

Corso di Rilievo dell'Architettura

Condotta da daniela colistra – a.a.2015-2016

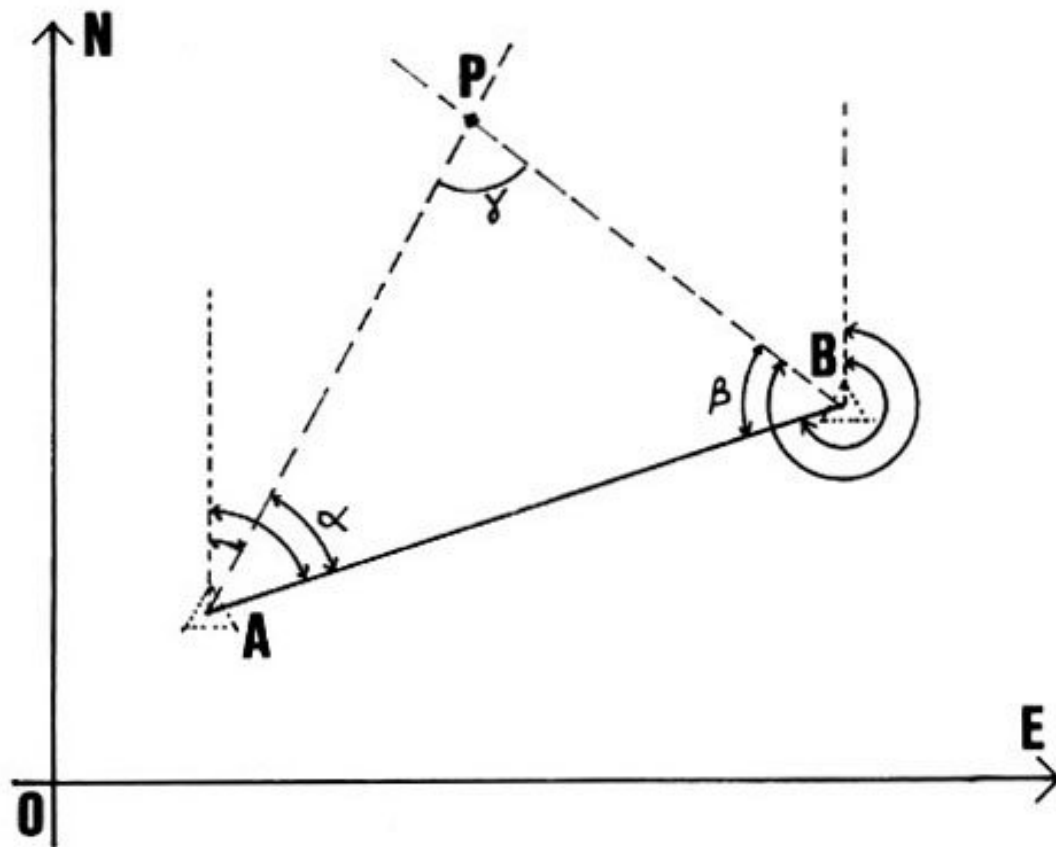
13. Il metodo indiretto: fondamenti teorici (seconda parte)

Mentre nel rilievo diretto si determina, come abbiamo visto, solo la posizione reciproca fra i punti oggetto della misurazione, nel rilievo indiretto la collocazione spaziale di ciascun punto è riferita ad un sistema di assi cartesiani che permettono, fra l'altro, di inquadrare l'oggetto nel suo contesto territoriale e di fornire una base d'appoggio da cui partire con il rilievo diretto (da questo punto di vista i due metodi sono complementari). Infatti, quando si rileva un'architettura, è impensabile rilevare strumentalmente tutti i punti caratteristici (spigoli, bucatore, elementi morfostrutturali). Il rilievo strumentale si limiterà a posizionare correttamente nello spazio alcuni punti salienti, e sarà poi compito del rilievo diretto (o fotogrammetrico) completare la raccolta delle informazioni necessarie a definire la pianta ed i prospetti degli edifici.

La topografia classica prevede una netta distinzione fra il rilevamento planimetrico e il rilevamento altimetrico. Quindi, la posizione di un punto deve essere prima determinata sul piano orizzontale (facendo riferimento a un sistema di coordinate cartesiane, o di coordinate polari, o di coordinate geografiche, o di coordinate gaussiane); successivamente, scelto un piano orizzontale come riferimento, si determina la distanza del punto P rispetto ad esso (quota o altezza).

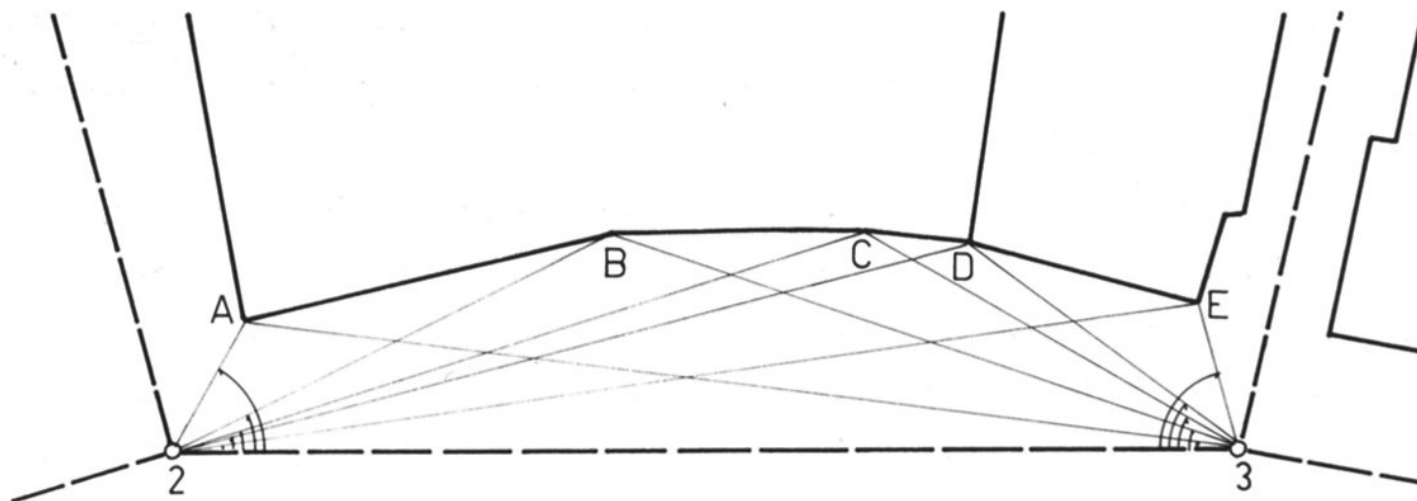
Questa distinzione è ormai da ritenersi superata; le moderne strumentazioni (p. es. la stazione totale) permettono di ottenere con un'unica operazione e con grande rapidità e precisione la posizione di un punto nello spazio tramite le sue tre coordinate cartesiane.

Dal punto di vista metodologico, però, continuiamo per un istante a mantenere distinti i problemi del rilevamento planimetrico da quelli del rilevamento altimetrico. La posizione di un punto sul piano, come abbiamo visto, è nota se sono note le coordinate E e N. Quando sono noti due punti A e B (mediante le rispettive coordinate), per rilevare indirettamente in planimetria la posizione del punto P è possibile usare il metodo dell'*intersezione in avanti*. Misurando con uno strumento in grado di misurare gli angoli (goniometro topografico) il valore degli angoli α e β , è possibile determinare esattamente la posizione del punto P sia graficamente (prolungando le semirette uscenti da A e B inclinate secondo i valori angolari desunti sul campo) che analiticamente (la somma degli angoli interni di un triangolo è sempre pari a 200 gradi centesimali).



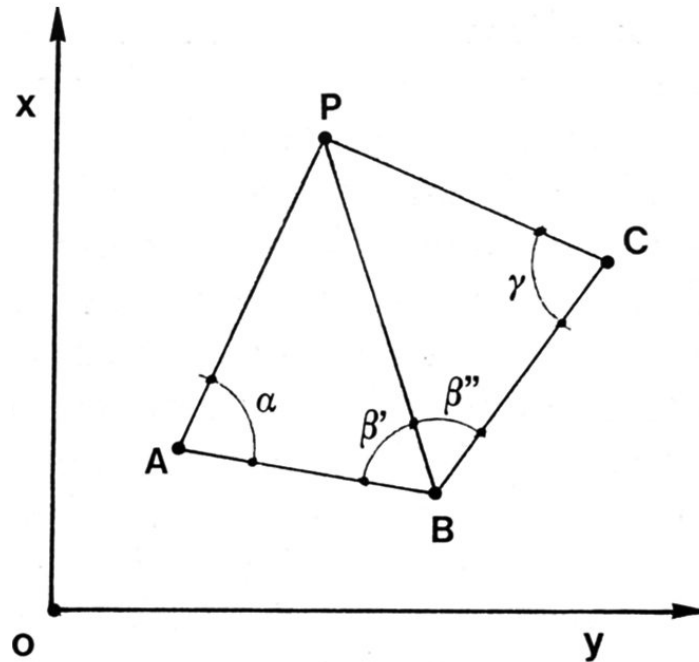
Determinazione planimetrica di un punto P mediante il metodo dell'intersezione in avanti.

Il metodo dell'intersezione in avanti si rivela particolarmente efficace per la misurazione di punti inaccessibili, per infittire una rete trigonometrica esistente ma anche per rilevare con elevata precisione i punti caratterizzanti la geometria di un oggetto.



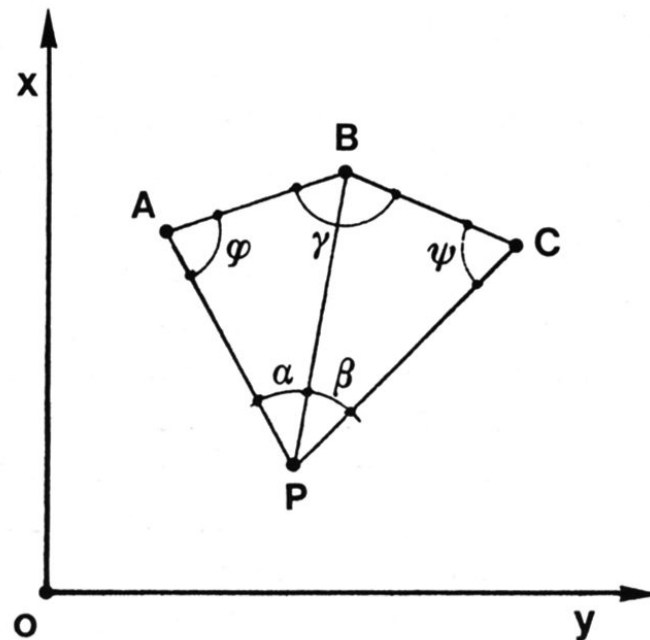
Il metodo dell'intersezione in avanti applicato al rilievo di un edificio utilizzando come punti d'appoggio i vertici di una poligonale preesistente.

Qualora siano note le coordinate di tre punti A, B e C, la posizione in planimetria del punto P può essere determinata tramite il metodo dell'*intersezione multipla in avanti*, misurando gli angoli di direzione che il punto P forma con le basi AB e BC.



Determinazione planimetrica del punto P mediante il metodo dell'*intersezione multipla in avanti*.

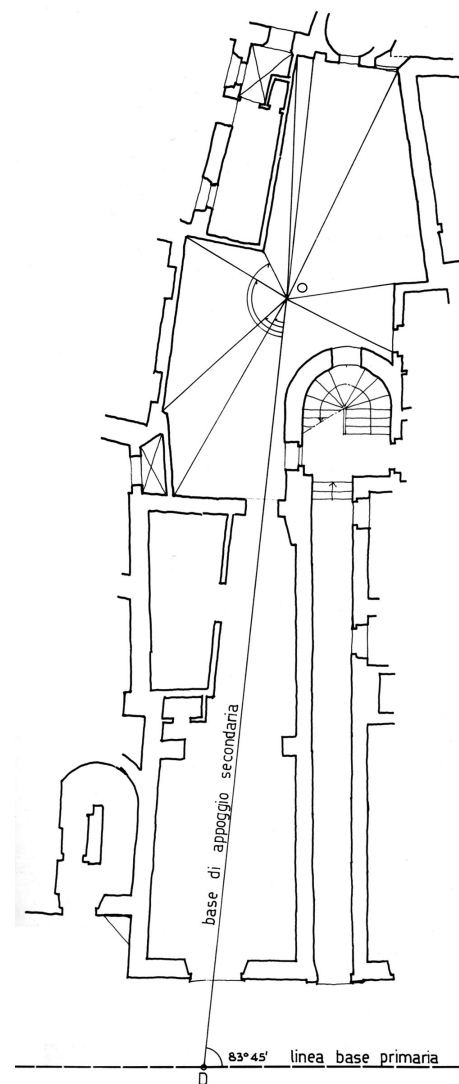
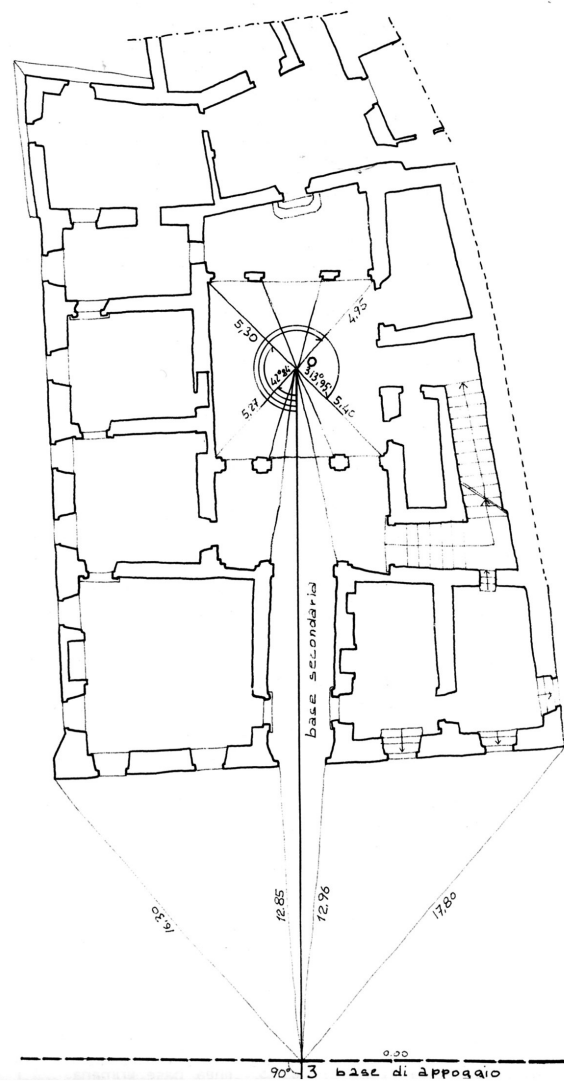
L'intersezione inversa è un altro tipo di intersezione che può essere applicato qualora si conoscano le coordinate di tre punti A, B e C e si misurino dal punto P (accessibile) gli angoli α e β . Tale metodo è definito nei manuali di topografia anche come "problema di Snellius".



Determinazione planimetrica del punto P mediante il metodo dell'intersezione inversa.

Come già visto nella lezione precedente, la posizione in planimetria di un punto può essere determinata anche facendo riferimento alle *coordinate polari*. Se si dispone di un punto O di coordinate note (polo), facendo stazione con uno strumento topografico su di esso è possibile individuare la posizione del punto P_1 misurando l'angolo *azimutale* θ_1 rispetto all'asse polare (fissato arbitrariamente o utilizzando la direzione del Nord) e il raggio vettore (distanza) R_1 .

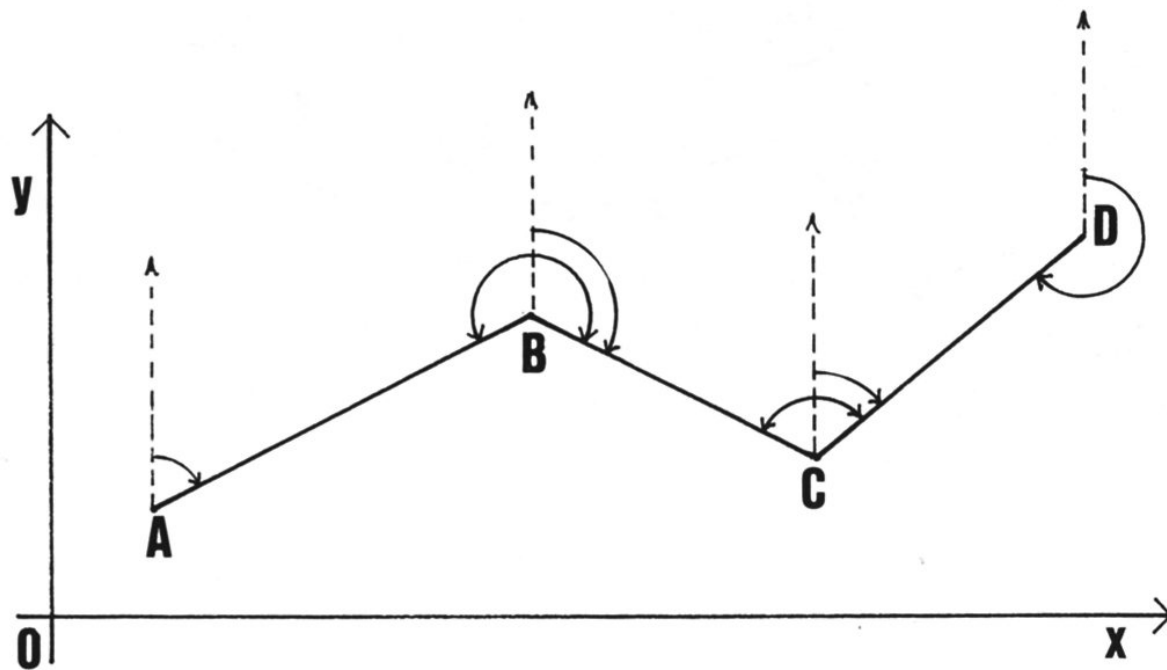
Un rilievo effettuato mediante le coordinate polari prelevate a partire da un unico punto di stazione viene comunemente definito "irradiamento". Il metodo dell'irradiamento si rivela particolarmente efficace nella misurazione di piazze, cortili, interni di edifici monumentali, ecc.



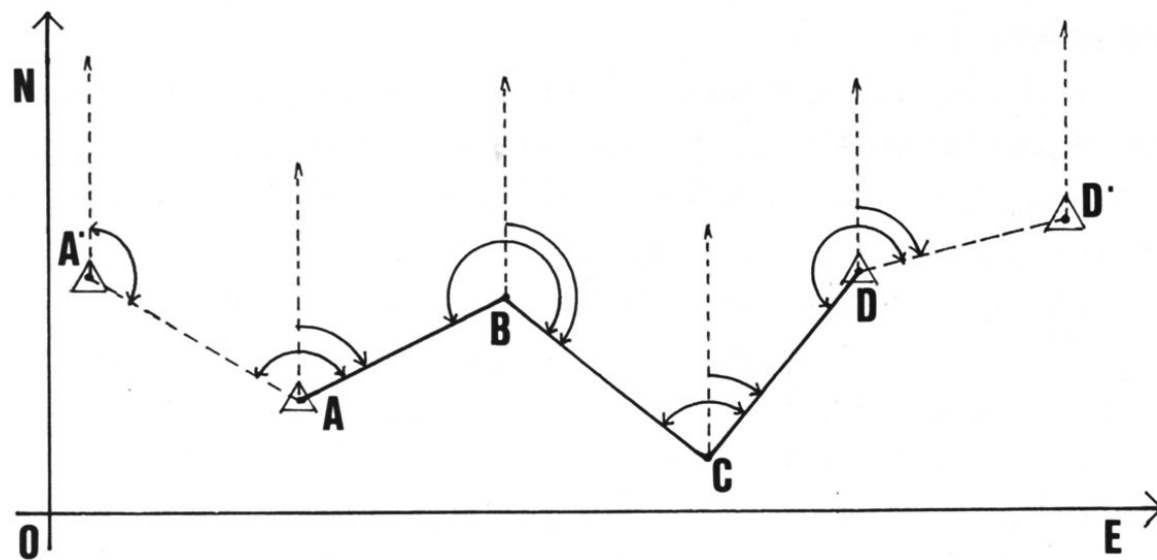
Rilevamento planimetrico per irradiazione di corti interne.

Il polo O è collegato mediante una base secondaria a una base principale esterna all'edificio.

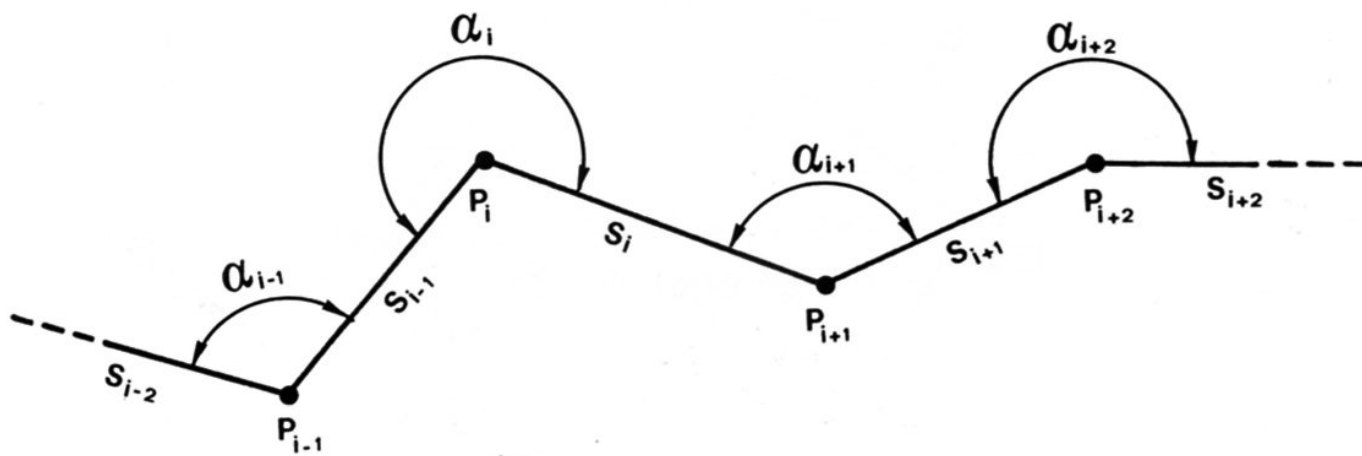
Un altro metodo per determinare le coordinate di punti in planimetria facendo uso delle coordinate polari è la *poligonazione*. Questo metodo si applica a condizione che i punti siano raggiungibili e che si possa fare stazione su di essi. Il metodo prevede di collegare i punti stessi mediante una linea spezzata, detta appunto *poligonale*, e nel misurare poi la lunghezza dei lati di ciascun tratto e degli angoli azimutali formati da ciascun tratto rispetto alla direzione Nord.



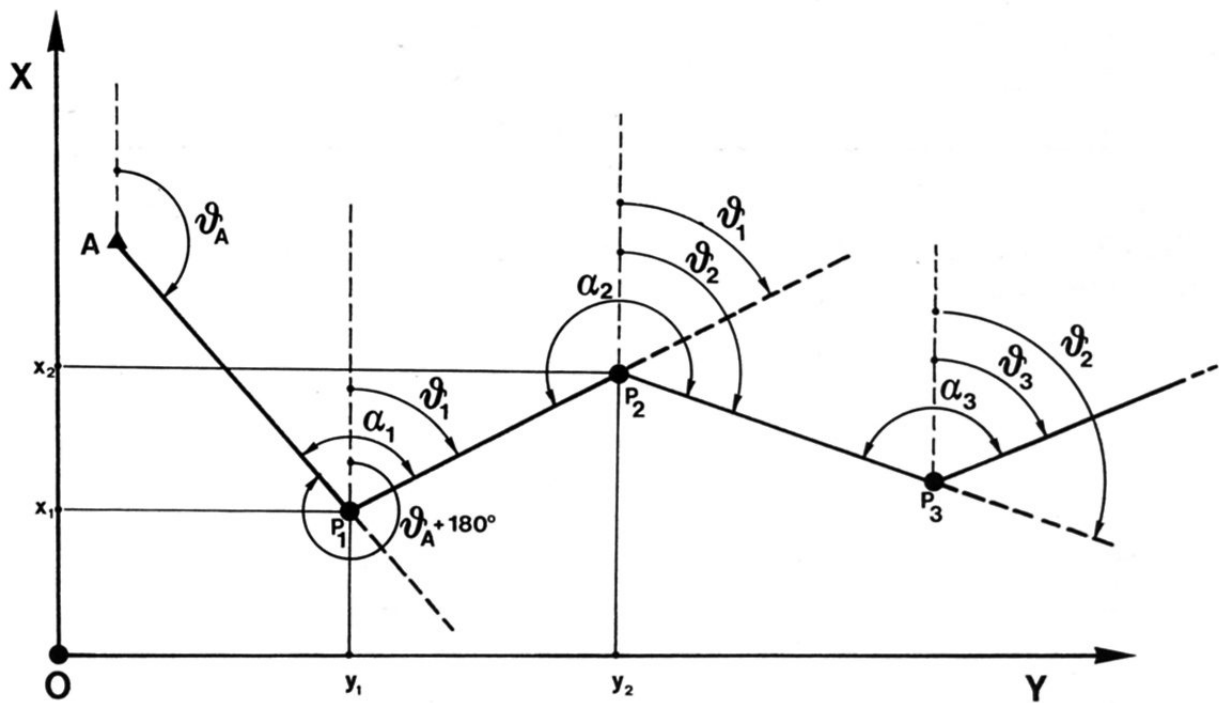
Schema esemplificativo di poligonale.



Schema esemplificativo di poligonale inserita fra due vertici di I ordine della rete I.G.M. (A' e D').



Schema esemplificativo di poligonale con indicazione degli elementi oggetto di misurazione (angoli azimutali e raggi vettore).

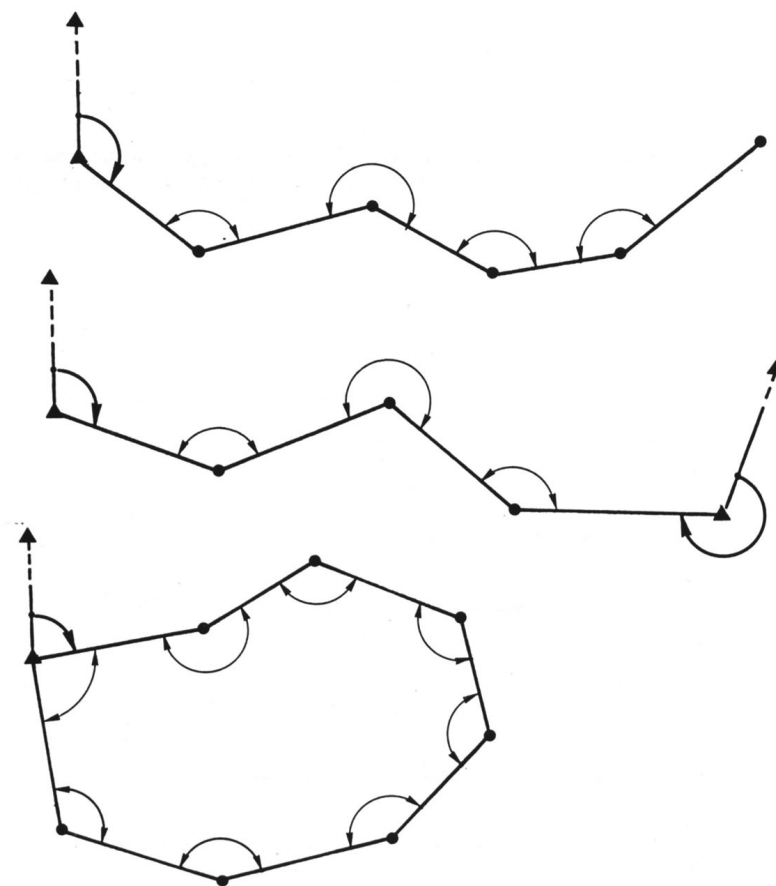


Determinazione delle coordinate cartesiane dei vertici di una poligonale.

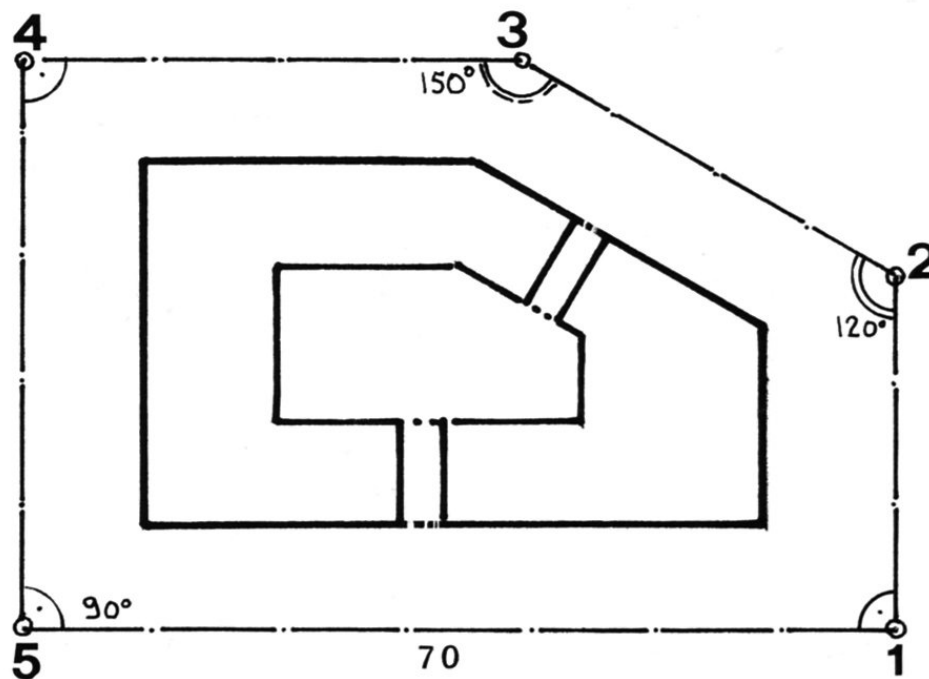
Le poligonalì possono essere aperte o chiuse.

Le poligonalì chiuse si rivelano utilissime per "ingabbiare" gli edifici da rilevare all'interno di una struttura metricamente e geometricamente definita. Quando due o più poligonalì si incontrano in un punto, esso prende il nome di *nodo* e l'intero sistema si definisce *poligonale nodale*.

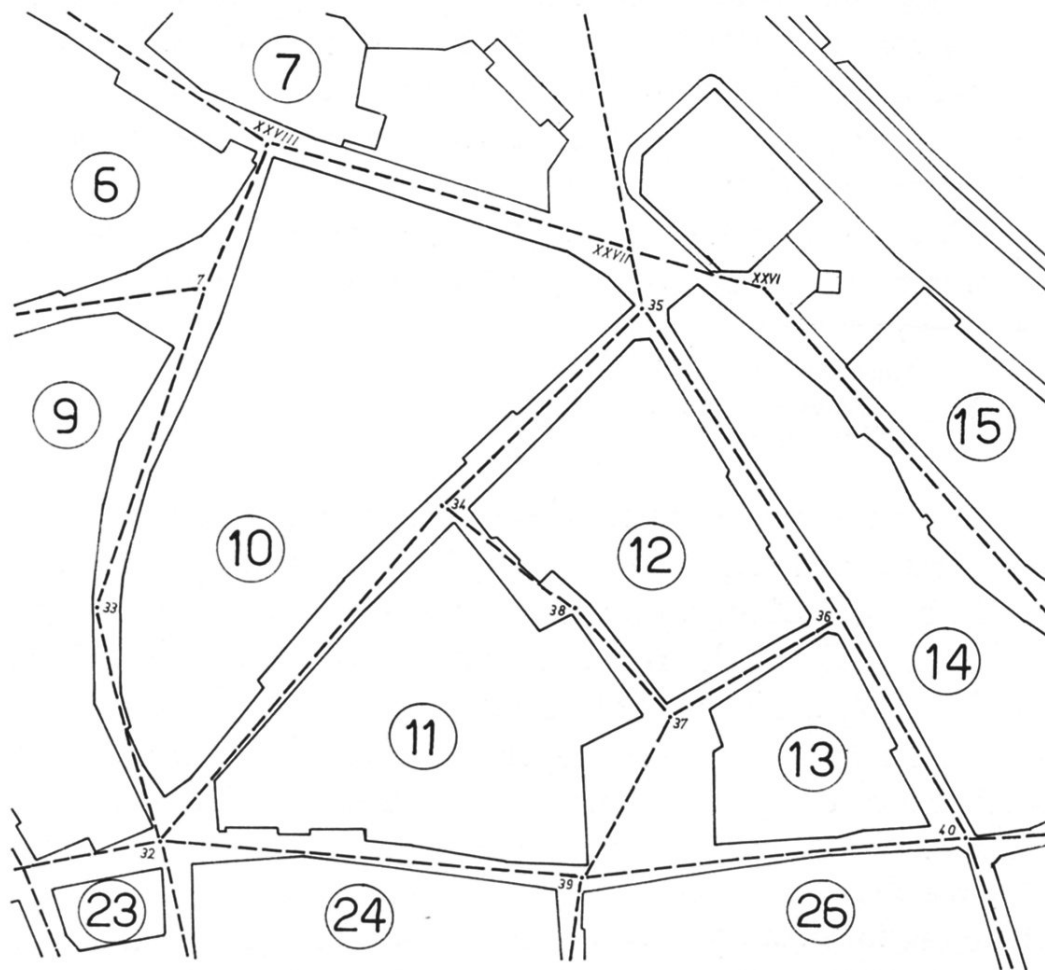
Le poligonalì nodali sono particolarmente usate nel rilevamento di porzioni urbane più o meno estese.



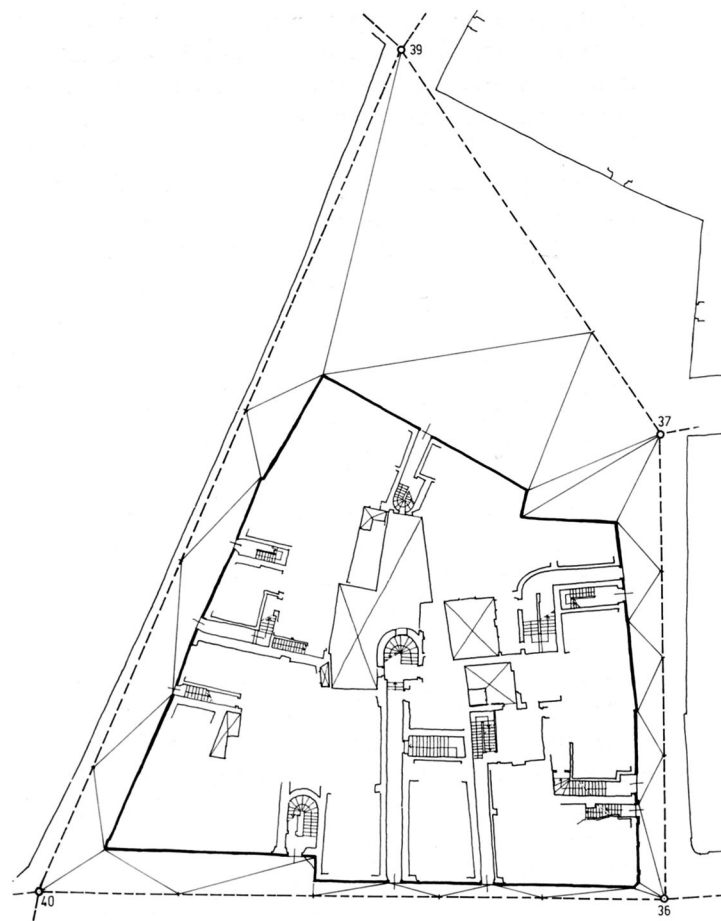
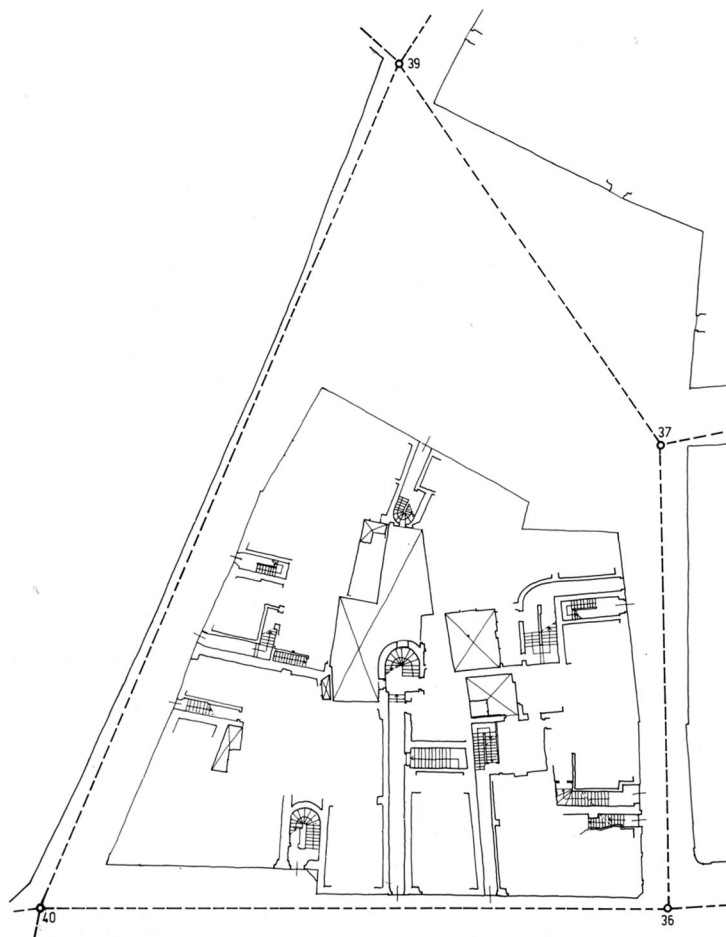
Schemi di poligonale aperta e chiusa.



Tracciamento di poligonale chiusa attorno a un edificio per il successivo rilievo del suo perimetro.



Progetto di poligonale chiusa per il rilievo di una porzione urbana.



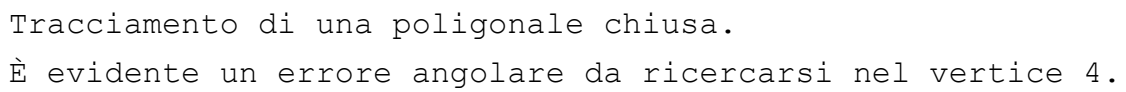
Progetto di poligonale chiusa e conseguente progetto di triangolazione per il rilievo del perimetro esterno di un isolato urbano.

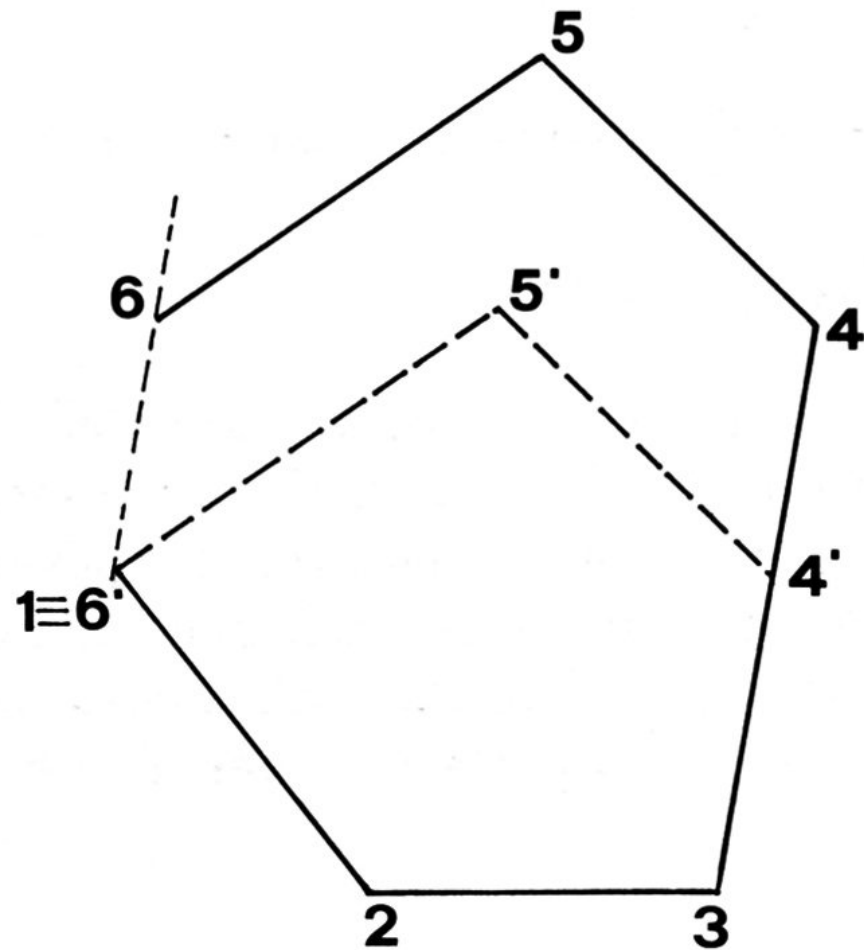
Le poligonalì chiuse garantiscono una maggiore precisione e una più agevole *compensazione*.

La compensazione consiste nella "correzione" grafica di eventuali errori commessi durante il prelevamento delle misure.

Può accadere, infatti, che durante la restituzione grafica una poligonale non si "chiuda" (ciò avviene quando il vertice iniziale non coincide con quello finale).

A volte è abbastanza semplice intuire qual è stato l'errore che impedisce la chiusura di una poligonale.





Tracciamento di una poligonale chiusa.

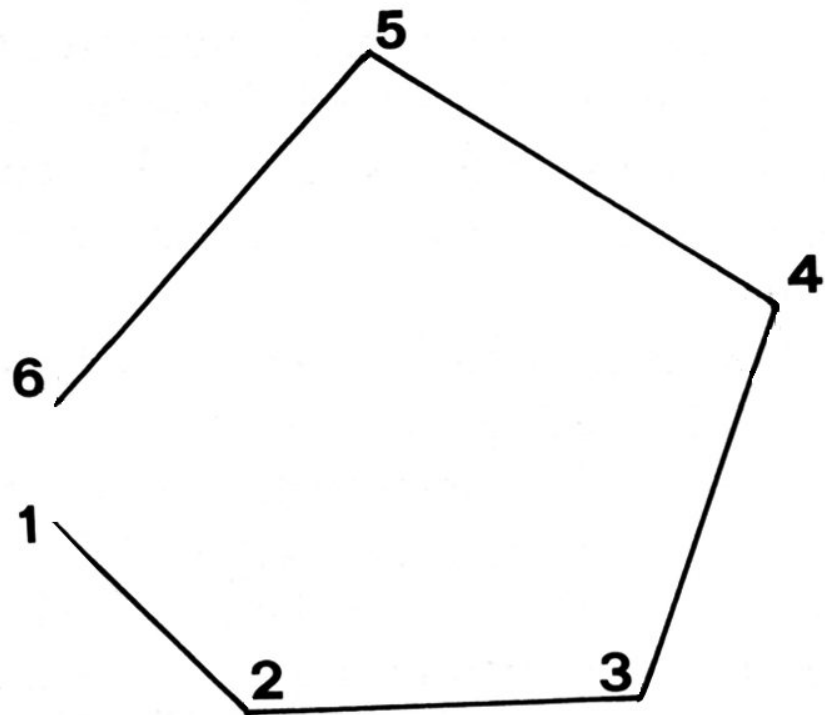
È evidente un errore da ricercarsi nella lunghezza del tratto 3-4.

In ogni caso, per individuare già in fase di rilevamento errori nel prelevamento delle misure angolari (errori che potrebbero rivelarsi fatali in fase di restituzione grafica), è bene applicare già sul campo una semplice formula di verifica delle poligoni chiuse:

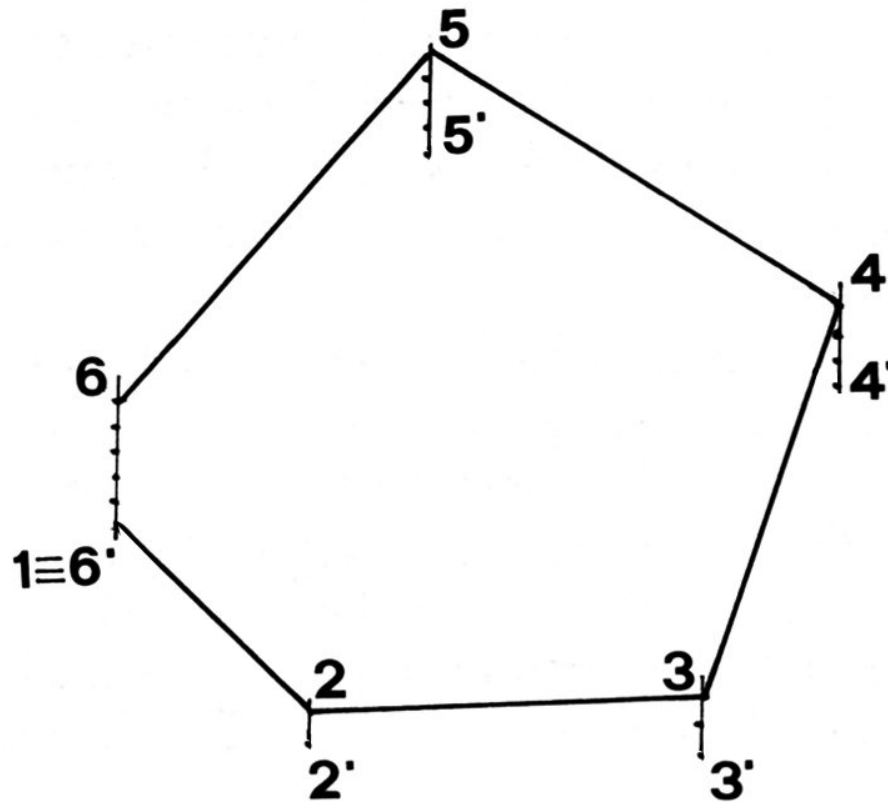
$$\Sigma = (180^{\circ} \cdot n) - 360^{\circ}$$

dove Σ è la sommatoria degli angoli interni della poligonale e n è il numero dei lati della poligonale stessa.

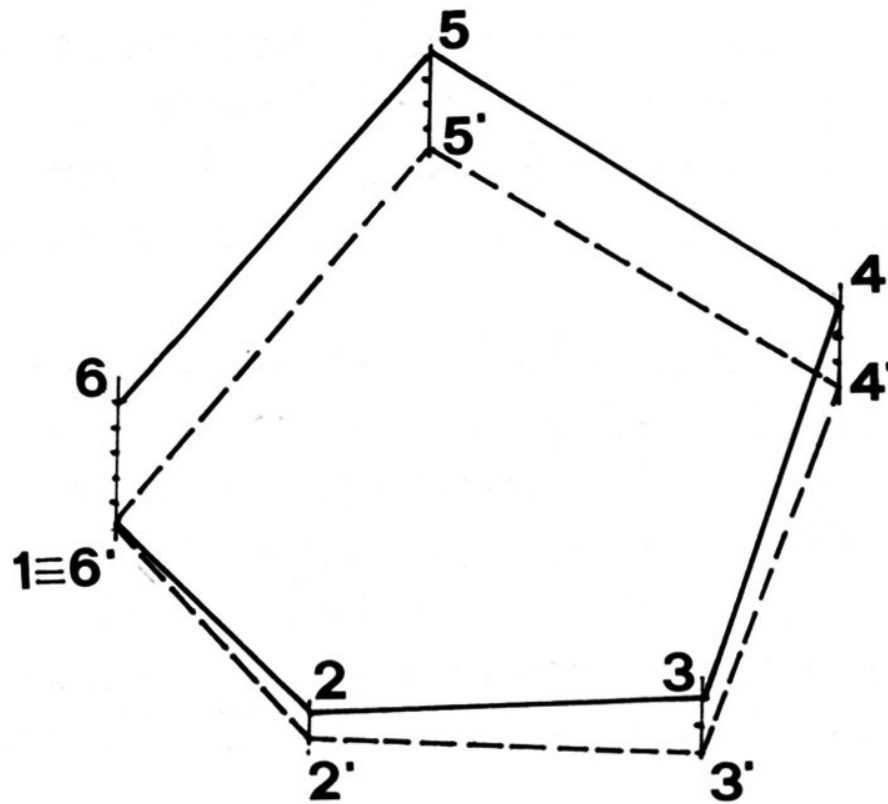
Qualora, quindi, l'errore sia macroscopico, occorre correggerlo con una nuova misurazione. Nel caso in cui ci si mantenga entro valori minimi, è possibile effettuare la compensazione grafica.



Esempio di poligonale chiusa in cui il primo e l'ultimo vertice non coincidono.

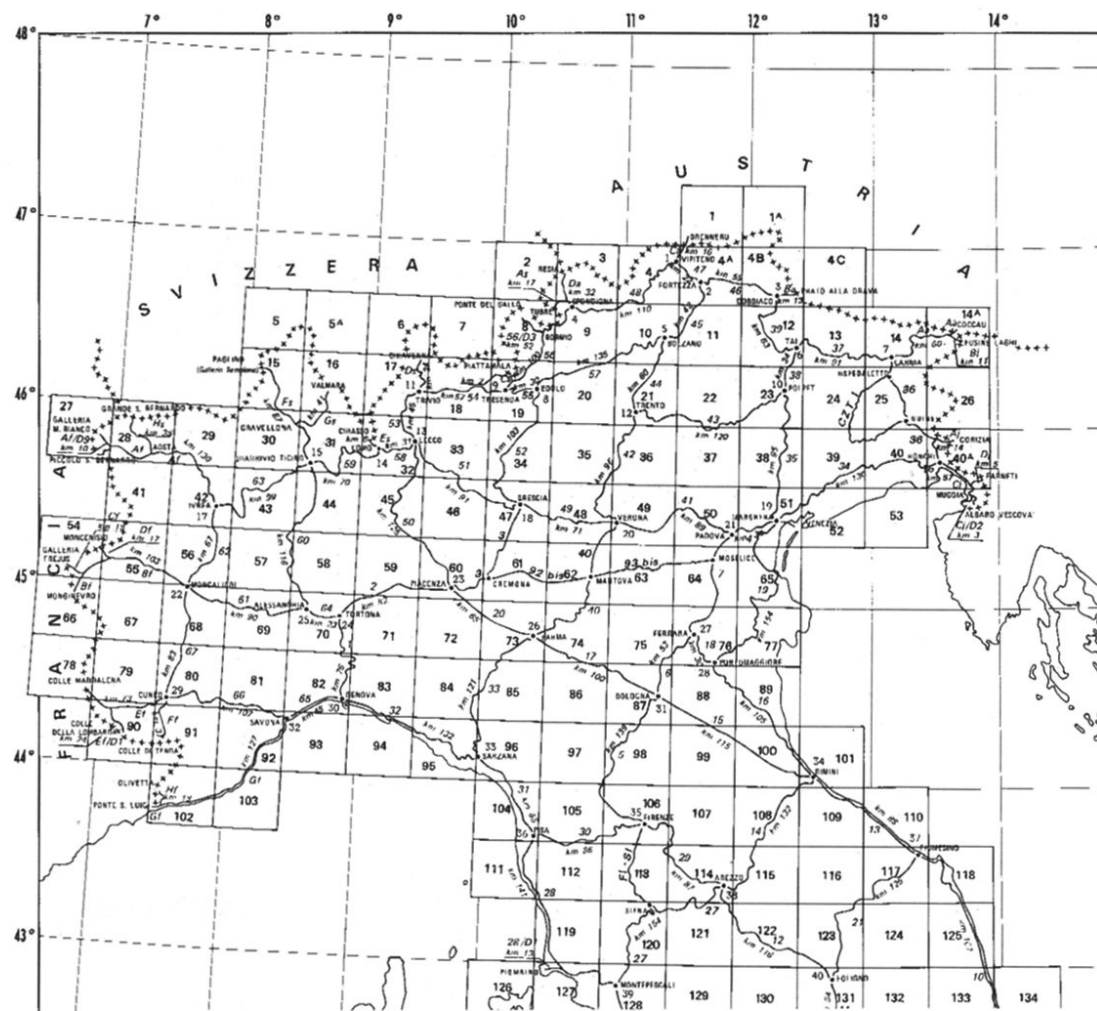


Stabilito di effettuare la compensazione grafica, si congiunga il punto 1 col punto 6 e si divida il segmento 1-6 in tante parti corrispondenti al numero dei vertici della poligonale. Poi si traccino su ciascuno dei vertici tanti segmenti paralleli al segmento 6-1; poi si riporti sul vertice 2 una parte dei segmenti ottenuti suddividendo il segmento 6-1; sul vertice 3 due parti; sul vertice 4 tre parti; sul vertice 5 quattro parti. Si vengono così a determinare i nuovi vertici 2', 3', 4', 5', 6'.



Unendo i vertici ottenuti per costruzione grafica si ottiene la poligonale compensata.

Avendo determinato planimetricamente la posizione di un punto mediante le sue coordinate cartesiane, occorre ora individuare la sua quota rispetto ad una superficie orizzontale di riferimento. Tale superficie può essere scelta arbitrariamente, oppure può fare riferimento alla rete di livellazione geometrica nazionale. Il nostro territorio, infatti, è coperto da una rete di capisaldi che fanno riferimento al livello medio marino (superficie equipotenziale di gravità). La rete di livellazione è suddivisa in quattro categorie.



RETE DI LIVELLAZIONE DI ALTA PRECISIONE

Aggiornamento 1984

50 Gs
km 1,2

Linee di livellazione con numero o sigla

43

Caposaldo nodale

•

Mareografo

Stralcio della rete italiana di livellazione.

La determinazione della quota dei punti da rilevare di norma avviene mediante l'individuazione di una linea orizzontale di riferimento, e la successiva misurazione del dislivello di ciascun punto rispetto alla linea di riferimento. La misurazione avviene mediante un livello a cannocchiale (vedi oltre).

I metodi di livellazione più comuni sono tre:

- la *livellazione da un estremo*;
- la *livellazione dal mezzo*;
- la *livellazione mista*.

Livellazione da un estremo:

- si pone lo strumento sul punto A;
- si misura h_A , altezza del punto rispetto alla linea di mira del cannocchiale;
- si legge la misura L_B su un'asta graduata (stadia) disposta verticalmente sul punto B;
- si calcola il dislivello fra il punto A e il punto B mediante l'espressione:

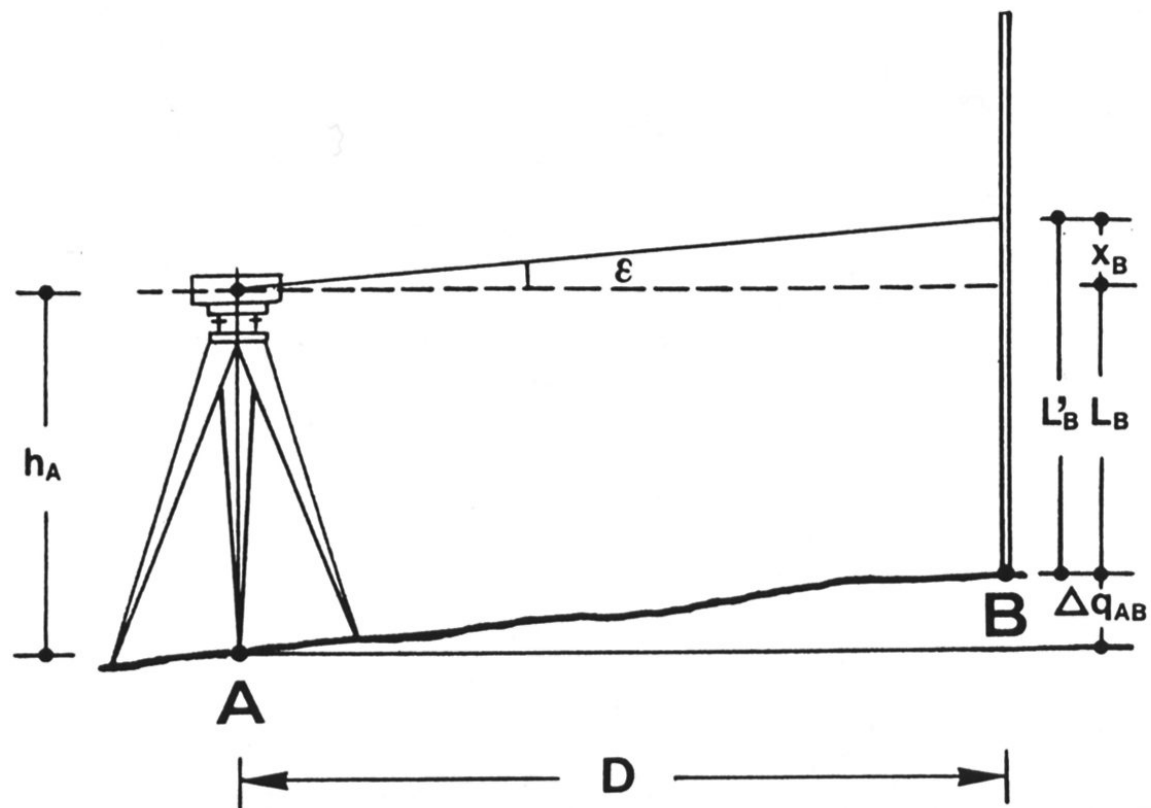
$$\Delta q_{AB} = h_A - L_B$$

Tuttavia la perfetta orizzontalità della linea di mira non si riscontra mai in quanto esiste sempre un errore di dislivello calcolabile mediante la seguente formula:

$$x_B = L'_B - L_B = D \times \varepsilon$$

da cui deriva che il dislivello effettivo fra i punti A e B sarà

$$\Delta q_{AB} = h_A - (L'_B \pm x)$$



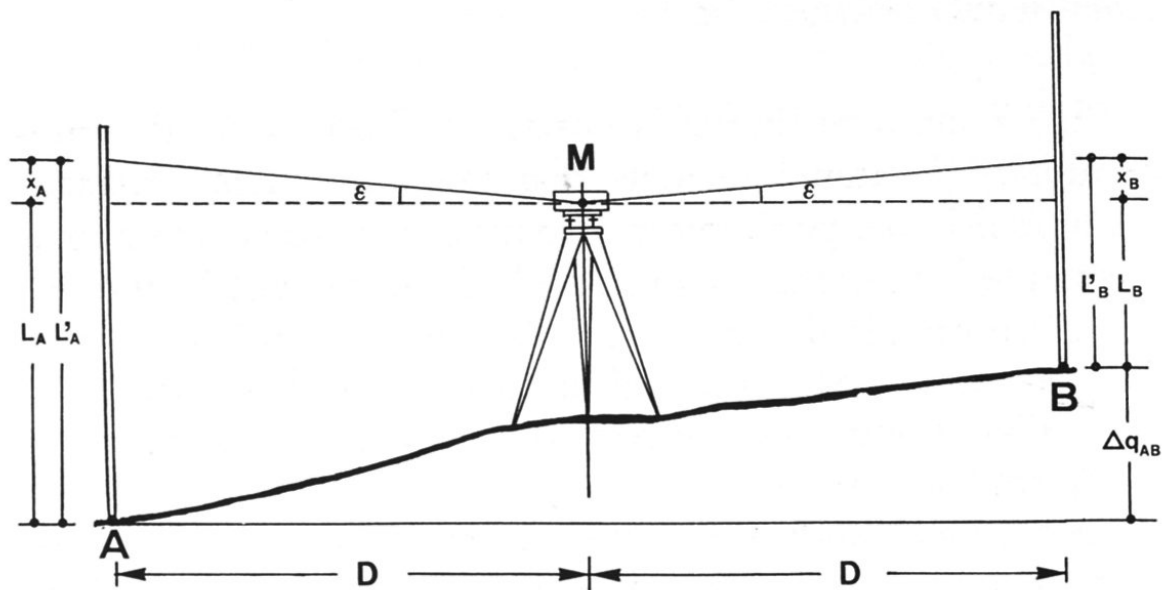
Schema esemplificativo di livellazione da un estremo.

Livellazione dal mezzo:

- si pone lo strumento in posizione intermedia fra A e B;
- si pone la stadia sui punti A e B e si leggono le misure sulla stadia;
- si calcola il dislivello mediante l'espressione:

$$\Delta q_{AB} = L'_A - L'_B$$

In questo caso l'angolo ε , dovuto all'errore di orizzontalità, è uguale nelle due direzioni (a condizione che lo strumento sia disposto alla stessa distanza fra i punti da misurare) e quindi si annulla.

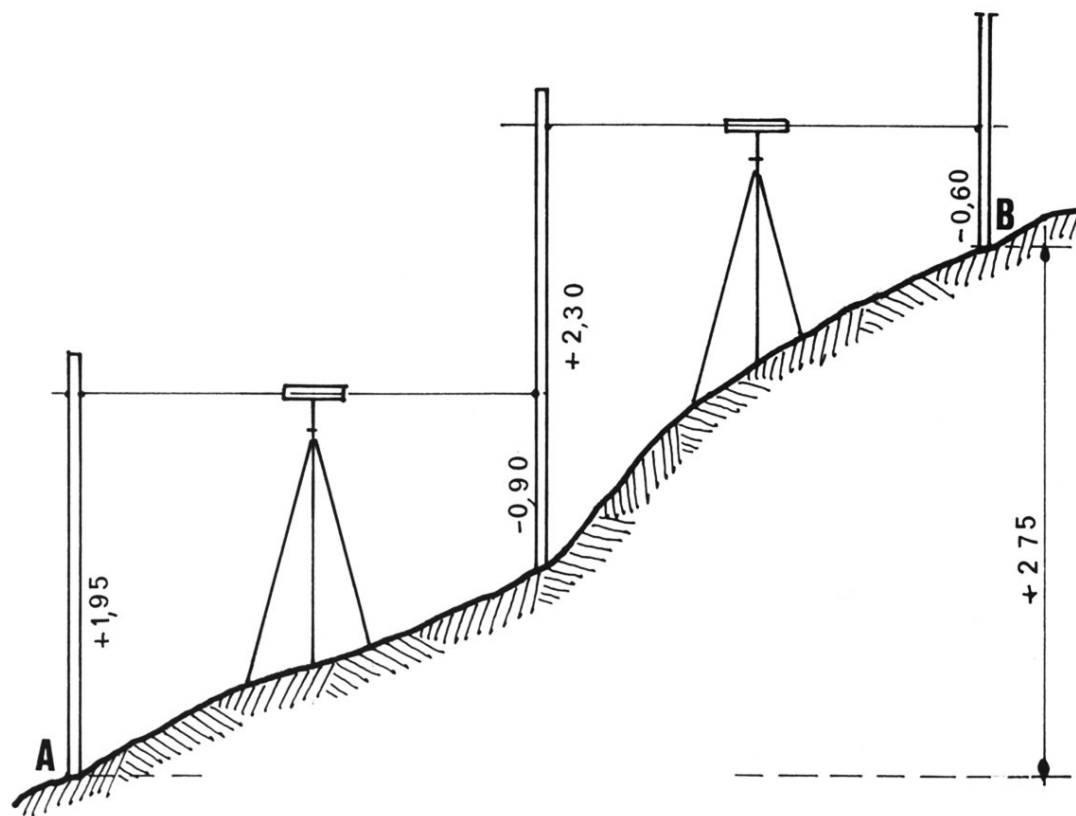


Schema esemplificativo di livellazione dal mezzo.

La livellazione mista si effettua quando non è possibile effettuare la livellazione dal mezzo né la livellazione da un estremo, per esempio in condizioni di forte pendenza del terreno.

Consiste nel far stazione su due punti scelti arbitrariamente (entro la congiungente fra A e B), fare la media fra le due letture sul punto A e le due letture sul punto B e, quindi, calcolare il dislivello fra le due medie.

In caso di forte pendenza del terreno, e quindi di impossibilità da parte dello strumento di effettuare la lettura da un unico punto di stazione, si possono anche utilizzare dei punti intermedi e calcolare il dislivello sommando algebricamente le letture in avanti (con segno negativo) e indietro (con segno positivo).



Nell'esempio riportato in figura avremo:

$$\Delta q_{AB} = (+ 1,95 - 0,90 + 2,30 - 0,60) = 2,75$$