

CORSI DI LAUREA IN:

Scienze e Tecnologie agrarie
(Corso di: «Costruzioni rurali e Topografia»)

RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE DEL TERRITORIO

IL RILEVAMENTO

MISURA DELLE DISTANZE

La distanza fra due punti, come precedentemente definita, sia se riferita alla superficie ellissoidica o al piano ad essa tangente (campo topografico), **viene in pratica ricavata come misura indiretta**, a partire da altre misure, angolari e lineari

Per la misura di una distanza si utilizzano sostanzialmente due categorie di metodi, delle quali la seconda può considerarsi desueta a seguito dell'avvento delle tecnologie elettroniche:

**1) MISURA CON STRUMENTI OTTICO-ELETTRONICI
(DISTANZIOMETRI A ONDE)**

**2) MISURA CON STRUMENTI OTTICO-MECCANICI (METODI
STADIMETRICI)**

MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE

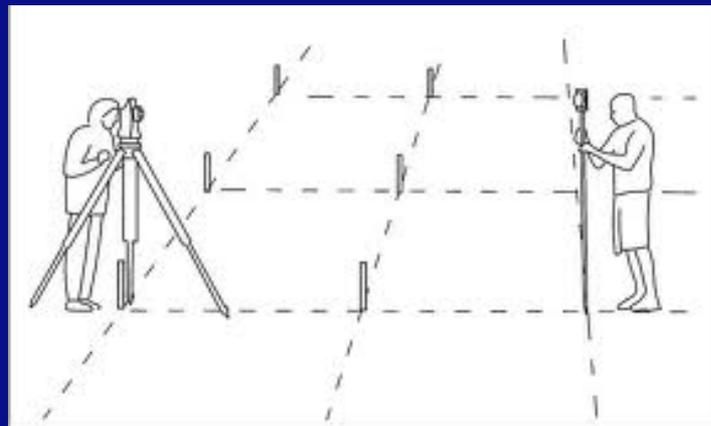
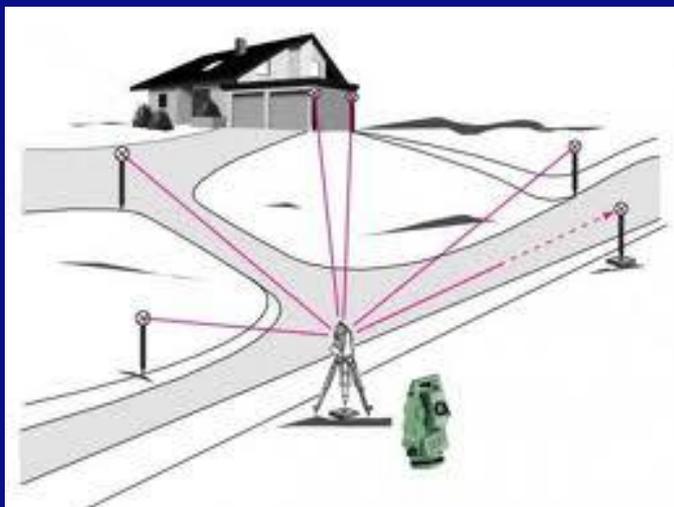
La misura delle distanze con i moderni distanziometri a onde è un'operazione molto semplice, che non richiede particolari accorgimenti.

Su un estremo della distanza viene posto in stazione il **distanziometro, di fatto incorporato in una «stazione totale»**, e sull'altro estremo viene posizionato un **riflettore (prisma)**, che riflette l'onda inviata dallo strumento nella stessa direzione di provenienza.

Con tali strumenti la distanza viene misurata con notevole precisione.

MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE

RILIEVO CON STAZIONE TOTALE



MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE

RIFLETTORI

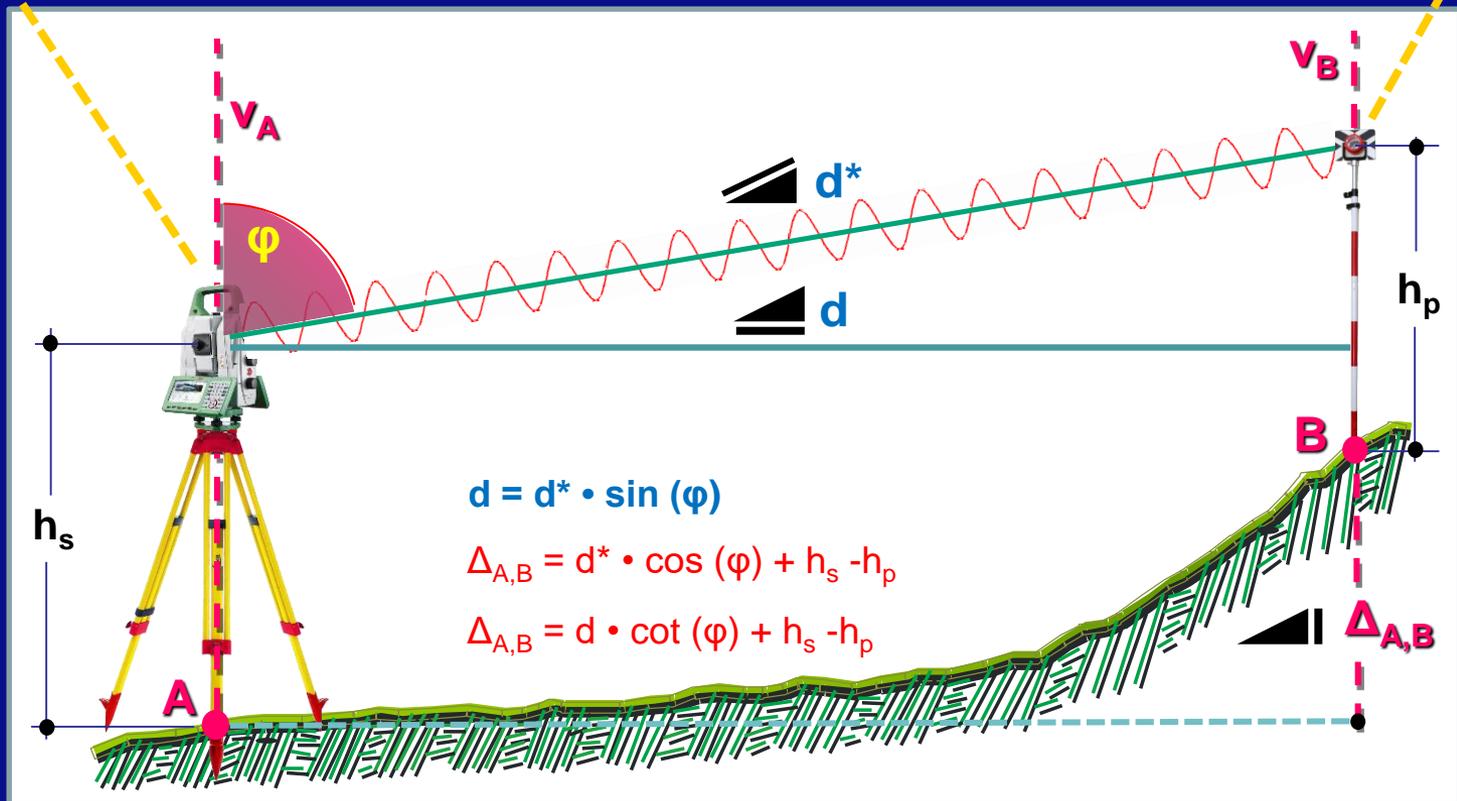
A PRISMA SINGOLO



A PIÙ PRISMI



MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE



MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE

I distanziometri utilizzano luce infrarossa (lunghezza d'onda 0,7-0,8 μm , nel campo dell'IR vicino), che presenta una più che buona capacità di penetrazione nell'atmosfera.

I distanziometri a onde, detti più comunemente EODM (*Electro Optical Distance Measurement*) o semplicemente **EDM** (*Electromagnetic Distance Meter*), a seconda del principio di funzionamento **possono essere classificati in:**

- **EDM A MISURA DI FASE**
- **EDM A MISURA DI IMPULSI**

MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE

EDM A MISURA DI FASE

Il distanziometro emette un fascio d'onda IR modulato, che colpisce un riflettore (prisma o gruppo di prismi); quest'ultimo, quindi, lo rinvia allo stesso strumento, che funge anche da ricevitore.

Le due onde, di andata e di ritorno, risultano sfasate, cosicché nel percorso è compreso un numero intero n di lunghezze d'onda più una frazione della stessa (lo sfasamento).

Per calcolare la distanza vengono determinati i valori dello sfasamento, della lunghezza d'onda e del numero intero di lunghezze d'onda.

MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE

EDM A MISURA DI IMPULSI

Utilizza un metodo concettualmente diverso dal precedente e più semplice.

Il distanziometro emette una serie di impulsi (segnali di brevissima durata ed alta intensità) di luce infrarossa o laser (a fascio di luce molto sottile e concentrato).

La distanza viene ottenuta misurando il tempo di viaggio degli impulsi nel percorso di andata e ritorno della luce infrarossa alla velocità di propagazione nell'atmosfera.

MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE

GLI EDM A MISURA DI IMPULSI PRESENTANO MAGGIORI VANTAGGI RISPETTO A QUELLI A MISURA DI FASE:

- **MAGGIORE PORTATA** (distanza massima misurabile) a parità di energia emessa
- **POSSIBILITÀ DI MISURARE SENZA RIFLETTORE (REFLECTORLESS)** su brevi distanze

L'accuratezza degli EDM a misura di impulsi è leggermente inferiore a quella degli EDM a misura di fase, ma i vantaggi elencati ne hanno determinato la maggiore diffusione, fino alla progressiva sostituzione degli EDM a misura di fase con questi ultimi.

MISURA DELLE DISTANZE CON DISTANZIOMETRI A ONDE

PORTATA DEI DISTANZIOMETRI A ONDE

EDM A MISURA DI FASE

$D_{\max} = 1 \div 2$ km con 1 prisma

$D_{\max} = 3 \div 4$ km con riflettore a più prismi

EDM A MISURA DI IMPULSI

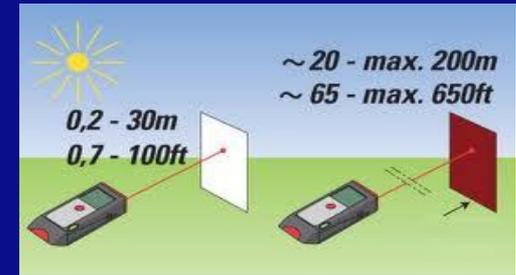
$D_{\max} = 250$ m \div 1 km senza prisma

$D_{\max} = 3 \div 4$ km con 1 prisma

$D_{\max} =$ sino a 10 km e oltre con riflettore a più prismi
(EDM di grande portata)

ALTRI TIPI DI STRUMENTI, EDM E NON

EDM PORTATILI DA CANTIERE (portata max. 200 m)



Introdotti a metà degli anni '90 del secolo scorso, funzionano con tecnologia *reflectorless* (senza prisma), impiegando una luce laser. Tali strumenti, compatti, maneggevoli e portatili, hanno rivoluzionato le tecniche del rilevamento in specifiche applicazioni - territoriali e non - laddove non siano richieste grandi portate nelle distanze o precisioni spinte nelle misure.

L'evoluzione della tecnologia ha portato all'introduzione di strumenti per operazioni in 3D (misurazioni di distanze, angoli – anche per punti inaccessibili – ed esportazione verso i software CAD dei relativi dati in formati di file interscambiabili), finalizzate al rilievo e alla rappresentazione spaziale (tridimensionale) degli oggetti rilevati.



ALTRI TIPI DI STRUMENTI, EDM E NON

SISTEMI A SCANSIONE LASER (LASER SCANNING)



Il **Laser Scanning** è una tecnologia che si sta affermando sempre più per il rilievo del territorio e di oggetti complessi.

Un'apparecchiatura laser trasforma energia da una forma primaria (elettrica, ottica, chimica, termica o nucleare) in un fascio monocromatico e coerente di radiazioni elettromagnetiche di intensità elevata: la luce laser.

La caratteristica essenziale della tecnologia “laser-scanning” è quella di permettere l’acquisizione autonoma di milioni di punti 3D in brevissimo tempo.

L’elevata quantità di dati acquisiti in breve tempo consente di eseguire mediante i **sensori laser scanner** (laser scanner 3D) il rilevamento di modelli tridimensionali di oggetti a scale e risoluzioni differenti con un ragguardevole livello di dettaglio e completezza.

ALTRI TIPI DI STRUMENTI, EDM E NON



SISTEMI A SCANSIONE LASER (LASER SCANNING)

I sistemi laser a scansione offrono nuove ed interessanti possibilità nel rilievo topografico.

Un **laser scanner 3D** può essere considerato come l'unione tra un **distanziometro laser** ed un insieme di **appareati meccanici di alta precisione per la misurazione degli angoli**.

Un laser scanner è un dispositivo ottico-meccanico capace di emettere impulsi elettromagnetici (laser) ad intervalli di tempo prestabiliti e di ricevere il segnale riflesso dall'oggetto, misurando il tempo intercorso (tempo di volo), e quindi la distanza tra il centro dello strumento ed il punto rilevato. Al calcolo del tempo di volo viene associata anche una misura angolare di precisione che permette di collocare i punti in un sistema di riferimento locale, riferito al centro ottico dello strumento. Per ogni misurazione, oltre alle coordinate cartesiane (x, y, z), il sistema fornisce l'intensità del segnale di ritorno e definisce la risposta radiometrica della superficie rilevata.

ALTRI TIPI DI STRUMENTI, EDM E NON



SISTEMI A SCANSIONE LASER (LASER SCANNING)

Il risultato di uno scanning è un insieme numerosissimo di punti, chiamato “**nuvola di punti**”, distribuiti sull’oggetto da rilevare, in funzione del grado di dettaglio che si vuole raggiungere. La finalità è quella di creare un modello digitale tridimensionale più vicino possibile alla realtà dell’oggetto scansionato.

I laser scanner oggi presenti sul mercato sono molti ed ognuno di essi presenta caratteristiche differenti nel principio di acquisizione, nella precisione ottenibile, nella portata e nella velocità di acquisizione (*).

(*) Rif: https://it.wikipedia.org/wiki/Laser_scanner

MISURA DELLE DISTANZE CON STRUMENTI OTTICO-MECCANICI (DESUETA A SEGUITO DELL'AVVENTO DELLE TECNOLOGIE ELETTRONICHE)

Per la misura indiretta delle distanze con strumenti ottico-meccanici si impiegano il teodolite (o tacheometro) e la stadia (asta graduata), collocati rispettivamente sul punto di stazione e sul punto collimato.

I metodi di misura utilizzati con tali strumenti, che danno luogo ad una buona precisione di calcolo, sono stati progressivamente superati con l'introduzione degli strumenti elettronici.

I metodi di misura di una distanza possono essere classificati in due categorie:

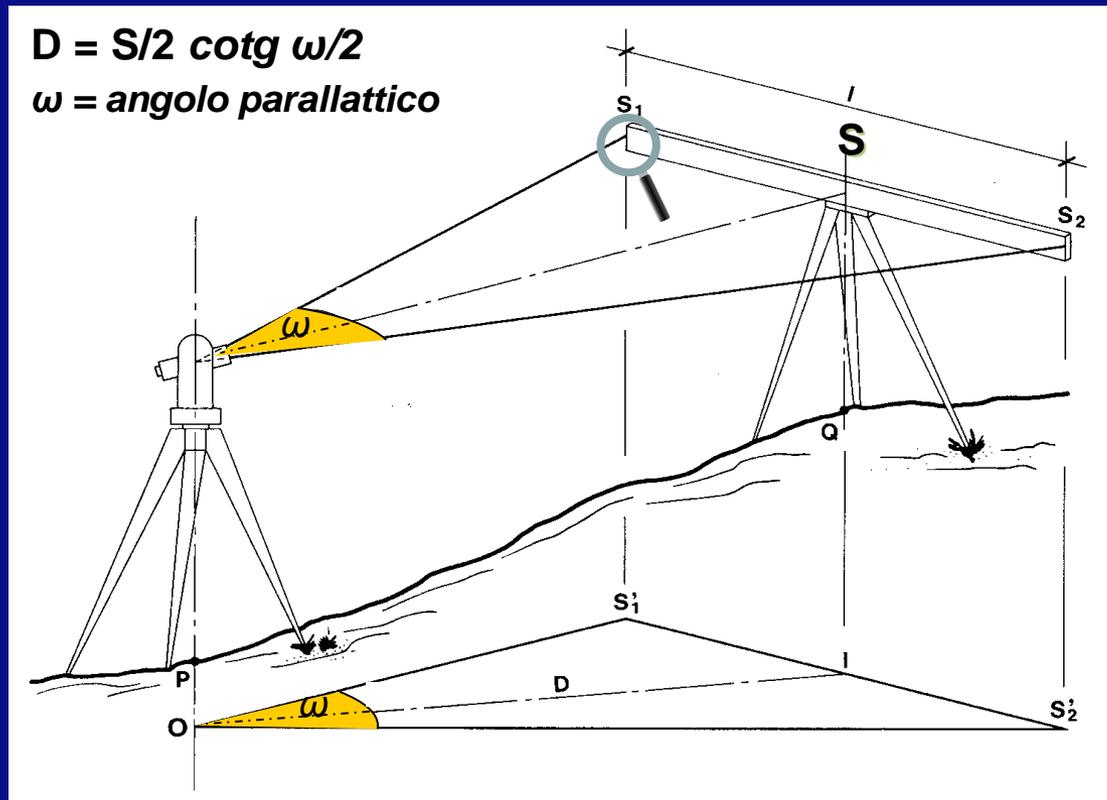
- 1) AD ANGOLO PARALLATTICO VARIABILE**
- 2) AD ANGOLO PARALLATTICO COSTANTE**

Rispettivamente, a stadia verticale e a stadia orizzontale

MISURA DELLE DISTANZE CON STRUMENTI OTTICO-MECCANICI (DESUETA A SEGUITO DELL'AVVENTO DELLE TECNOLOGIE ELETTRONICHE)

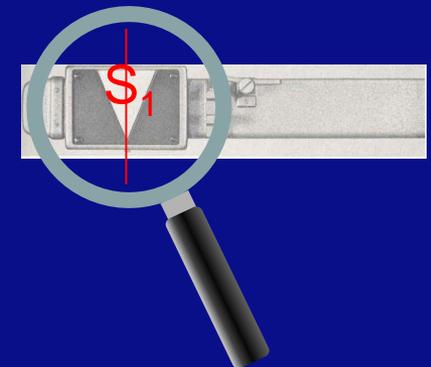
ESEMPIO 1

Metodo ad angolo parallattico variabile e stadia orizzontale



Stadia orizzontale

Letture alla stadia

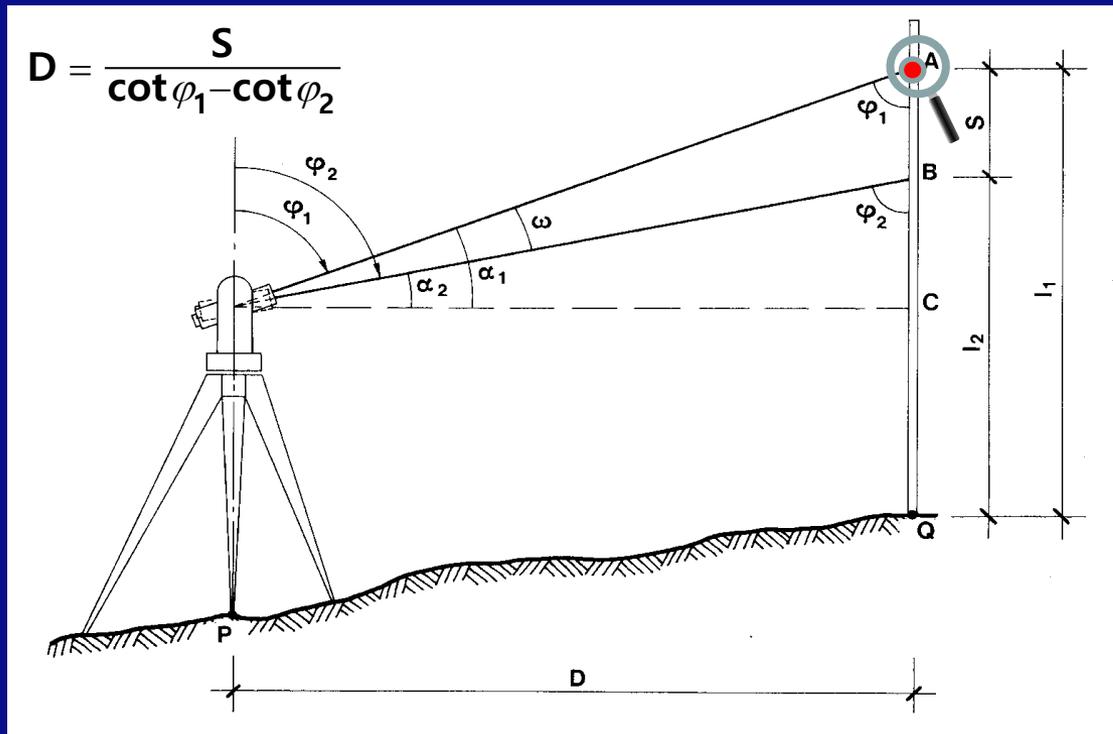


MISURA DELLE DISTANZE CON STRUMENTI OTTICO-MECCANICI (DESUETA A SEGUITO DELL'AVVENTO DELLE TECNOLOGIE ELETTRONICHE)

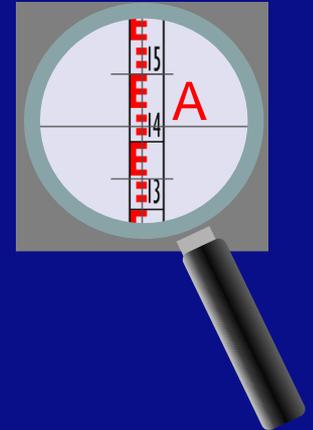
ESEMPIO 2

Metodo ad angolo parallattico variabile e stadia verticale

Stadia
verticale



Lettura alla stadia

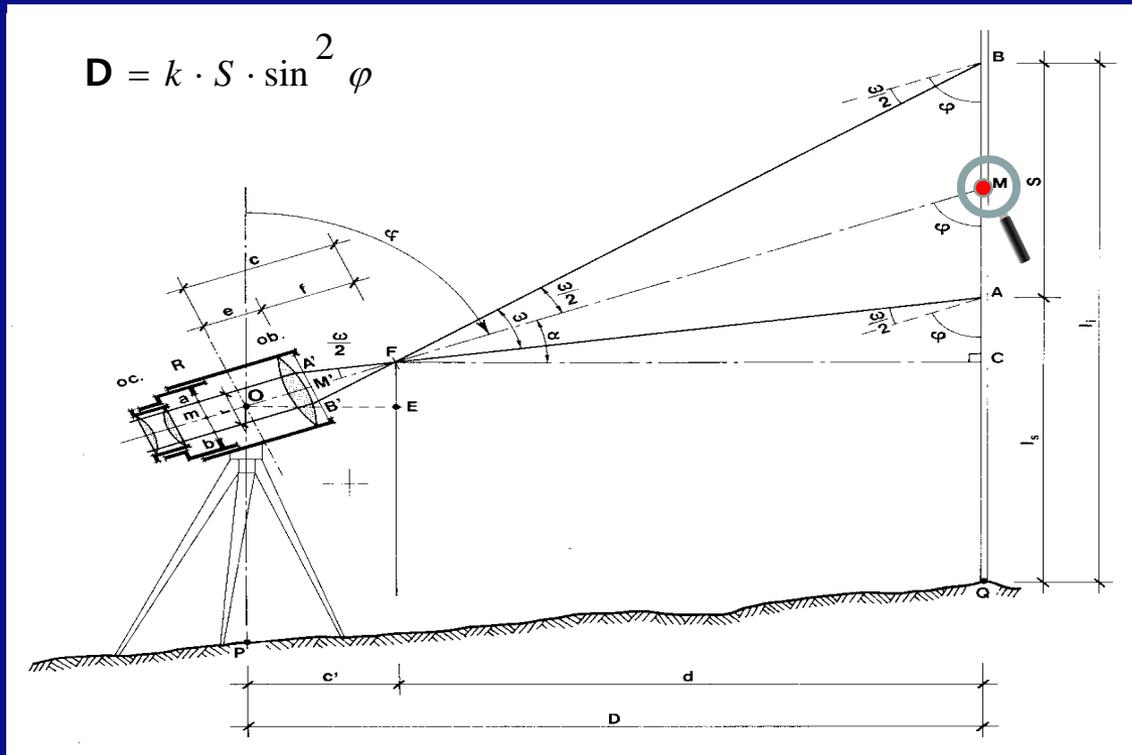


MISURA DELLE DISTANZE CON STRUMENTI OTTICO-MECCANICI (DESUETA A SEGUITO DELL'AVVENTO DELLE TECNOLOGIE ELETTRONICHE)

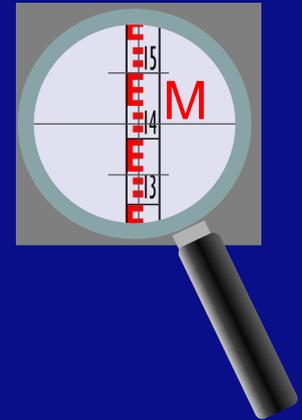
ESEMPIO 3

Metodo ad angolo parallattico costante e stadia verticale

Stadia
verticale



Lettura alla stadia



IL RILEVAMENTO

Il rilevamento topografico di una porzione di superficie fisica terrestre consiste in un insieme di operazioni mediante le quali viene definita la posizione plano-altimetrica (coordinate) di tutti i punti necessari a fornirne una corretta descrizione geometrica.

IL RILEVAMENTO TOPOGRAFICO PUÒ ESSERE:

- ▶ **PLANIMETRICO**
- ▶ **ALTIMETRICO**

RILEVAMENTO PLANIMETRICO

QUANDO SI VOGLIONO UNICAMENTE DEFINIRE LE POSIZIONI RECIPROCHE DEI PUNTI DEL TERRENO PROIETTATI SU UNA SUPERFICIE DI RIFERIMENTO ADEGUATA

RILEVAMENTO ALTIMETRICO

QUANDO INTERESSA UNICAMENTE DEFINIRE LE QUOTE DEI PUNTI DEL TERRENO, OSSIA LE RISPETTIVE DISTANZE DALLA SUPERFICIE DI RIFERIMENTO CONSIDERATA

IL RILEVAMENTO È FINALIZZATO A DEFINIRE ESSENZIALMENTE DUE CATEGORIE DI PUNTI

1

**PUNTI DI INQUADRAMENTO
(PUNTI DI APPOGGIO)**

2

PUNTI DI DETTAGLIO

PUNTI DI INQUADRAMENTO (PUNTI DI APPOGGIO)

Sono anche detti **punti trigonometrici** o punti di appoggio e nel loro insieme **formano una rete (rete di inquadramento)**, che costituisce la struttura portante delle successive fasi del rilievo.

Generalmente i punti di inquadramento sono in numero abbastanza limitato, omogeneamente distribuiti in tutta la zona da rilevare. Essi vengono individuati in posti che ne consentano una buona visibilità in un vasto raggio.

Vanno scelti con cura e rilevati con notevole precisione.

PUNTI DI DETTAGLIO

Sono i punti ritenuti **necessari per fornire una corretta descrizione di tutti i particolari** morfologici del territorio.

Le operazioni di misura e di calcolo adottate per questa categoria di punti sono notevolmente più semplici di quelle impiegate per il rilievo dei punti di appoggio.

LE OPERAZIONI DI RILEVAMENTO TOPOGRAFICO SI SVILUPPANO ATTRAVERSO TRE DIVERSE FASI

1 **PROGETTAZIONE DELLA RETE**

2 **OPERAZIONI DI CAMPAGNA**

3 **OPERAZIONI DI CALCOLO**

FASI DEL RILEVAMENTO

1

PROGETTAZIONE DELLA RETE

- **Sopralluogo**
- **Scelta dei punti di inquadramento**
- **Materializzazione dei punti**
- **Scelta delle grandezze da misurare (angoli e distanze) e degli strumenti da utilizzare**

FASI DEL RILEVAMENTO

2

OPERAZIONI DI CAMPAGNA

- **Misura delle grandezze**
- **Controlli di congruenza, al fine di evitare la presenza di errori grossolani**



FASI DEL RILEVAMENTO

2 EIDOTIPO

Prima di iniziare il lavoro di campagna è necessario effettuare un sopralluogo sul terreno da rilevare, in modo da conoscere le sue caratteristiche morfologiche, sia planimetriche che altimetriche, e altri elementi rappresentativi quali fabbricati, corsi d'acqua, strade, ecc. Si procede quindi ad eseguire uno **schizzo** del terreno, approssimativamente in scala, detto **eidotipo**, sul quale vengono riportati tutti gli elementi prima indicati, che potranno essere necessari o utili nella successiva fase di misurazione.

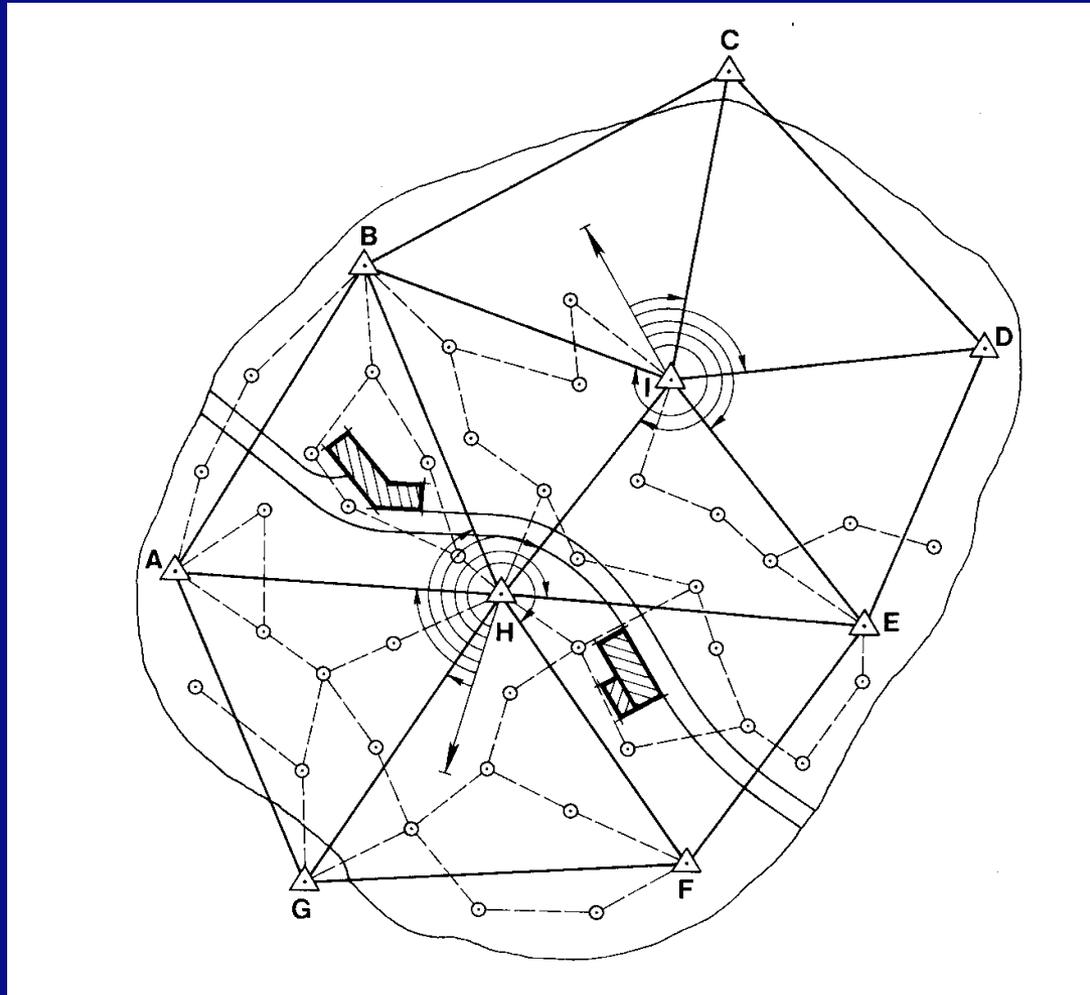
FASI DEL RILEVAMENTO

3

OPERAZIONI DI CALCOLO

- Uso di programmi specifici di calcolo i cui risultati devono fornire le medie stimate delle coordinate dei punti rilevati**

RILIEVO DI GRANDI ESTENSIONI DI TERRITORIO



METODI PER IL RILIEVO PLANIMETRICO DEI PUNTI DI APPOGGIO

1

RILIEVO PER TRIANGOLAZIONE

2

RILIEVO PER TRILATERAZIONE

3

RILIEVO PER POLIGONAZIONE

4

RILIEVO PER INTERSEZIONE

METODI PER IL RILIEVO PLANIMETRICO DEI PUNTI DI APPOGGIO

1

RILIEVO PER TRIANGOLAZIONE

La **triangolazione** è un metodo di rilevamento del terreno introdotto dal geodeta olandese Snellius nel 1617 e consiste nel collegare i punti scelti sul terreno fino a formare un **insieme di triangoli** aventi a due a due un lato in comune.

Le misure, volte alla determinazione delle coordinate planimetriche dei vertici dei triangoli, vengono eseguite di norma con grande precisione e con l'impiego del teodolite. Di ogni triangolo vengono misurati tutti gli angoli e calcolata altresì la misura di almeno uno dei lati.

2

RILIEVO PER TRILATERAZIONE

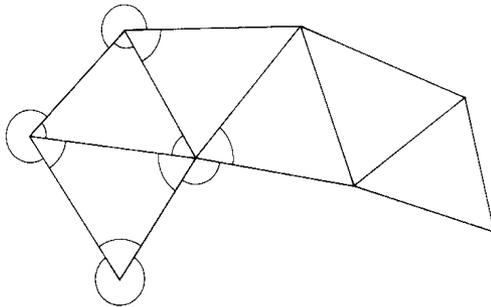
La **trilaterazione**, come la triangolazione, consiste nel collegare idealmente una serie di punti nel terreno formando una rete di triangoli adiacenti, ma, diversamente dalla triangolazione, si avvale della misura dei lati per la determinazione delle coordinate.

RILIEVO DI GRANDI ESTENSIONI DI TERRITORIO

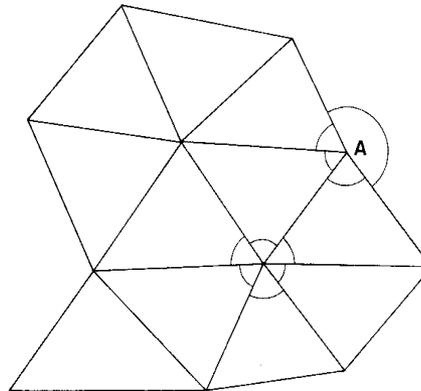
TRIANGOLAZIONI

Reti continue

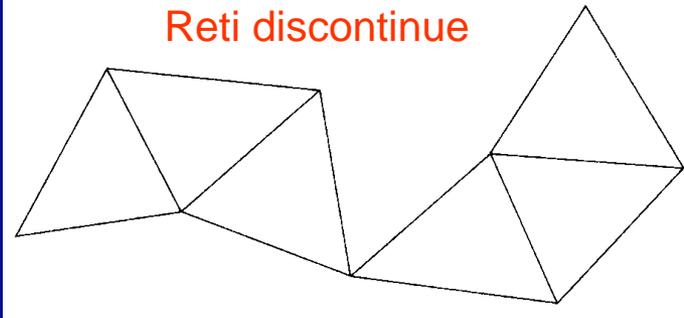
a catena



a rete



Reti discontinue



Se i triangoli sono collegati fra loro in modo univoco, cioè da un triangolo si passa al successivo attraverso uno ed un solo lato comune, la triangolazione si dice **a catena**; essa è caratterizzata dalla notevole estensione in lunghezza e dalle molteplici forme articolate che può assumere, sempre in dipendenza dal tipo di rilievo da effettuare.

Se invece da un triangolo si può accedere agli altri triangoli attraverso più vie, la triangolazione si dice **a rete**

TRIANGOLAZIONI GEODETICHE E TOPOGRAFICHE

LA RETE GEODETICA ITALIANA

Le triangolazioni sono diversamente classificabili in base alla lunghezza dei lati dei triangoli.

Se tale lunghezza è superiore a 10 km la triangolazione è di tipo **geodetico**.

Le triangolazioni con sviluppo della misura dei lati inferiore a 10 km sono invece di **tipo topografico**.

L'**Istituto Geografico Militare Italiano (IGM, oggi IGMI)** è l'Organo dello Stato che – per scopi civili e militari - ha costruito la rete triangolare d'appoggio estesa all'intera Italia (**Rete geodetica italiana**), determinando le coordinate dei vertici dei triangoli (**vertici trigonometrici**).

TRIANGOLAZIONI GEODETICHE E TOPOGRAFICHE

LA RETE GEODETICA ITALIANA

La rete geodetica classica consta di circa 20.000 vertici trigonometrici suddivisi in quattro ordini ed uniformemente distribuiti sul territorio nazionale italiano con una interdistanza media di circa 5 km.

I vertici di I ordine costituiscono la rete d'inquadramento fondamentale. Tali vertici, distanti fra loro circa 30 km, furono calcolati principalmente con misure angolari e con poche misure di distanza (dette "basi").

Da tale rete, la cui istituzione è iniziata praticamente con l'unità d'Italia e la cui prima determinazione si è conclusa nel 1919, sono derivate le altre reti storiche nazionali, quale quella del Catasto (altro Organo cartografico dello Stato).

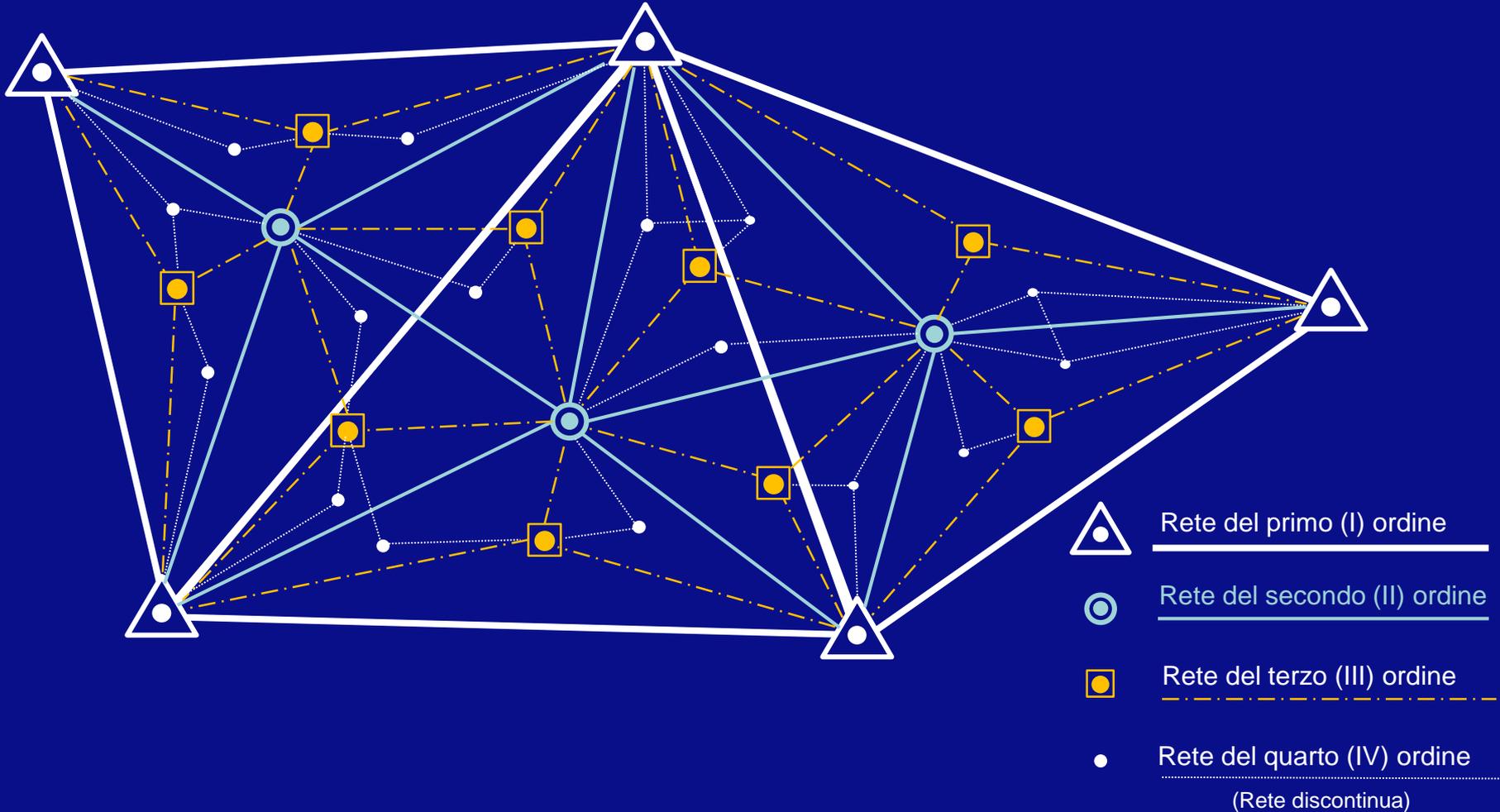
TRIANGOLAZIONI GEODETICHE E TOPOGRAFICHE

LA RETE GEODETICA ITALIANA

All'interno della rete di primo ordine, appoggiandosi a due vertici, è stata sviluppata la rete di II ordine da cui, con lo stesso procedimento, sono state ottenute le reti di ordine successivo.

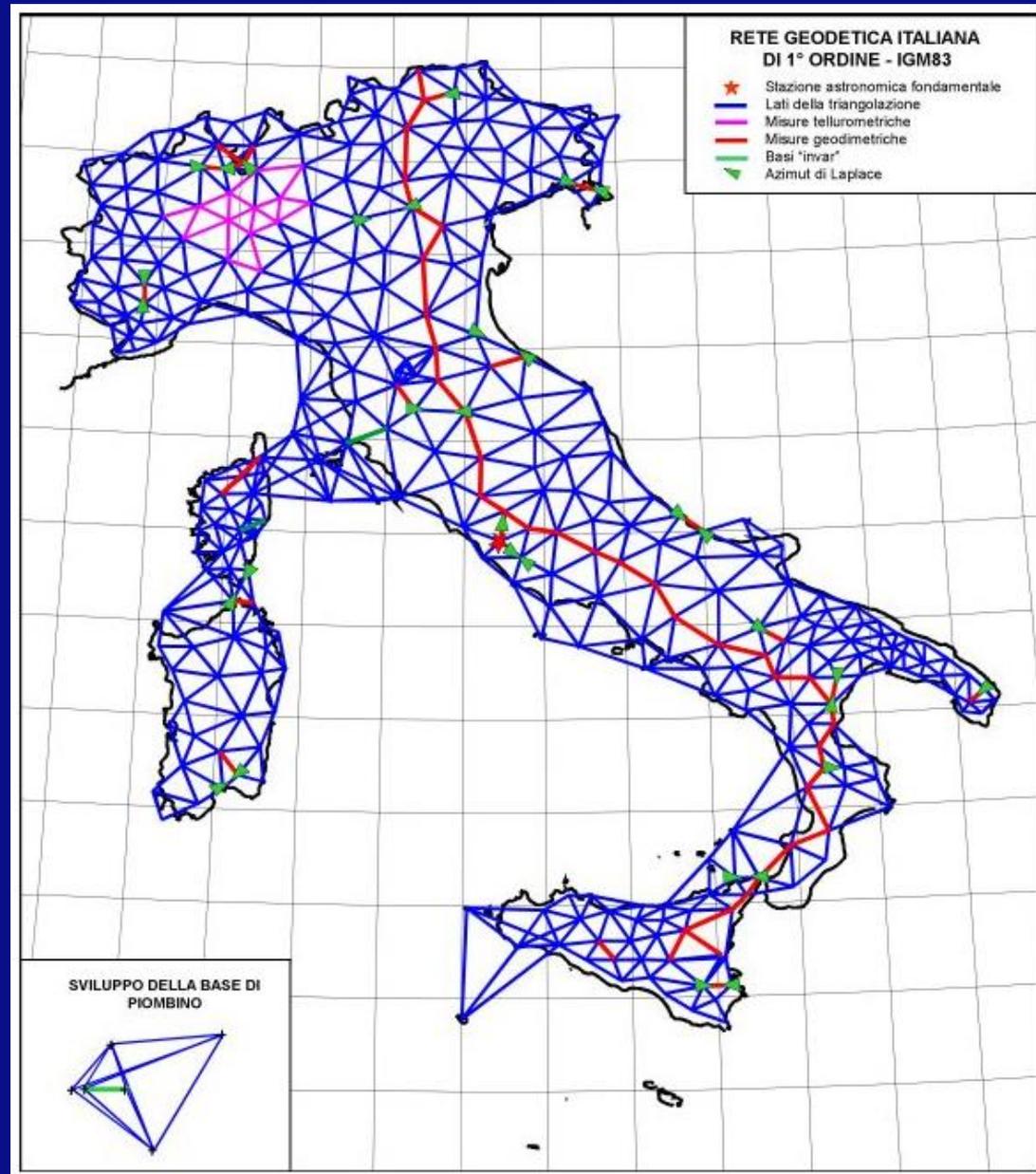
Molti vertici della rete di IV ordine dell'IGMI fanno parte della rete catastale come vertici a volte anche di dettaglio. Le relative coordinate derivano da misure eseguite autonomamente dal Catasto e risultano quindi in genere differenti da quelle calcolate dall'IGMI.

TRIANGOLAZIONI DELL'IGMI RETI DAL 1° AL 4° ORDINE



LA RETE GEODETICA ITALIANA DEL PRIMO ORDINE

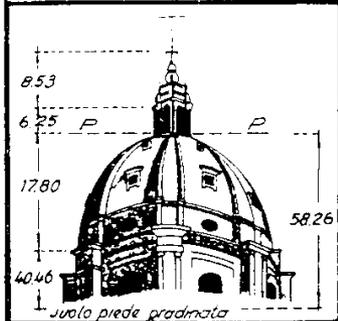
Di ognuno dei vertici della rete esistono le monografie che ne illustrano le caratteristiche del punto di misurazione (ai fini del suo inquadramento nel territorio), le coordinate geografiche piane e la quota.



MONOGRAFIA DI UN VERTICE DELLA RETE DI DI I ORDINE

ESEMPIO

Comando Regione Militare Nord-Ovest - Torino Staz. C.C. Torino Comune Torino (Prov.) Proprietario Demanio				Punti Collegati								
() Cupola della Basilica di Superga. Asse geometrico della lanterna sulla cupola. FCP: Segno con vernice indelebile sulla copertura dello spigolo Nord della balaustra sovrastante il frontone. Le differenze delle coordinate dal CT al FCP sono: $\Delta N = -3,50$; $\Delta E = -31,04$.				O	N°	Nome						
						056206						
Coordinate geografiche		SUPERGA (Basilica)		Ord. I N.056206		MS		Lavori eseg.		mod. A1/31	V° delle scree mod. A1/19 mod. A1/20	
φ	ω	45°04'48",308 -4°41'03",307				1877	SG		1			
Coordinate Gauss-Boaga		Ord. I N.056206		1908		ST,D,Q			1			
N	E							4 992 678,14 1 403 036,83			
Quota al PP H= 727,35		988G/2		RT,Q			1					
PP= Base lanterna						1780		5826				
TRIG. Nome		Ord. F° N°		Sg								
SUPERGA (Basilica)		I 056 ● 206		MFV877D908Q988								



MONOGRAFIA DI UN VERTICE DELLA RETE DI DI II ORDINE

ESEMPIO

Anno di accertamento

N ^o	140156	Comando Militare della Regione Centrale-Roma Stez. C.C. Penne Comune Penne (Prov. Pescara) Proprietario Benvenuta Ida, salita del Castello n.25 Penne.									
N ^o	140156	MONOGRAFIA (1960) Segnale sul tetto del fabbricato sito in salita del Castello n.25. Centrino di fondo sul colmo tetto con soprastante pilastrino in mattoni.									
mod. 201/5 - AR I.G.M.											
N ^o	140156	Coordinate geografiche									
		φ	ω								
N ^o	140156	42°27'35",903	+1°28'18",346								
N ^o		Coordinate Gauss-Boaga									
		N	E								
N ^o	140156	4 701 493,20	2 431 536,26								
N ^o	140156	Quota al PP H = 481,38									
N ^o	140156	PP = Colmo tetto									
											
		Nome PENNE (Castello) N ^o = 140156 O = II									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>TRIG Nome</th> <th>Ord</th> <th>F^o</th> <th>N^o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PENNE (Castello)</td> <td>II</td> <td>140</td> <td>156</td> </tr> </tbody> </table>		TRIG Nome	Ord	F ^o	N ^o	PENNE (Castello)	II	140	156
TRIG Nome	Ord	F ^o	N ^o								
PENNE (Castello)	II	140	156								

N. punto trigonometrico

Riferimenti alla Carta d'Italia in scala 1:100 000

INDIVIDUAZIONE DEI VERTICI TRIGONOMETRICI

I vertici trigonometrici (geodetici) sono individuati sul terreno mediante segnali permanenti e riconoscibili (centrini metallici) e spesso protetti mediante appositi manufatti (pilastrini)



Il catalogo dei vertici trigonometrici nazionali può essere consultato all'indirizzo:

<http://www.igmi.org/geodetica/>

del Servizio Geodetico Nazionale dell'IGMI (Istituto Geografico Militare Italiano)

TRIANGOLAZIONI GEODETICHE E TOPOGRAFICHE

LA RETE GEODETICA ITALIANA IGM95

Alla fine del secolo scorso, l'IGMI ha completato la realizzazione di un importante progetto strategico relativo all'istituzione e alla determinazione di una **nuova rete geodetica fondamentale**, anch'essa uniformemente distribuita sull'intero territorio, **denominata IGM95**. La nuova rete è stata interamente determinata con l'impiego di tecniche differenziali GPS (*) ed è inquadrata nel sistema convenzionale ETRS89, in particolare nella realizzazione ETRF2000, per mezzo della Rete Dinamica Nazionale; essa risulta inoltre collegata alle reti "classiche" di triangolazione e livellazione.

La rete IGM95 consta ad oggi di oltre 2.000 punti caratterizzati da elevata precisione ed aventi una interdistanza media di circa 20 km. E' attualmente in corso un raffittimento, realizzato in collaborazione con le Regioni, che porterà ad una densità media di un punto ogni 7 km.

(*) Trattate in apposito capitolo

LA RETE GEODETICA IGM95



METODI PER IL RILIEVO PLANIMETRICO DEI PUNTI DI APPOGGIO

3

RILIEVO PER POLIGONAZIONE

La **poligonazione** è un metodo di rilievo dei punti di appoggio tra i più utilizzati, sia perché di facile e relativamente veloce esecuzione, sia perché la cosiddetta "compensazione" degli errori è semplice e precisa. Essa consiste nel collegare i punti da rilevare in modo da costituire una spezzata, detta "**poligonale**", della quale si misurano tutti i lati e tutti gli angoli.

METODI PER IL RILIEVO PLANIMETRICO DEI PUNTI DI APPOGGIO

3

RILIEVO PER POLIGONAZIONE

LE POLIGONALI SI DISTINGUONO IN:

➤ **Poligonale chiusa**

Quando il primo e l'ultimo vertice della poligonale coincidono

➤ **Poligonale aperta**

Quando il primo e l'ultimo vertice della poligonale non coincidono.

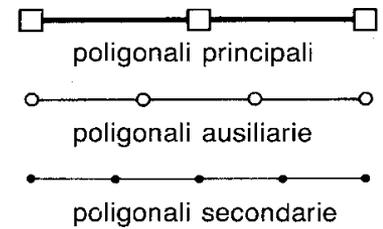
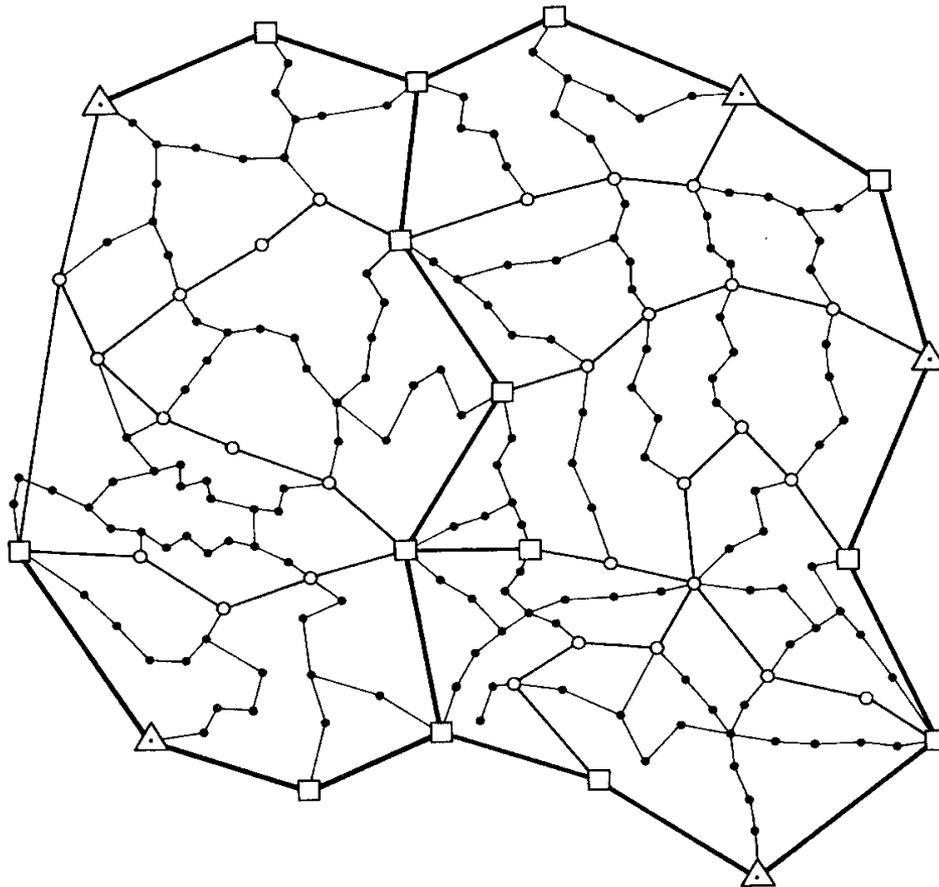
Le poligonali aperte a loro volta si distinguono in:

- 1) Poligonale aperta semplice
- 2) Poligonale aperta ad estremi vincolati

La poligonale aperta ad estremi vincolati è così chiamata perché il primo e l'ultimo vertice sono "appoggiati" a vertici trigonometrici noti, affinché sia possibile ed efficace la "compensazione".

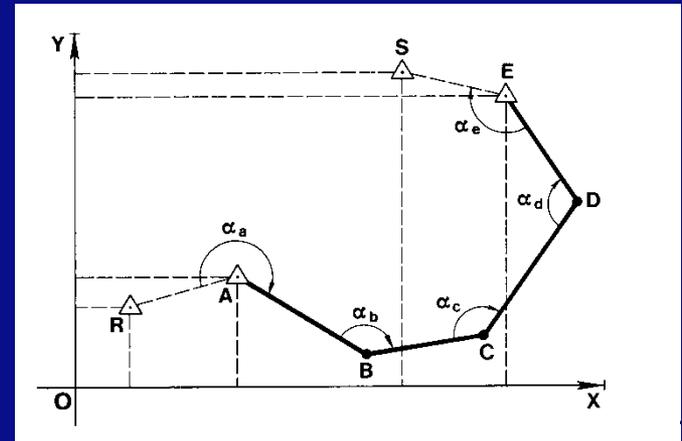
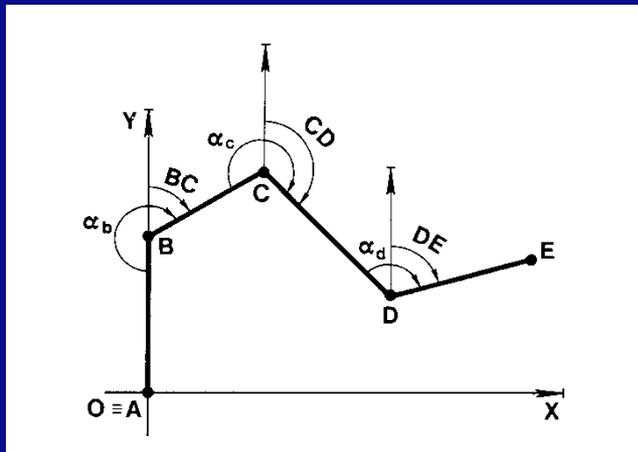
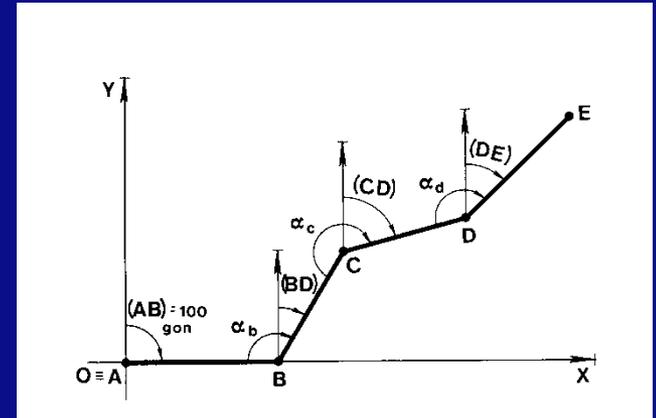
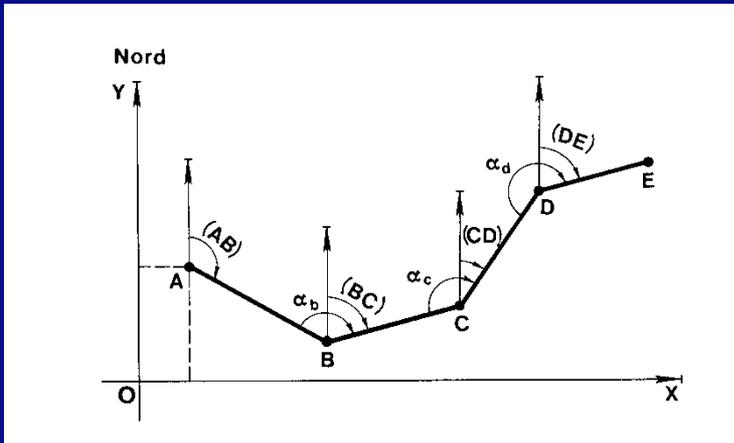
RETI POLIGONALI

ESEMPIO



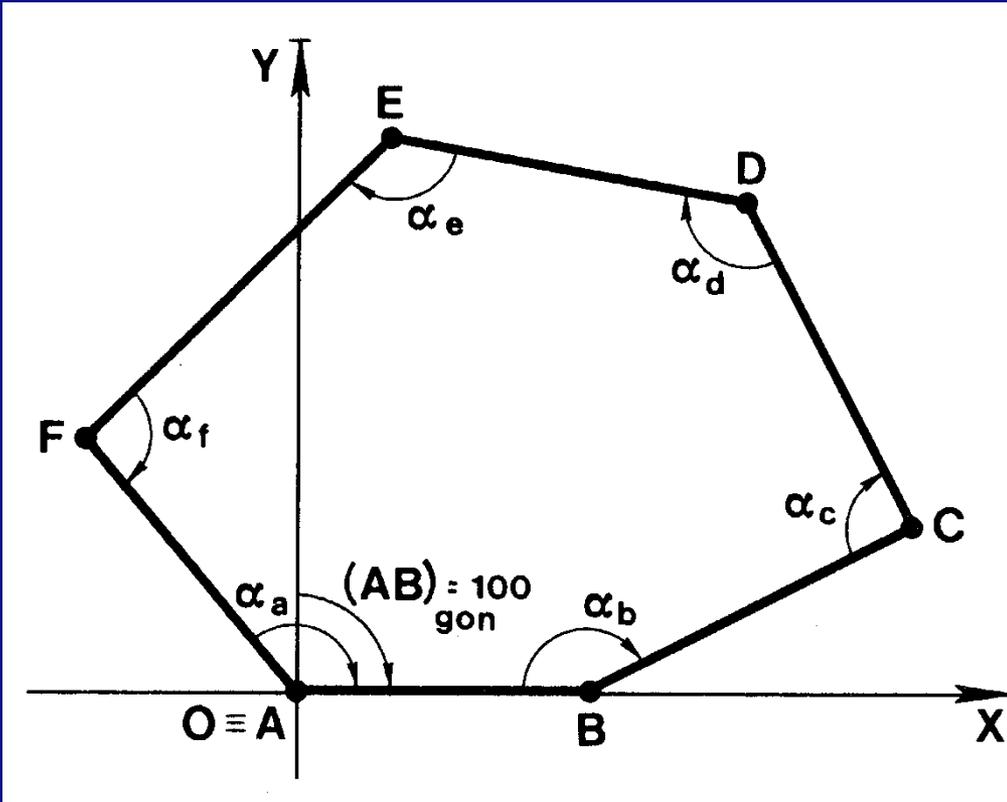
POLIGONALI

Esempi di poligoni aperte



POLIGONALI

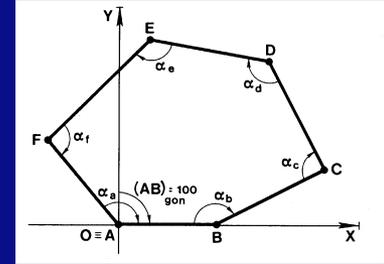
Poligonale chiusa



Nelle poligonali chiuse è possibile effettuare la «compensazione» **angolare** e quella **lineare**

POLIGONALI

Compensazione angolare di una poligonale chiusa



In una poligonale chiusa, che in pratica si riduce ad un poligono, è possibile eseguire la compensazione delle misure angolari.

Infatti, in un poligono di lati pari a n , la somma degli angoli interni α risponde alla regola geometrica:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = (n - 2) \cdot \pi$$

Se questa condizione non è verificata si ha un "errore di chiusura angolare" δ pari a:

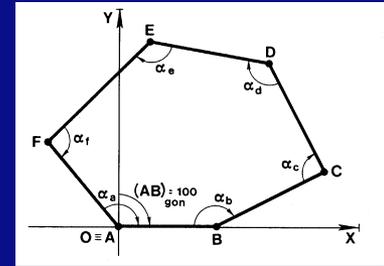
$$\delta = \sum_{i=1}^n \alpha_{i,m} - (n - 2) \cdot \pi$$

Essendo $\alpha_{i,m}$ l'angolo misurato.

La compensazione angolare si effettua ripartendo su ogni angolo la quantità $-(\delta/n)$

POLIGONALI

Compensazione lineare di una poligonale chiusa



Una volta compensati gli angoli si procede alla determinazione delle "coordinate parziali" e totali della poligonale stessa. Generalmente si pone l'origine degli assi cartesiani coincidente con il primo vertice della poligonale e l'asse delle ascisse con il primo lato.

Per la verifica "laterale", le somme algebriche delle coordinate parziali devono essere nulle, altrimenti si è in presenza di un errore di chiusura laterale in ascissa $\delta(x)$ e in ordinata $\delta(y)$: ciò significa che attraverso il calcolo della poligonale il poligono non si chiude, ovvero, l'ultimo punto non coincide con il primo, ma risulta spostato di una certa quantità in x e in y.

L'errore di chiusura laterale è definito dal segmento $\delta(L)$, che è pari a:

$$\delta(L) = \sqrt{\delta(x)^2 + \delta(y)^2}$$

La compensazione laterale (lineare) si effettua ripartendo sui lati l'errore complessivo $\delta(L)$ in parti proporzionali alle lunghezze di ciascuno di essi.

METODI PER IL RILIEVO PLANIMETRICO DEI PUNTI DI APPOGGIO

4

RILIEVO PER INTERSEZIONE

Le intersezioni sono operazioni che permettono di determinare la posizione di punti isolati - trasformandoli in vertici trigonometrici - sempre appoggiandosi a punti trigonometrici noti.

Tali operazioni hanno pertanto lo scopo di ampliare la rete di appoggio.

Le intersezioni vengono impiegate anche per il rilievo di dettaglio.

METODI PER IL RILIEVO PLANIMETRICO DEI PUNTI DI APPOGGIO

4

RILIEVO PER INTERSEZIONE

Le intersezioni sono classificate in:

Intersezioni dirette

Intersezioni inverse

In avanti

Laterali

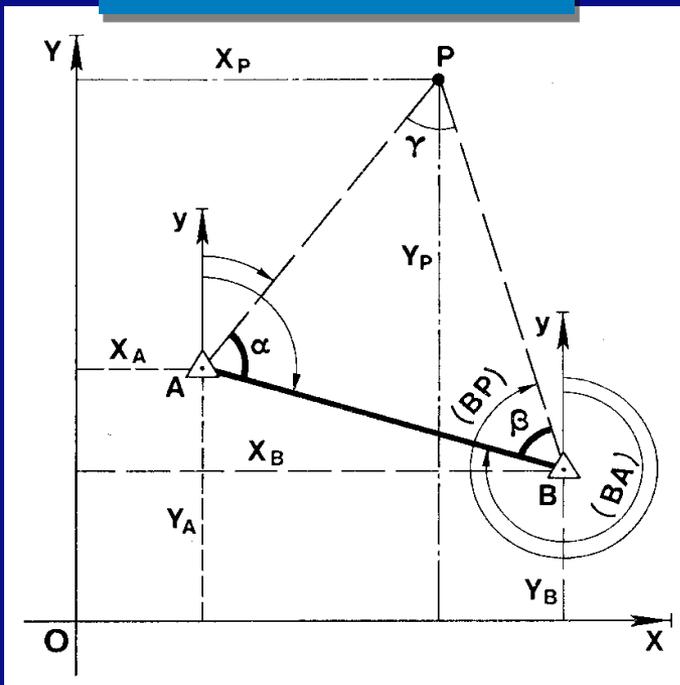
Le intersezioni sono poi dette:

- **Semplici**: quando il numero degli elementi misurati è strettamente sufficiente
- **Multiple**: quando il numero degli elementi misurati è maggiore dello stretto necessario

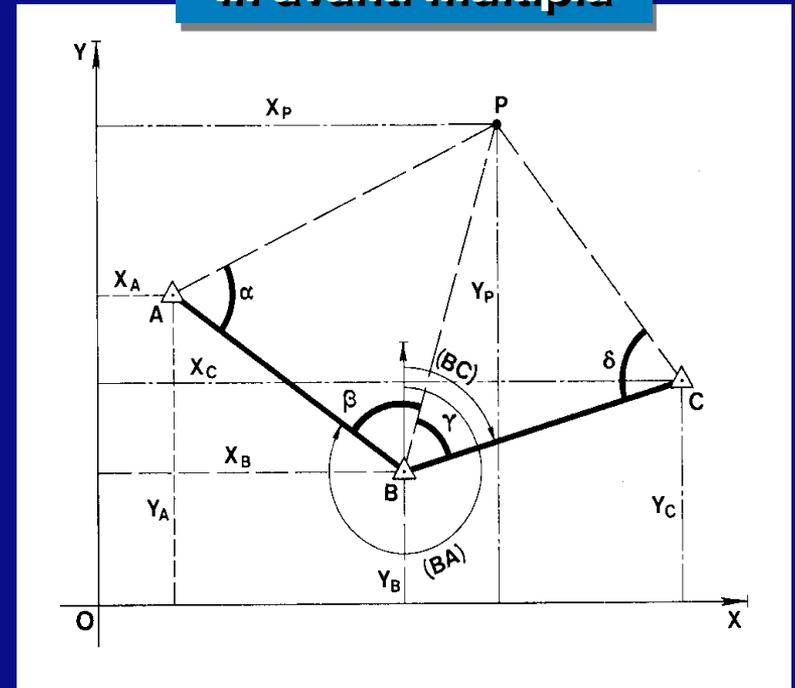
INTERSEZIONE IN AVANTI

L'intersezione in avanti viene usata per determinare le coordinate di un punto P isolato, ma visibile da due punti A e B di coordinate note, reciprocamente visibili. Viene usata perlopiù quando il punto isolato P da determinare è inaccessibile.

In avanti semplice



In avanti multipla

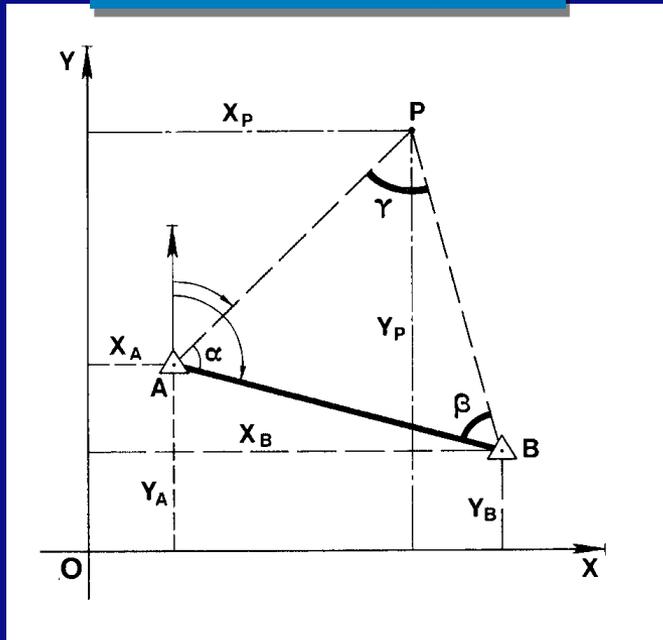


In neretto: grandezze note o misurate

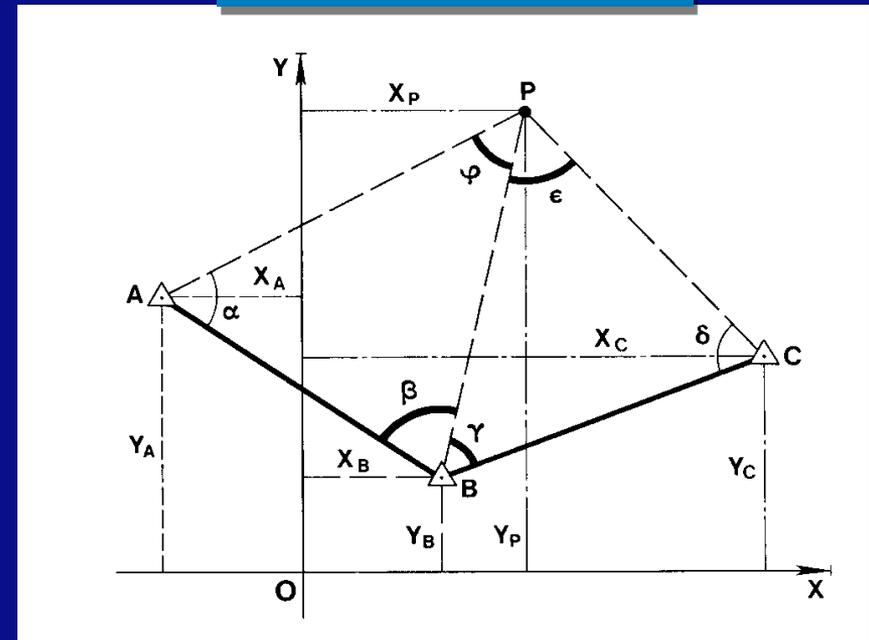
INTERSEZIONE LATERALE

L'intersezione laterale (o mista) viene usata per determinare le coordinate di un punto P isolato, disponendo di due punti A e B di coordinate note, ma non necessariamente reciprocamente visibili. Uno dei due angoli da misurare (γ) è quello in corrispondenza del punto incognito P che, pertanto, deve essere accessibile; l'altro angolo viene misurato in A o in B.

Laterale semplice



Laterale multipla

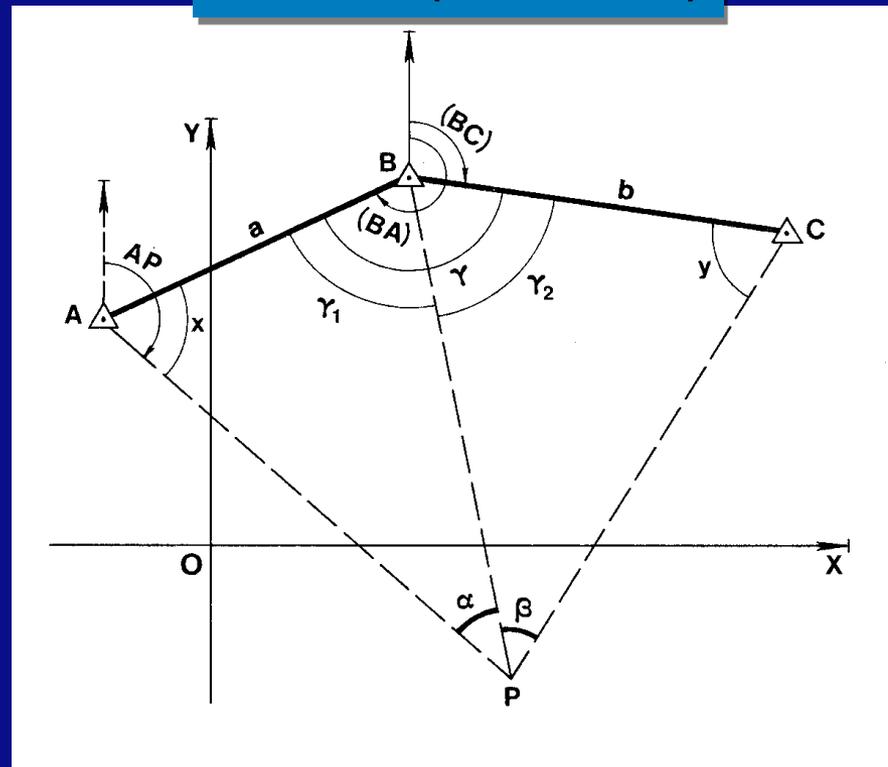


In neretto: grandezze note o misurate

INTERSEZIONE INVERSA

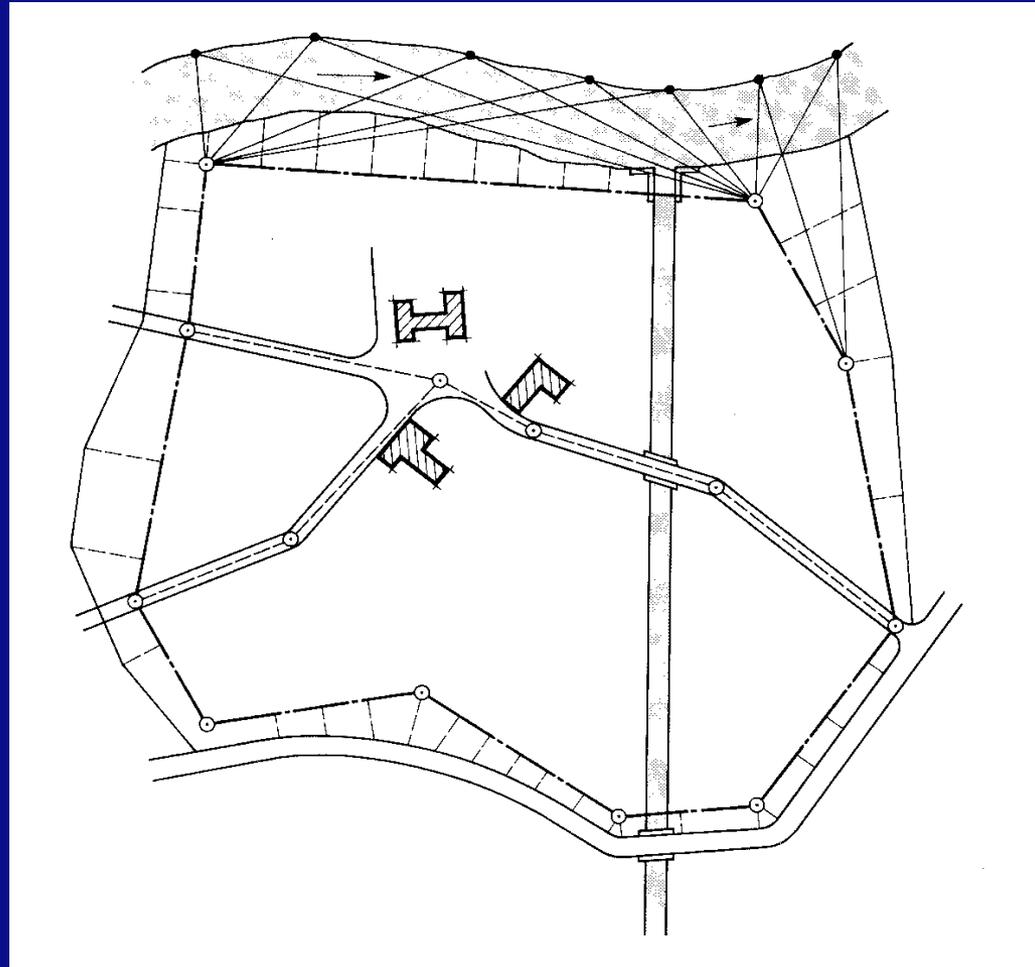
L'intersezione inversa viene utilizzata quando si conosce la posizione planimetrica di tre punti e si vuole determinare la posizione di un quarto punto (in cui si staziona), misurando da esso gli angoli formati dalle direzioni che vanno ai punti noti.

Inversa (all'indietro)



In neretto: grandezze note o misurate

RILIEVO DI ESTENSIONI DI TERRENO MEDIO-PICCOLE



RILIEVO DI DETTAGLIO

I metodi di rilievo planimetrico di dettaglio utilizzati nella pratica professionale sono numerosi.

Negli ultimi anni tuttavia, l'evoluzione della tecnologia ha portato a privilegiare, tra i metodi tradizionali, solo quelli che trovano effettivo riscontro pratico.

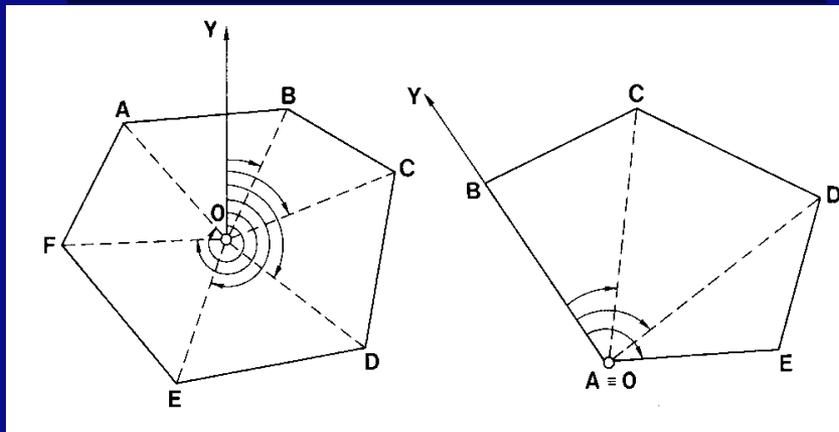
Tra i metodi che utilizzano tecnologie tradizionali, di fatto quelli di impiego più comune sono rappresentati dai seguenti:

- **Rilievo per coordinate polari (o bipolari)**
- **Rilievo per trilaterazione**
- **Rilievo per poligonazione**
- **Rilievo per coordinate cartesiane**

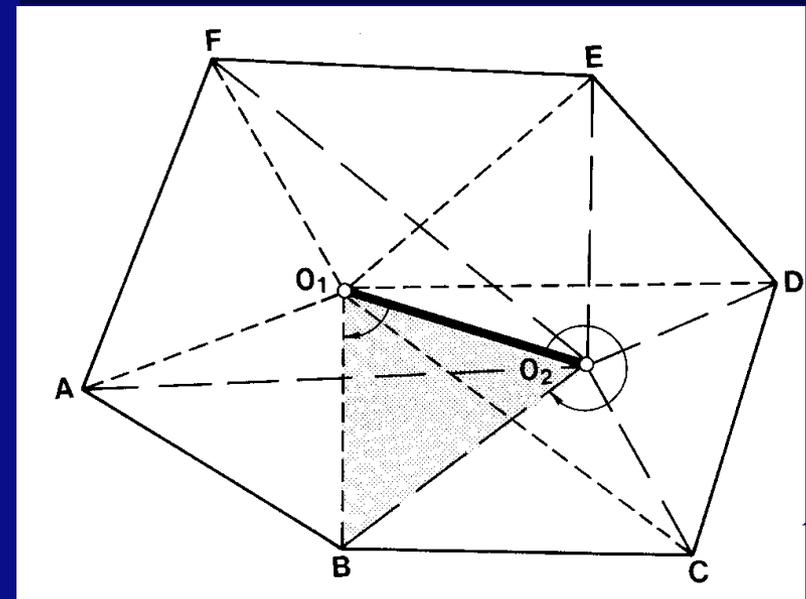
RILIEVO DI DETTAGLIO

Il **metodo per coordinate polari** (o irradiazione) o per coordinate bipolari è quello quasi esclusivamente impiegato nel rilievo dei particolari, per la rapidità e la semplicità operativa. Con tale metodo, di ciascun punto rilevato vengono misurate dal punto di stazione la distanza e la direzione (azimut o angolo al vertice).

Metodo per coordinate polari

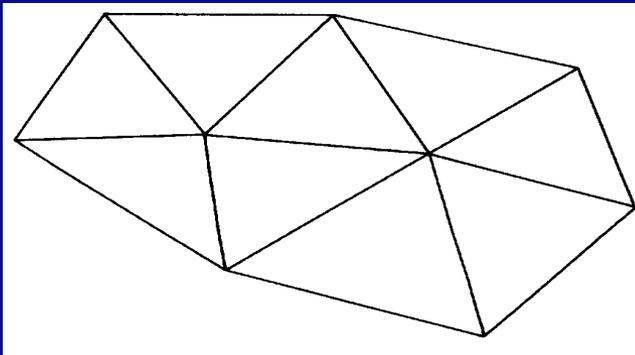
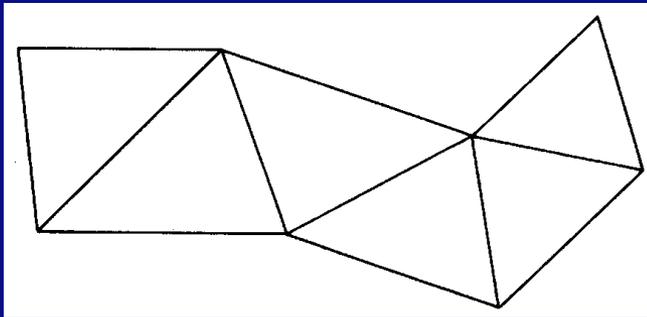


Metodo per coordinate bipolari

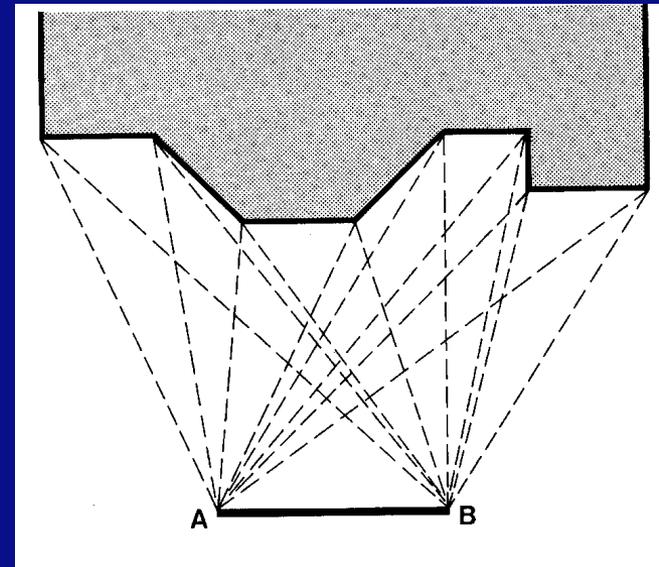


RILIEVO DI DETTAGLIO

Con il **metodo per trilaterazione** i punti da rilevare si collegano tra loro mediante una rete di triangoli di cui si misurano tutti i lati. Il numero delle misure effettuate deve essere sovrabbondante rispetto a quelle strettamente necessarie, in quanto le misure in più permettono di effettuare verifiche.



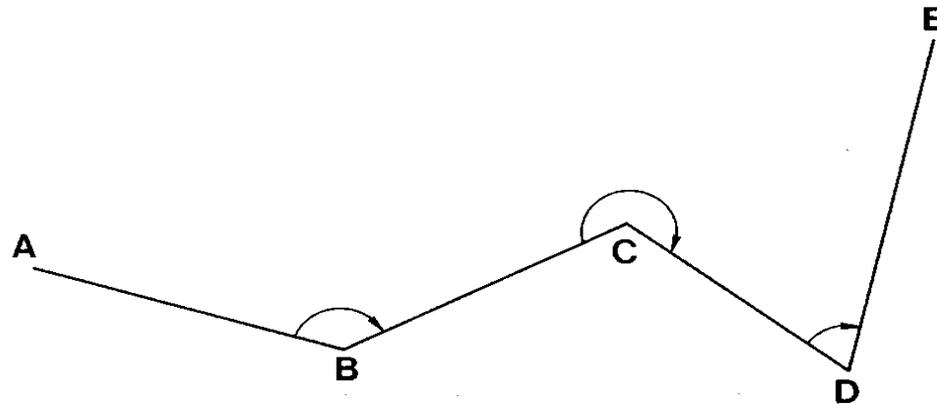
Metodo per trilaterazione



RILIEVO DI DETTAGLIO

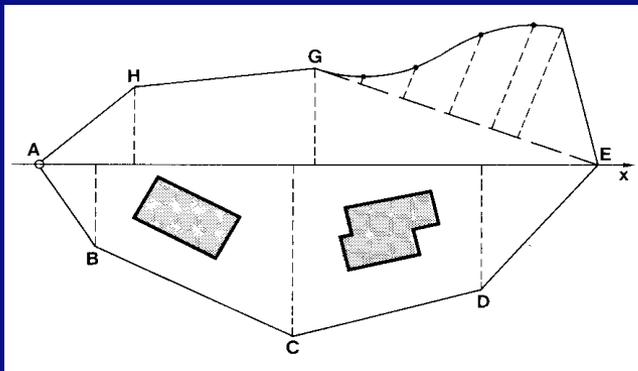
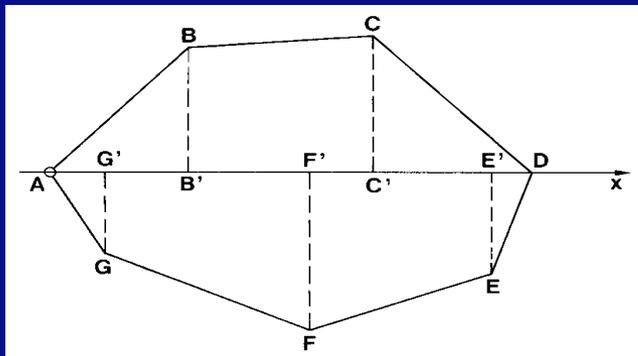
Nel **metodo per poligonazione (o camminamento)** i punti da rilevare sono collegati attraverso una spezzata di cui si misurano tutte le distanze e gli angoli nei vertici. Il sistema di riferimento più conveniente per il calcolo delle coordinate cartesiane dei punti della poligonale è quello che fa coincidere l'origine con il primo punto A e il semiasse positivo delle X con il primo lato AB.

Metodo per poligonazione (camminamento)

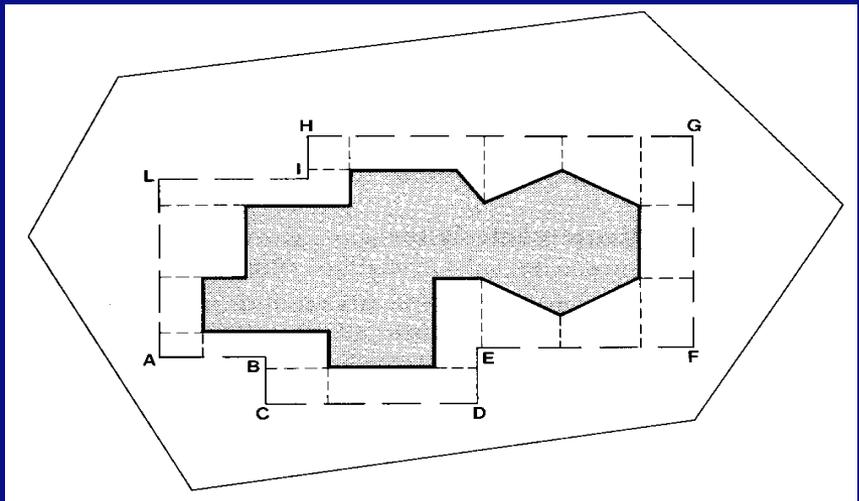


RILIEVO DI DETTAGLIO

Nel **metodo per coordinate cartesiane** I punti da rilevare sono riferiti ad un allineamento principale che si assume come asse delle ascisse e su di esso si sceglie opportunamente l'origine. Determinati quindi i piedi delle perpendicolari condotte dai punti all'allineamento principale, si misurano le lunghezze degli allineamenti secondari e le loro distanze dall'origine ottenendo così per ogni punto la coppia ascissa/ordinata.



Metodo per coordinate cartesiane



RILIEVO DI DETTAGLIO

Rilievo mediante Sistemi di Posizionamento Satellitare

RILIEVO ALTIMETRICO

LIVELLAZIONI

Nella Topografia classica **si misurano dislivelli e non quote.**

Le quote Q_B dei punti si ottengono a partire da un punto di quota nota Q_A (livello medio del mare calcolato mediante un mareografo), sommando algebricamente i dislivelli $\Delta_{A,B}$ misurati a partire da esso.

$$Q_B = Q_A + \Delta_{A,B}$$

RILIEVO ALTIMETRICO

LIVELLAZIONI

I dislivelli $\Delta_{A,B}$ (quote relative dei punti), vengono determinati mediante operazioni altimetriche dette livellazioni.

Nelle rilievo altimetrico, similmente al rilievo planimetrico, le livellazioni di precisione vengono effettuate realizzando una più o meno complessa rete di punti collegati altimetricamente, con misure ridondanti ai fini della compensazione degli errori.

LIVELLAZIONI

IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO IMPIEGATO, PER DETERMINARE I DISLIVELLI FRA DUE PUNTI LE LIVELLAZIONI POSSONO ESSERE COME DI SEGUITO CLASSIFICATE:

LIVELLAZIONI **A VISUALE OBBLIGATA** O GEOMETRICHE
(SI IMPIEGANO STRUMENTI QUALI I LIVELLI)

LIVELLAZIONI **A VISUALE LIBERA**, QUALI LE LIVELLAZIONI
TACHEOMETRICHE E TRIGONOMETRICHE
(SI IMPIEGANO I TEODOLITI O LE STAZIONI TOTALI)

LIVELLAZIONI **SENZA VISUALE**, QUALI LE LIVELLAZIONI
BAROMETRICHE E IDROSTATICHE

(Se ne trascurava la trattazione in quanto di bassa precisione: la barometrica, basata sull'impiego dell'altimetro-barometro e l'idrostatica basata sul principio dei vasi comunicanti).

LIVELLAZIONI GEOMETRICHE

Le **livellazioni geometriche** si eseguono utilizzando uno strumento appositamente concepito per queste operazioni: **il livello**.

Nel livello, il cannocchiale è fissato con precisione nella posizione di collimazione orizzontale (visuale obbligata).

Con l'uso di questo strumento non è necessario conoscere o misurare la distanza tra i due punti, né misurare angoli.

Ciò comporta procedure operative molto semplici e rapide, con conseguenti misure notevolmente precise (errori dell'ordine del mm/100m e anche inferiori).

LIVELLAZIONI GEOMETRICHE (A VISUALE OBBLIGATA)

IL LIVELLO

Livelli ottici

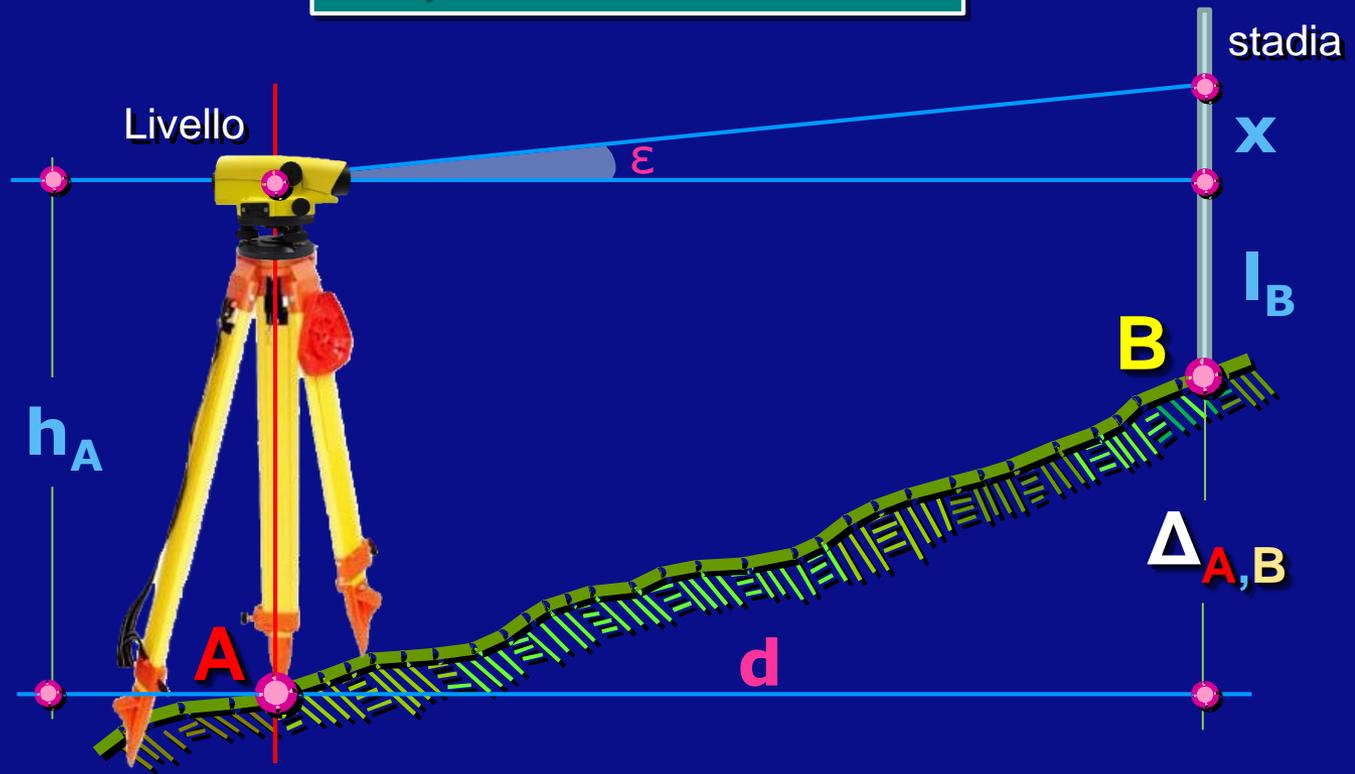


Livelli digitali



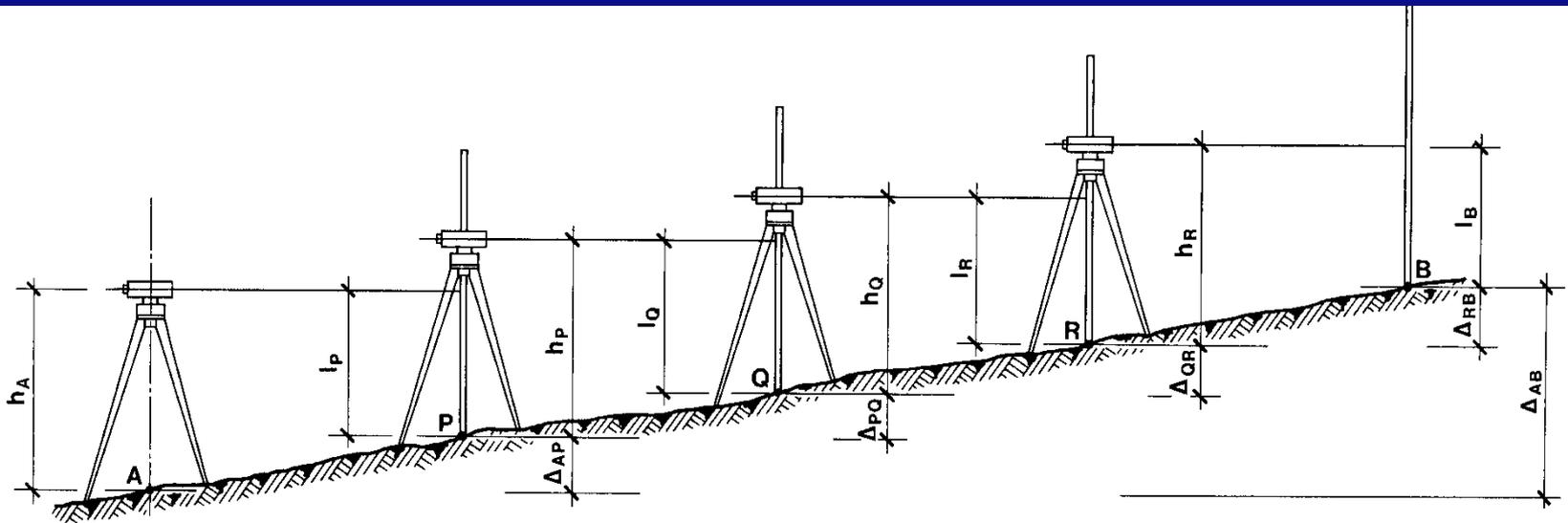
LIVELLAZIONE GEOMETRICA DA UN ESTREMO

$$\Delta_{A,B} = h_A - I_B \pm x$$



x è l'errore dovuto ad una non perfetta orizzontalità dell'asse di collimazione

LIVELLAZIONE COMPOSTA DA UN ESTREMO



Il dislivello è ottenuto dalla somma algebrica dei singoli dislivelli

LIVELLAZIONE GEOMETRICA DAL MEZZO

Nella livellazione geometrica dal mezzo, il livello viene collocato in un punto **M** intermedio tra i due estremi **A** e **B**.

Il dislivello viene misurato come differenza tra la lettura al filo medio sulla stadia posta sul primo estremo **A** (battuta indietro o controbattuta), e quella analoga eseguita sul secondo estremo **B** (battuta in avanti o battuta)

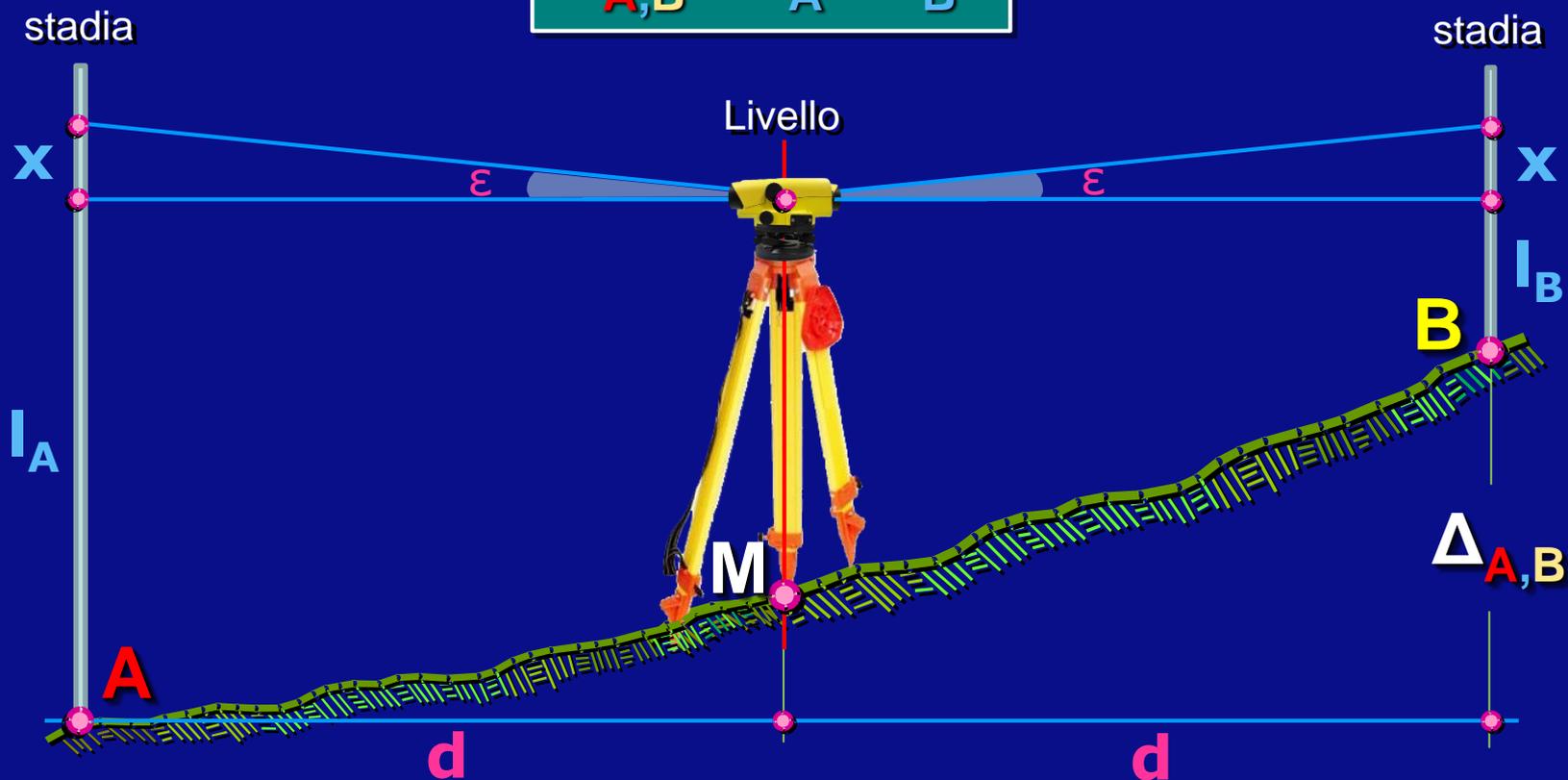
Tale metodo di livellazione consente di ottenere precisioni variabili da qualche millimetro fino a qualche decimo di millimetro (in relazione alla strumentazione usata)

Essa, inoltre, è anche la livellazione più rapida da eseguire, in quanto:

- non occorre misurare l'altezza strumentale (dunque prescindendo dalla incertezza della sua misura)
- si annullano (vengono compensati) gli errori di orizzontalità della linea di mira, della curvatura terrestre e della rifrazione atmosferica (per effetto della equidistanza dei punti estremi da quello di stazione)
- la distanza fra i due estremi può essere doppia di quella consentita dalla livellazione da un estremo;
- non è necessario che il punto **M** di stazione sia allineato con la congiungente i punti estremi (il che può consentire di livellare due punti fra loro non visibili e tra i quali si frappone un qualsiasi ostacolo).

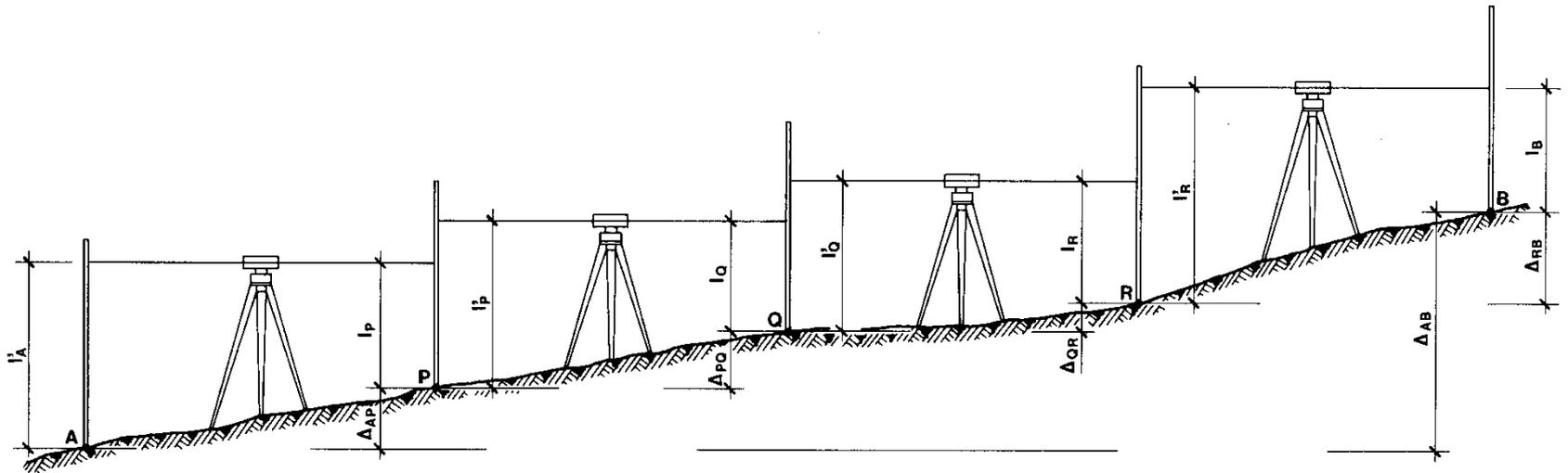
LIVELLAZIONE GEOMETRICA DAL MEZZO

$$\Delta_{A,B} = I_A - I_B$$



L'errore x di non perfetta orizzontalit  dell'asse di collimazione viene compensato

LIVELLAZIONE COMPOSTA DAL MEZZO



Il dislivello è ottenuto dalla somma algebrica dei singoli dislivelli

LIVELLAZIONE TACHEOMETRICA

Nella livellazione tacheometrica (o eclimetrica) si impiegano i teodoliti o le stazioni totali, mediante i quali è possibile collimare con asse di collimazione inclinato (metodo a visuale libera).

In tale livellazione è necessario misurare:

- l'altezza strumentale h ;
- l'angolo zenitale
- la lettura al filo medio della stadia
- la distanza D tra gli estremi **A** e **B**

La livellazione tacheometrica può essere effettuata con la stazione totale con l'impiego del prisma riflettente.

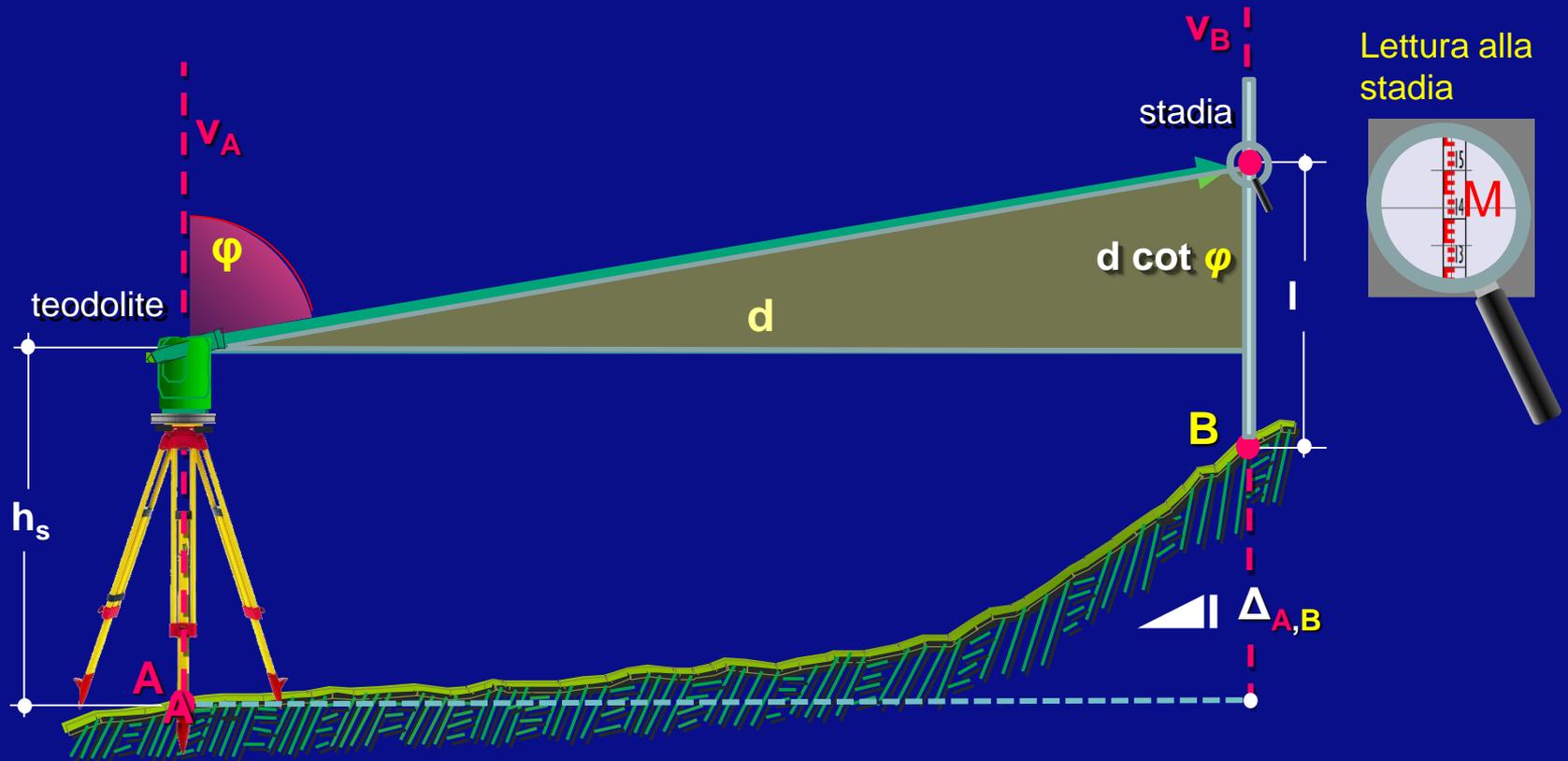
In tal caso, se la stazione è stata inizialmente configurata inserendo in memoria i valori dell'altezza dello strumento e dell'altezza del prisma, sul display verrà mostrato il dislivello, mentre, in assenza delle due misure, il display mostrerà la misura del dislivello tra il centro dello strumento e il centro del prisma riflettente.

LIVELLAZIONE TACHEOMETRICA

$$\Delta_{A,B} + l = d \cot \varphi + h_s$$



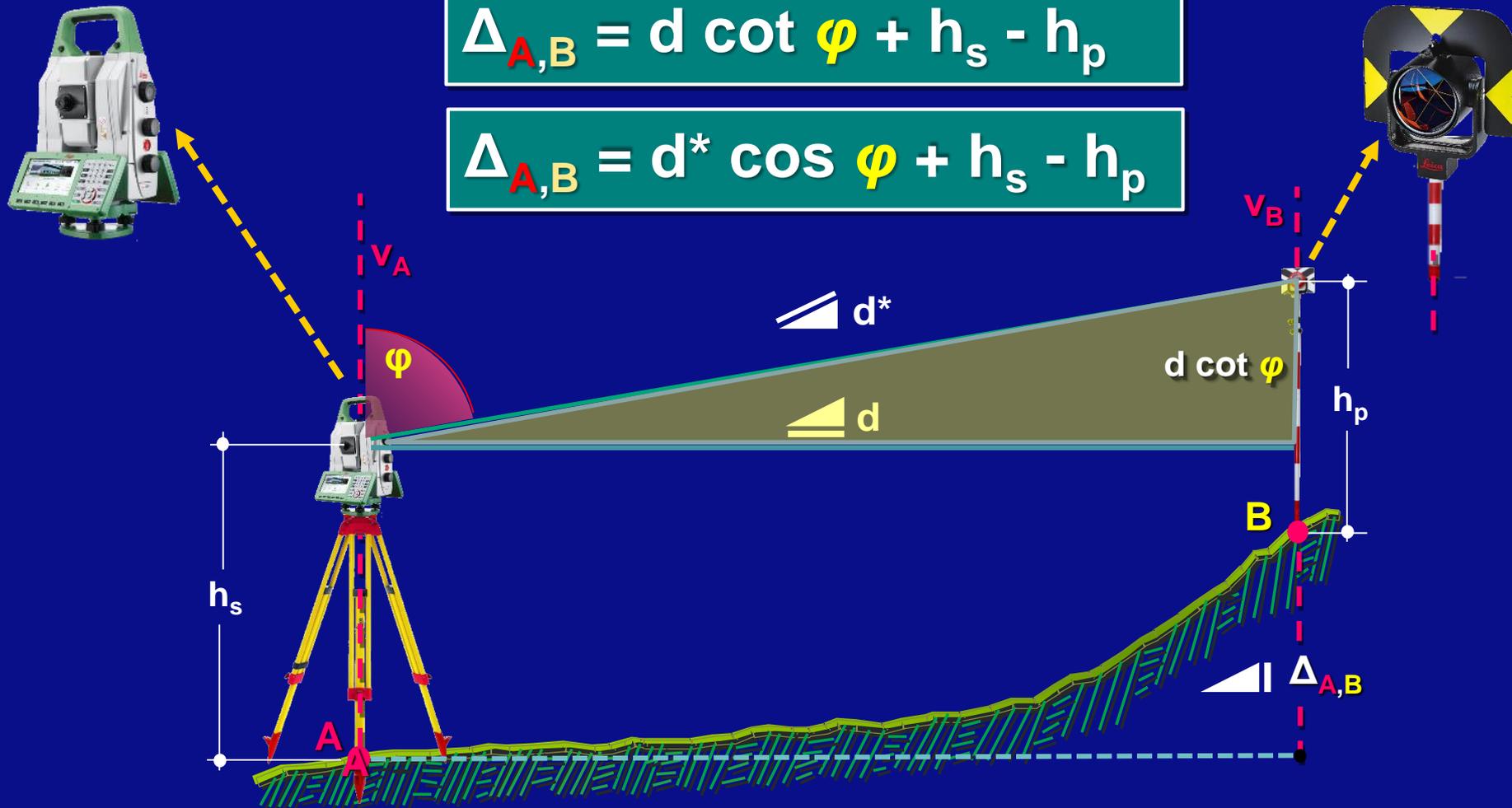
$$\Delta_{A,B} = d \cot \varphi + h_s - l$$



LIVELLAZIONE TACHEOMETRICA

$$\Delta_{A,B} = d \cot \varphi + h_s - h_p$$

$$\Delta_{A,B} = d^* \cos \varphi + h_s - h_p$$



Fine

3