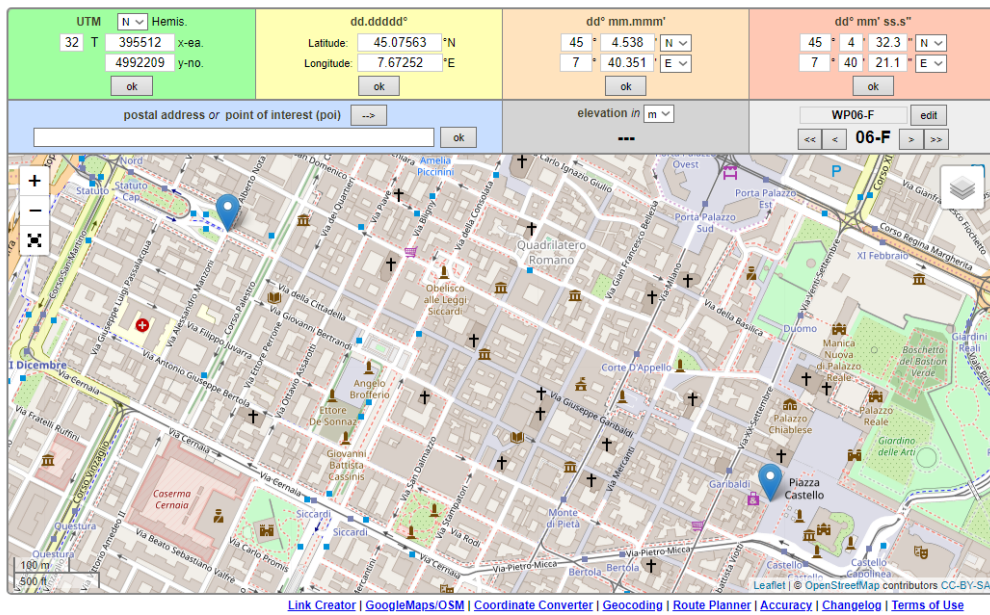


Figura 1: Screenshot della mappa dal sito <https://www.geoplaner.com>. Si ringrazia vivamente Martin Nathansen, München, Germany, che ha sviluppato e gestisce il software relativo ed il sito web.

Calcoliamo con (1) l'angolo di convergenza per le coordinate di Piazza Statuto (posizione monumento ai Caduti del Frejus):

$$\gamma = (9^\circ - 7.67043^\circ) \sin(45.07638^\circ) = 0.9414^\circ$$

Calcoliamolo ora anche per Piazza Castello, al centro delle quattro fontane:

$$\gamma = (9^\circ - 7.68508^\circ) \sin(45.07121^\circ) = 0.9309^\circ$$

I due valori sono leggermente diversi tra di loro, ma quello che è evidente è la differenza tra l'angolo di direzione e l'azimut, che è di quasi un grado. Ripeto, per avere valori migliori si prenda il Rif.1.

Le coordinate dei due posti che abbiamo scelto sono state ottenute da una mappa al sito <https://www.geoplaner.com>. Il sito [geoplaner.com](https://www.geoplaner.com) fornisce tutte le indicazioni di come sono ottenuti i dati (con una sezione sull'accuratezza, si veda Appendice). Nella Figura 1 è mostrato uno screenshot della mappa. Sempre tramite [geoplaner.com](https://www.geoplaner.com) si possono avere le coordinate secondo la proiezione universale trasversa di Mercatore, UTM 32 T: Piazza Statuto 395349, 4992295 e Piazza Castello 396493, 4991702.

Calcoliamo l'angolo di direzione, rispetto al nord della carta, con queste due coppie di coordinate. Esso si ottiene come:

$$\alpha = 90^\circ + \operatorname{atan}\left[\frac{4992295 - 4991702}{396493 - 395349}\right] = 90^\circ + 27.40^\circ = 117.40^\circ$$

Proviamo a riposizionare nuovamente i segnaposto nel sunnominato software. Prendiamo ora due segnaposto in Piazza Statuto ed in Piazza Castello, agli estremi di Via Garibaldi. Per l'estremo di Piazza Statuto: (45.07564°, 7.67249°), UTM 395510, 4992210; per l'estremo di Piazza Castello: (45.07138°, 7.68459°), UTM 396454, 4991721. Otteniamo l'angolo di direzione:

$$\alpha = 90^\circ + \operatorname{atan}\left[\frac{4992210 - 4991721}{396454 - 395510}\right] = 90^\circ + 27.38^\circ = 117.38^\circ$$

Facciamo la media tra i due dati: l'angolo di direzione è di 117.39°. La differenza tra i due valore è di 0.02°. Come si vede nell'appendice, la mappa usata ha un'accuratezza del metro. Via Garibaldi è lunga circa 1000 metri. L'incertezza della mappa sull'angolo di direzione è di circa 0.06°. Quindi, in forma cautelativa, poniamo quest'incertezza, che è maggiore, come incertezza dell'angolo di direzione. Correggiamolo con l'angolo di convergenza medio (Piazza Statuto e Piazza Castello), e relativa incertezza stimata di 0.02° (ho tenuto conto in maniera approssimata della differenza tra proiezione conica e di Gauss). Otteniamo l'azimut:

$$az = 117.39^\circ - 0.935^\circ \pm (0.06^\circ + 0.02^\circ) = 116.46^\circ \pm 0.08^\circ = 116^\circ 28' \pm 5' \quad (2)$$

A questo punto, la domanda spontanea è questa. Se noi facciamo una misura col teodolite, che azimut troviamo per via Garibaldi? Questa misura è stata fatta [2], ed il risultato è di  $116.379^\circ \pm 0.002^\circ$ ,  $116^\circ 22' 45'' \pm 7''$ . C'è una differenza di circa 5' tra il dato calcolato e quello misurato.

Con l'esempio dato sopra, possiamo vedere come con le nuove tecnologie legate all'uso di GPS e satelliti sia cambiata la maniera di elaborare e proporre i dati topografici. Le carte topografiche sono state sostituite da mappe interattive, che possono essere integrate in software di geolocalizzazione. L'uso di tali tecnologie richiede le dovute cautele, in particolare per quanto riguarda l'uso degli angoli di direzione. Si deve sempre ricordare che è necessario, se da tali angoli si vuol ottenere un azimut, correggere con l'angolo di convergenza. Altrimenti si può incorrere in errori di tipo sistematico. La rilevanza di tali errori dipende ovviamente dalla precisione richiesta dall'applicazione.

Vediamo anche un esempio di errore. In [3], dopo aver riportato precedenti valori trovati in letteratura dell'azimut di Via Garibaldi (30° e 25.8°, angoli contati da Est), gli autori, S. Caranzano e M. Crosta, procedono ad una verifica del dato, necessaria "per scongiurare che un errore di valutazione inficiasse il paradigma interpretativo" [3]. Gli autori prima si affidano al Geoportale del Comune di Torino, ed al suo visualizzatore SIT della carta archeologica, da cui ottengono un valore di 27.3°. "Considerato che tale valore

si discosta sensibilmente da quelli sino ad oggi pubblicati" gli autori hanno svolto una ulteriore verifica "cambiando radicalmente metodo, ovvero appoggiandosi ad una moderna strumentazione GPS del tipo a doppia frequenza con metodologia WRS la cui precisione può stimarsi nell'ordine del centimetro".

Il risultato dell'uso del GPS riportato in [3] è di "un **azimut** di 117°40'46" ovvero 117,6794° 117,68° (vale a dire 27,68° E S-E) (figg. 7-10)." Non essendo fornita alcuna incertezza, questo dato non dovrebbe essere preso in considerazione. Continuiamo comunque la discussione. Se si usano i dati GPS in Fig.7 di [3], si ha un valore pari a 117.35° (per altro diverso da quello di 117.68° poi usato nell'articolo). Questo valore è prossimo a quello fornito dal Geoportale. Come si vede, questo è anche vicino al valore (2), trovato con le coordinate UTM di <https://www.geoplaner.com>. L'angolo è un **angolo di direzione** e non un azimut. Il "paradigma interpretativo" di Caranzano e Crosta era però quello di confrontare la direzione di Via Garibaldi con la direzione dei punti ortivi del sole sull'orizzonte naturale, assumendo come presupposto un legame tra rito di fondazione della città romana e sorgere del sole il giorno di fondazione. In sostanza, in [3], si è confrontato un angolo di direzione con un azimut. Essendo la differenza di circa un grado, non si cambia molto la questione, però questo è un errore che si aggiunge ad altri errori che si trovano in [3], come l'errata valutazione dell'altezza del punto ortivo e l'aver confuso una data Giuliana, ossia una data astronomica, con una data del Calendario Giuliano, data storica.

Il valore di 25.8° era stato da me fornito in [4]. In [3], a commento del mio lavoro del 2012 si legge: "Nel lavoro sopracitato, il valore di azimut del decumano dichiarato, ricavato utilizzando Google Earth, devia di quasi 2° da quello misurato con il GPS, probabilmente perché l'orientamento della strada è calcolato per mezzo della trigonometria piana su un'immagine della mappa e Google Earth non costituisce uno strumento di georeferenziazione scientifico (come d'altronde dichiarato da Google nelle note di rilascio)." Questo è quanto detto da Caranzano e Crosta. In [4], avevo usato Acme Mapper e non Google Earth. Per quanto riguarda le note di rilascio, si veda quanto riportato in Appendice. A proposito di Acme Mapper, se si usa la versione 2.2, e si usa il compasso del software GIMP, si trova un angolo di 116.57°.

Come detto all'inizio, l'azimut è un angolo sul piano orizzontale e quindi l'osservazione fatta da Caranzano e Crosta, sul calcolo con la trigonometria piana, non è pertinente. Via Garibaldi ha una piccola pendenza. Nel primo secolo, probabilmente dopo l'incendio del 69 d.C. riportato da Tacito, la colonia si è trasformata in una città imperiale con sistema fognario e strade pavimentate. La piccola pendenza della cloaca massima favoriva il deflusso delle acque. Tale pendenza è così piccola che non ha alcuna influenza sul valore dell'azimut. Per quanto riguarda la questione della possibile orientazione secondo rito etrusco, non mi voglio dilungarmi sul tema, in quanto Augusta Taurinorum segue perfettamente la regola della varatio romana [5], che prevede una orientazione geometrica della planimetria delle nuove città, secondo angoli definiti da triangoli rettangoli. Il triangolo rettangolo di Torino ha il rapporto tra i cateti pari a 1:2.

Desidero concludere con una nota sull'uso delle immagini satellitari e delle mappe. L'evoluzione recente dei sistemi GIS ha portato ad una integrazione molto buona tra immagini e mappe, e questo vale anche per Google Earth (se veda appendice). In tante applicazioni, anche in archeoastronomia o archeotopografia, uno studio preliminare fatto con immagini satellitari, che ci possa portare ad apprezzare la possibilità di particolari direzioni in accordo col moto dei corpi celesti o con regole geometriche come quelle della varatio, è ammissibile; come detto in precedenza dipende tutto dalla precisione richiesta dall'applicazione. Se si ha la possibilità di utilizzare delle coordinate UTM, correggendo con l'angolo di convergenza, si può arrivare a valori comparabili con quelli forniti dalle misure col teodolite. Con le dovute cautele, strumenti informatici come quello che troviamo al sito <https://www.geoplaner.com>, possono essere utili per ricevere un dato più significativo, rispetto a quello delle immagini satellitari.

### Ringraziamenti

L'autrice ringrazia Ambrogio Manzino, docente di Topografia e Cartografia al Politecnico di Torino, per le utilissime discussioni su angolo di direzione e azimut.

---

## Appendice

Il sito [geoplaner.com](http://geoplaner.com) è di Martin Nathansen, München, Germany. Il sito riporta anche una sezione sulle accuratezze. E' molto importante leggerle per poter valutare l'incertezza delle misure che si possono fare coi dati di questo portale. Eccone i passi salienti.

Accuracy of Google Maps: Most of the Google Maps are prepared from Landsat-7 satellite images. The accuracy of the derived Google Maps / Google Earth vector data varies from 0.1m in urban areas to 15m in the Antarctica. The derived Coordinates are rounded by the Geoplaner to a precision of 1m.

Accuracy of OpenStreetMap: The accuracy of Open Street Maps is partially lower than of Google Maps. Especially OSM country roads and walking trails can have deviations of 10m or more. The accuracy of most OSM city maps, however is significantly higher and is comparable with the accuracy of Google Maps.

Elevation accuracy: The elevation data is provided by the Google Elevation Service, the raw data for that were originally obtained during the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Geoplaner rounds Googles elevation values to a precision of 0.1m or 1ft. This allows to recognise elevation differences between waypoints which lie very close to each other.

## References

- [1] Ambrogio Maria Manzano, Quaderni di topografia. Geodesia, cartografia, trattamento delle misure, Vol. 1, Levrotto & Bella, 2017.
- [2] Giuseppe Massone (2019). Scheda: la misurazione dell'azimut. *Giornale di Astronomia*, 2019, 3, Pag.21
- [3] Sandro Caranzano, Mariateresa Crosta (2019). Dating the foundation of Augusta Taurinorum ex sole. The augustean propaganda and the role of Astronomy. *arXiv preprint arXiv:1901.08545*.
- [4] Sparavigna, A. C. (2012). The Orientation of Julia Augusta Taurinorum (Torino). *arXiv preprint arXiv:1206.6062*.
- [5] Sparavigna, Amelia Carolina. (2019, October 16). The Geometry of the Roman Torino, that is to say the Varatio of Augusta Taurinorum. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3493368>