Università degli Studi di Napoli "Parthenope"
Dipartimento di Scienze e Tecnologie

Corso di Topografia e Idrografia

Lezione 11

Celerimensura

Claudio Parente

CRITERI ORGANIZZATIVI DEI RILIEVI

Il rilievo topografico ha lo scopo di determinare, mediante misure, la posizione completa dei punti individuati sul terreno, calcolandone le coordinate plano - altimetriche X, Y, Z (Q)

DIFFERENZE TRA I PUNTI RILEVATI

I punti necessari a definire una rappresentazione cartografica, che costituisce lo scopo primario di un rilievo topografico, possono essere distinti in due categorie:

- ✓ punti di inquadramento o di appoggio
- ✓ punti di dettaglio

PUNTI DI DETTAGLIO

La posizione dei punti di dettaglio, che costituiscono la grande maggioranza dei punti rilevati, si ottiene collegandoli con misure angolari o lineari ad uno o più punti della rete di inquadramento.

I metodi di rilievo utilizzati per determinare la posizione di questi punti sono numerosi, ma l'evoluzione degli strumenti impiegati ha determinato una selezione degli stessi, a seguito della quale pochi di questi trovano effettivo impiego pratico nella pratica professionale

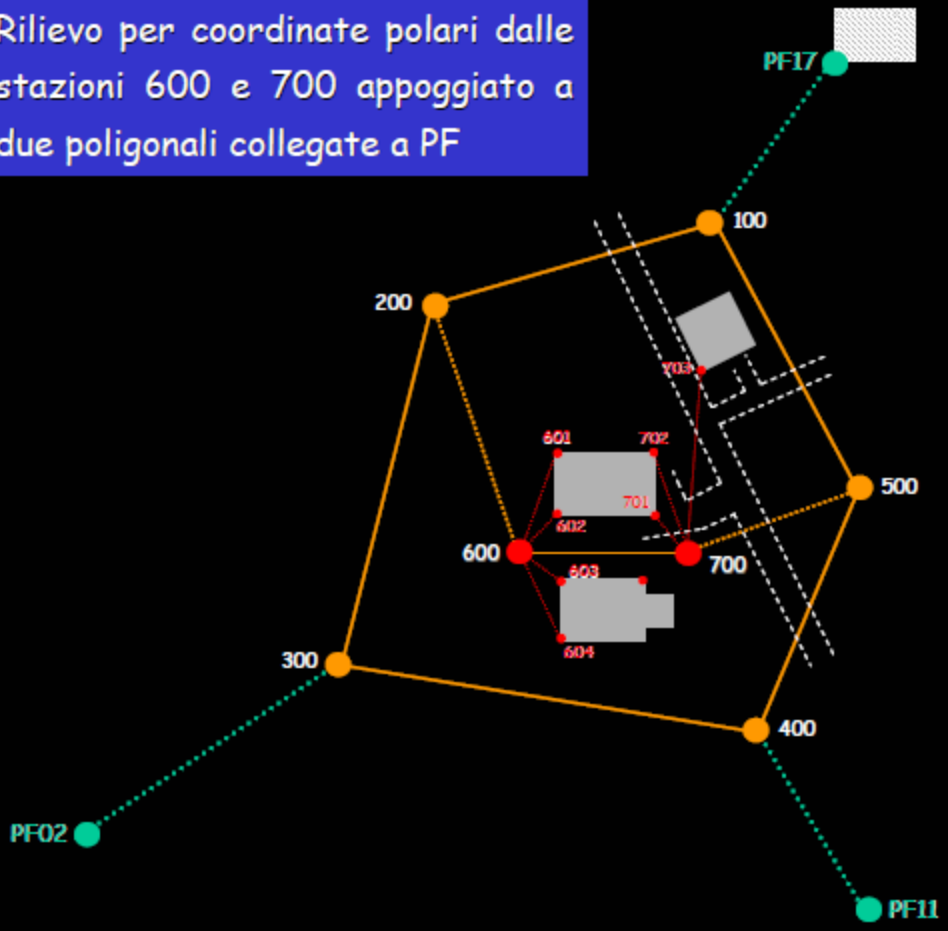
METODI DI RILIEVO

Tra i metodi che utilizzano tecnologie tradizionali, di fatto il metodo più utilizzato nel rilievo dei particolari, per la rapidità e la semplicità operativa, è quello per coordinate polari (o irradiamento). Con esso, di ciascun punto rilevato vengono misurate, dalla stazione di partenza la distanza e la direzione (azimut o angolo al vertice)

A questo metodo tradizionale, si sono affiancati di recente, metodi cinematici, legati al posizionamento satellitare GPS, come il metodo stop and go

METODI DI RILIEVO

Rilievo per coordinate polari dalle stazioni 600 e 700 appoggiato a due poligonali collegate a PF



IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI

La scelta dei punti da rilevare viene fatta dopo aver eseguito una attenta ricognizione sul territorio. Dei punti scelti viene redatta una apposita monografia corredata da schizzo grafico o fotografia

I punti devono essere successivamente identificati. La scelta più semplice è quella di tipo numerico con andamento progressivo, ma può essere convenientemente adottata solo per pochi punti. In caso contrario, pur mantenendosi una numerazione progressiva questa è collegata al nome della stazione da cui i punti sono stati rilevati. Il nome della stazione è sempre multiplo di 100

SUPPORTO AL RILIEVO DEI PARTICOLARI

Il rilievo dei particolari implica in via preliminare, come si è detto, una rete di appoggio o di inquadramento. Tale rete, è costituita generalmente da poligonali chiuse o aperte meglio se vincolate. Se la zona da rilevare è molto piccola, la rete di inquadramento può ridursi ad una sola poligonale e nei casi più semplici a pochissimi punti di posizione nota collegati alla stazione (ad esempio un triangolo fiduciale previsto dalla normativa catastale per gli atti geometrici di aggiornamento)

RILIEVO PLANO ALTIMETRICO DEI PARTICOLARI

LA CELERIMENSURA

Il criterio fondamentale della **CELERIMENSURA** è quello di abbinare contemporaneamente al rilievo planimetrico per coordinate polari, una livellazione che permetta di determinare il dislivello tra la stazione e il punto considerato. Nota la quota di un punto è possibile successivamente calcolare le quote di tutti gli altri punti

Con la misura delle distanze, degli angoli orizzontali e verticali e dei dislivelli è quindi possibile calcolare le coordinate X, Y, Z (Q) di ogni punto rilevato

RILIEVO PLANO ALTIMETRICO DEI PARTICOLARI

LA CELERIMENSURA

Se del punto di stazione sono note le coordinate plano altimetriche è possibile mediante una semplice somma algebrica calcolare le coordinate totali di tutti i punti rilevati rispetto allo stesso sistema di riferimento a cui sono riferite le coordinate del punto di stazione (vale per i sistemi locali o orientati)

IGNAZIO PORRO

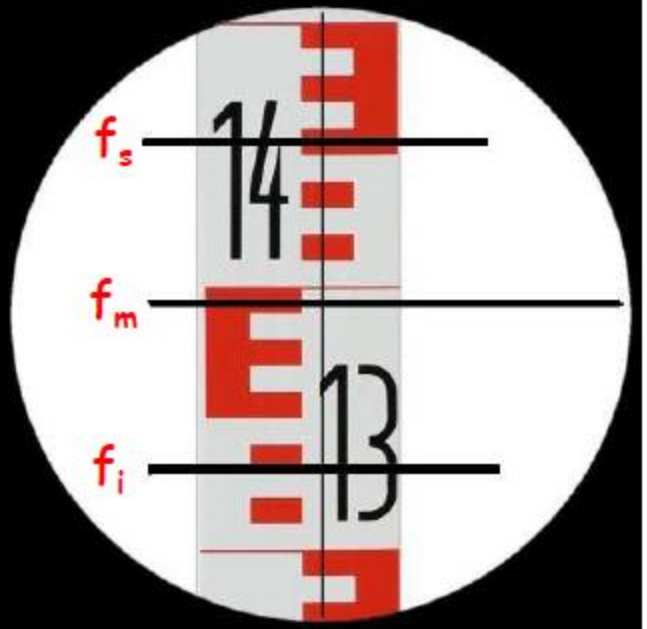
Fu **Ignazio PORRO**, che dopo la seconda metà del XIX secolo, ebbe per primo l'idea di razionalizzare le tecniche di rilievo topografico considerando contemporaneamente sia l'aspetto planimetrico che quello altimetrico. Egli propose una nuova tecnica operativa di rilievo di dettaglio, poi universalmente adottata, che chiamò **CELERIMENSURA** per mezzo della quale venne eseguita buona parte dei lavori cartografici in tutto il mondo fino all'affermarsi della fotogrammetria aerea

Ignazio PORRO concepì anche lo strumento idoneo alla tecnica di rilievo da lui inventata. Tale strumento era il **CLEPS**, il primo strumento con i cerchi protetti, antenato dei tacheometri e delle stazioni totali

LA STADIA VERTICALE UTILIZZATA PER LA MISURA INDIRETTA DELLA DISTANZA

Asta metrica in legno o acciaio alta 4 o 5 metri

$$f_m = (f_s + f_i)/2$$



Le stadie più lunghe sono di solito telescopiche

Esempi di stadie

STA-3931 Nastro Invar - Graduazione **1cm** (D) - Livella incorporata - Altezza: **1m**.
STA-3932 Come la precedente, ma con altezza di **2m**.
STA-3933 Come la precedente, ma con altezza di **3m**.
STA-BASE Base appoggio per rilievi di precisione, con maniglia di trasporto.

STADIA IN LEGNO 3M IN 10pz STA-P-3M

Stadia in legno da 3m, pieghevole in 10 stecche. Con retro millimetrato, utilizzabile anche come triplometro. Chiusa: 38cm - Larghezza: 30mm

STADIA -AL5

Stadia in alluminio **Southgeosystems, telescopica**, con altezza massima di **5m** e con retro millimetrato. E' dotata di **livella** e di **custodia** con tracolla per il trasporto, ed è indicata per l'utilizzo con gli **autolivelli** grazie all'ottimo rapporto prezzo/qualità. In alluminio - Telescopica sino a **5m** - Chiusa: 110cm - Larghezza: 50mm - Retro millimetrato per misure - Completa di livella sferica e custodia.

Alum Telescopic Levelling Staff	
TYPE	DESCRIPTION
ALS3 – 3	3m / 3 – Sec.
ALS3 – 5	3m / 5 – Sec.
ALS4 – 4	4m / 4 – Sec.
ALS4 – 6	4m / 6 – Sec.
ALS5 – 5	5m / 5 – Sec.
ALS7 – 5	7m / 5 – Sec.

F/G Telescopic Levelling Staff	
TYPE	DESCRIPTION
BT3S – 3	3m / 3 – Sec.
BT4S – 3	4m / 3 – Sec.
BT5S – 3	5m / 3 – Sec.
F/G Folding Levelling Staff	
BF2S – 2	2m / 2 – Sec.
BF4S – 4	4m / 4 – Sec.

Esempi di stadie

STAZIONI TOTALI E MIRE

La stazione totale evoluzione dei tacheometri ottico - meccanici, permette la misura diretta degli angoli e della distanza D (orizzontale o inclinata). Note le coordinate plano altimetriche del punto di stazione o di un altro punto collimato permette il calcolo immediato delle coordinate di tutti i punti rilevati

Su molti testi di Topografia si parla ancora della *celerimensura* come metodo fondamentale del rilievo di dettaglio.

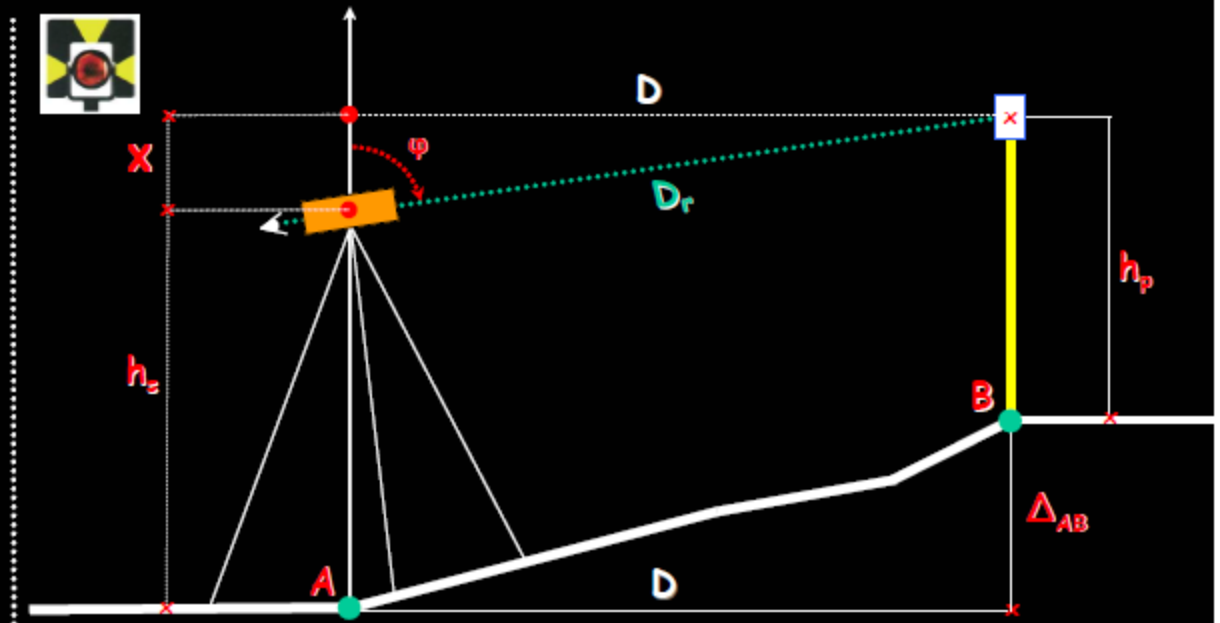
Esso si basava sul rilievo dei particolari con l'utilizzo di un teodolite di bassa precisione (1^c) dotato di reticolo distanziometrico utilizzando il metodo dell'irradiamento con l'aggiunta delle letture alla stadia effettuate ai tre fili e della lettura dell'angolo zenitale.

Con la comparsa dei distanziometri, o meglio delle stazioni totali, si può ancora assegnare il nome di *celerimensura* al tipo di rilievo in cui, ovviamente scompare la stadia.

Ponendosi quindi in stazione su un punto di inquadramento ed orientandosi su un altro, entrambi noti, si collimano i vari punti di dettaglio misurando l'*angolo azimutale*, l'*angolo zenitale* e la *distanza*; si hanno così, con l'aggiunta dell'altezza strumentale e dell'altezza della palina, tutti gli elementi per calcolare le coordinate plano-altimetriche di tutti i punti di dettaglio collimati. utilizzando le formule dell'irradiamento e quelle della livellazione trigonometrica.

Si tratta ovviamente di un rilievo *speditivo* per cui le letture agli angoli, sia *azimutali* che *zenitali*, saranno eseguite in una sola posizione del strumento (*CD* o *CS*); diviene importante pertanto conoscere l'entità dello *zenit strumentale* prima dell'inizio di ogni serie di misure.

DISTANZA E DISLIVELLO CON STAZIONE TOTALE E PRISMA



Misurando la distanza reale D_r e l'angolo verticale la distanza orizzontale D si ottiene dalla

$D = D_r \times \text{sen } \varphi$

Per il dislivello Δ_{AB} osservando che

$h_s + X = \Delta_{AB} + h_p$

si ottiene

$\Delta_{AB} = h_s - h_p + X = h_s - h_p + D_r \times \cos \varphi$

CALCOLO DELLE COORDINATE DI UN PUNTO CON STAZIONE TOTALE E PRISMA

Utilizzando nel rilievo una stazione totale posta nella stazione A e un prisma posto nel punto B le coordinate si ottengono dalle relazioni

$$X_B = X_A + D \times \text{sen}\,(AB)$$

$$Y_B = Y_A + D \times \cos\,(AB)$$

$$Q_B = Q_A + \Delta_{AB} = Q_A + D_r \times \cos\varphi + h_s - h_p$$

Se $\varphi = 100^c$ cannocchiale orizzontale allora:

sen $\varphi = 1$ e cos $\varphi = 0$ da cui:

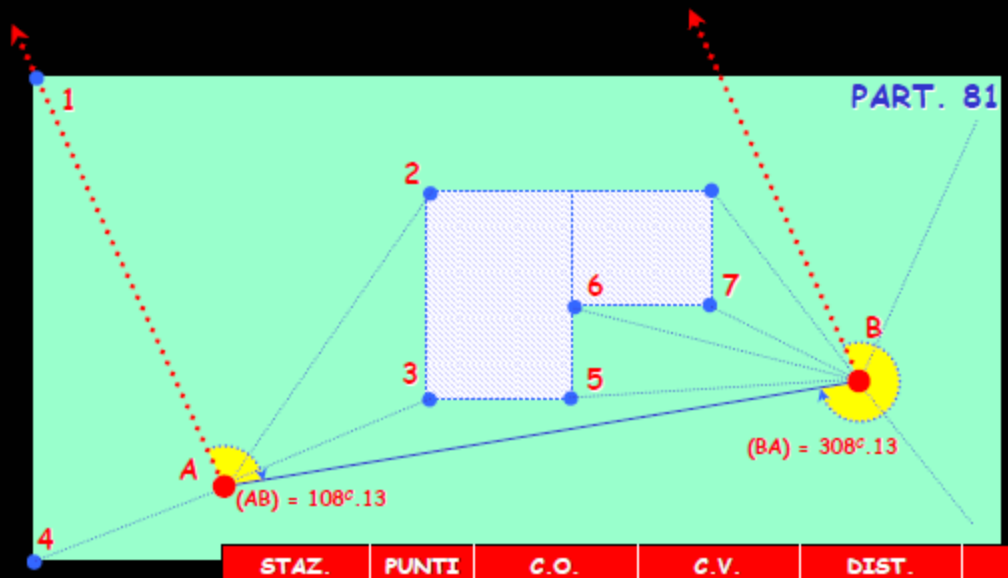
$$D = D_r$$

e

$$\Delta_{AB} = h_s - h_p$$

IL LIBRETTO DI CAMPAGNA

SE SI UTILIZZA LA STAZIONE TOTALE CON IL PRISMA



STAZ.	PUNTI	C.O.	C.V.	DIST.	h_p
A h_A = 1.480	1	0ᶜ.0000	102ᶜ.0000	70.150	1.705
	2	51ᶜ.3600	100ᶜ	51.280	1.529
	3	92ᶜ.4800	100ᶜ	45.420	1.800
	B	108ᶜ.1300	100ᶜ.9200	93.100	1.474
	4	302ᶜ.1300	97ᶜ.1600	32.710	1.198
B h_B = 1.510	A	308ᶜ.1300	----	----	----
	5	312ᶜ.4500	108ᶜ.1300	53.120	1.905
	6	336ᶜ.2200	108ᶜ.1300	52.500	1.650
	7	354ᶜ.7900	108ᶜ.1300	42.620	1.880

IL RILIEVO CON DUE O PIU' STAZIONI

COLLEGAMENTO TRA STAZIONI

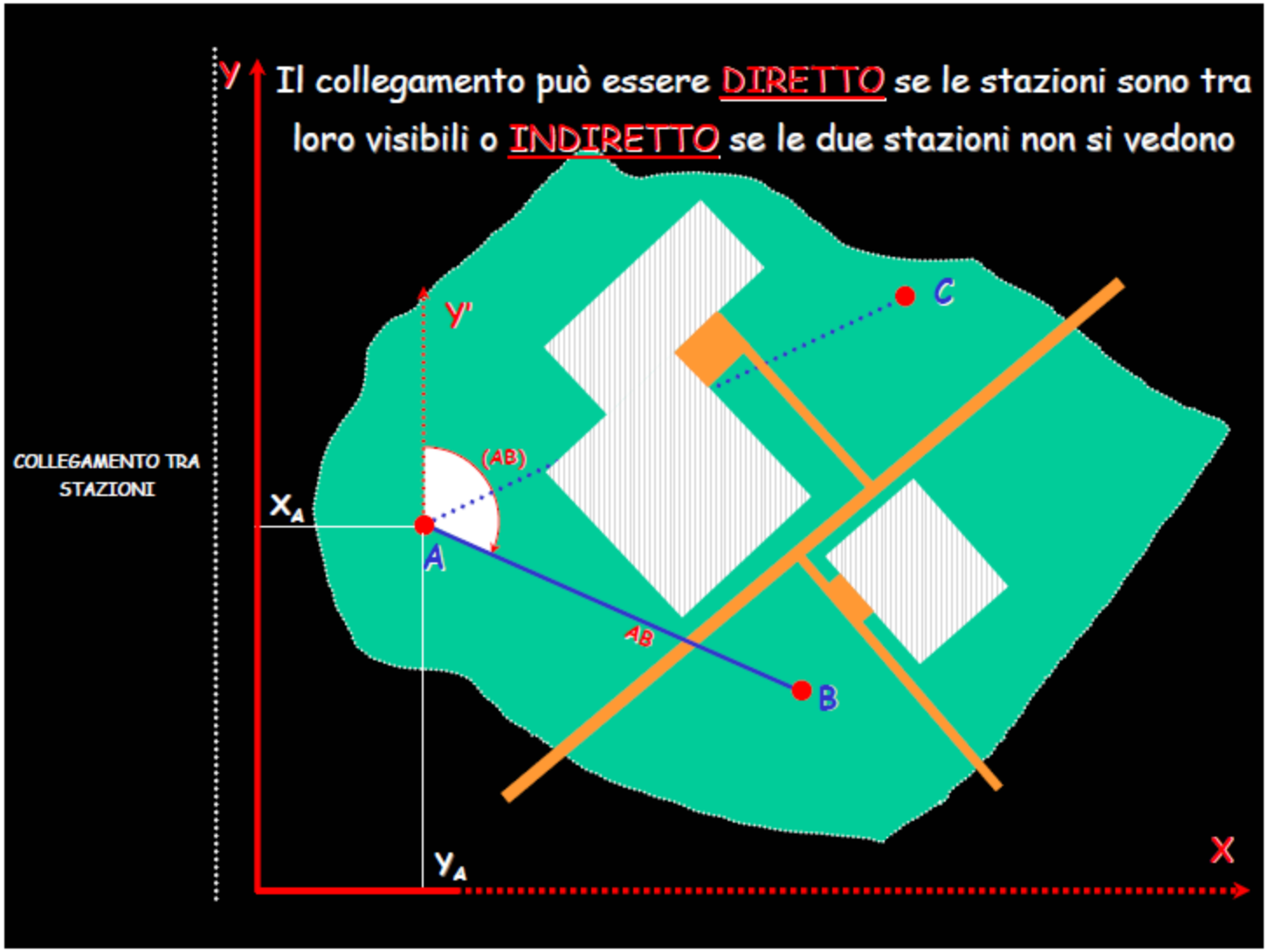
Nella esecuzione di un rilevo celerimetrico è spesso necessario utilizzare due o più stazioni per rilevare particolari non visibili dalla prima stazione.

Le operazioni di campagna che permettono di risolvere questo problema prendono il nome di

COLLEGAMENTO TRA STAZIONI

Collegare tra loro due stazioni celerimetriche significa:

- ✓ dare alla seconda lo stesso orientamento della prima
- ✓ determinare le coordinate della seconda stazione partendo dalla prima

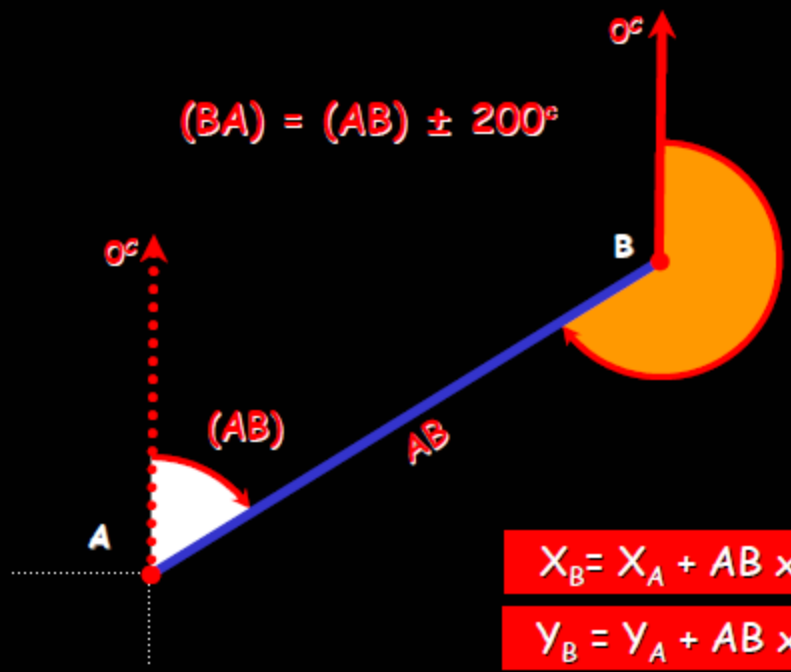

Il collegamento può essere DIRETTO se le stazioni sono tra loro visibili o INDIRETTO se le due stazioni non si vedono
COLLEGAMENTO TRA STAZIONI
y
y'
C
(AB)
x_A
A
AB
B
y_A
x

COLLEGAMENTO TRA STAZIONI

DIRETTO

Sia A la stazione iniziale e B la stazione da cui continuare il rilievo. Dopo aver misurato i numeri generatori e calcolate le coordinate di B si porta lo strumento in B. Al fine di orientare il cerchio nello stesso modo della stazione A, guardando da B verso A si impone al cerchio orizzontale la lettura

$$(BA) = (AB) \pm 200^c$$

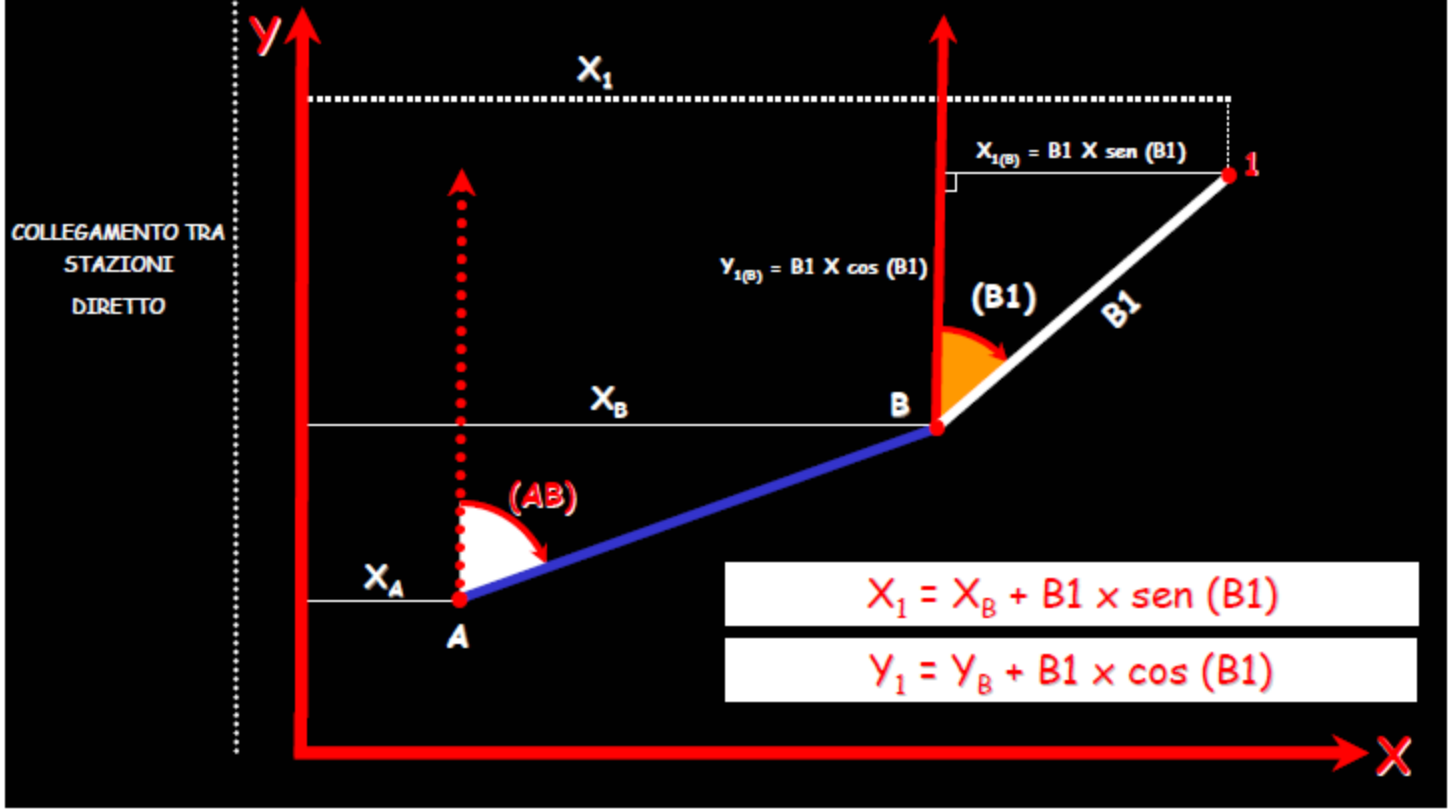


$$X_B = X_A + AB \times \text{sen}\,(AB)$$

$$Y_B = Y_A + AB \times \cos\,(AB)$$

COLLEGAMENTO TRA STAZIONI DIRETTO

In questo modo le letture degli angoli orizzontali, effettuate dalla stazione B verso i punti ad essa collegati, saranno utilizzate per il calcolo delle coordinate totali dei punti rilevati



$$X_1 = X_B + B1 \times \text{sen } (B1)$$

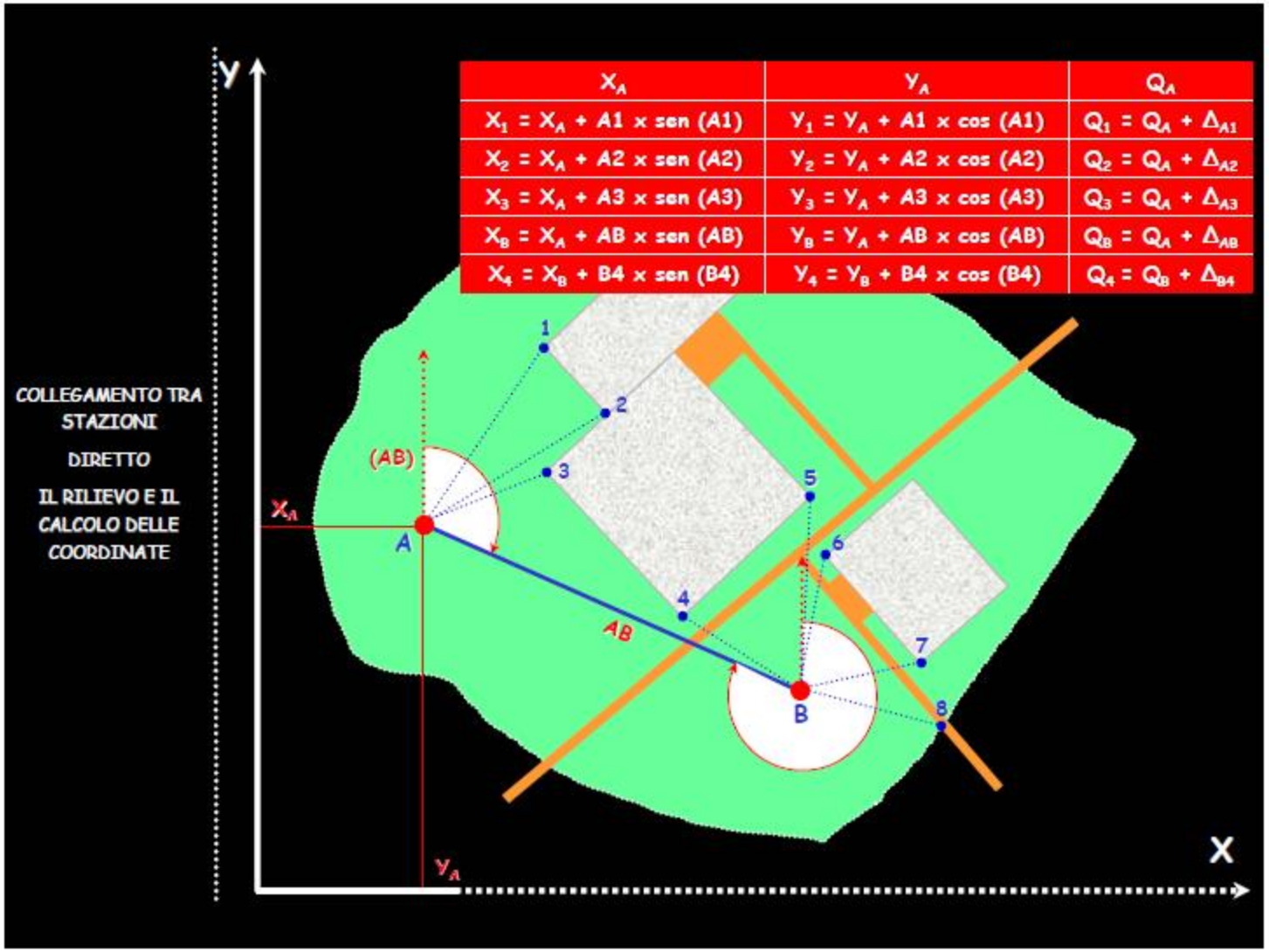
$$Y_1 = Y_B + B1 \times \cos (B1)$$

COLLEGAMENTO TRA STAZIONI

DIRETTO

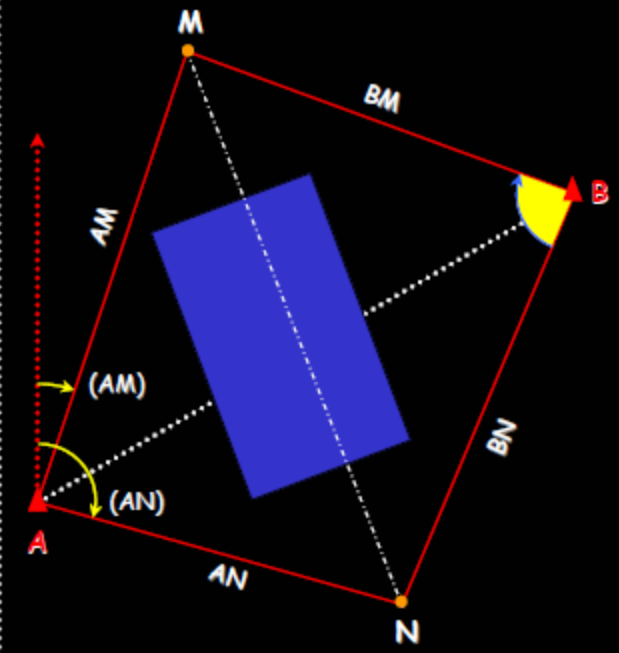
IL RILIEVO E IL CALCOLO DELLE COORDINATE

X_A	Y_A	Q_A
$X_1 = X_A + A1 \times \text{sen}(A1)$	$Y_1 = Y_A + A1 \times \cos(A1)$	$Q_1 = Q_A + \Delta_{A1}$
$X_2 = X_A + A2 \times \text{sen}(A2)$	$Y_2 = Y_A + A2 \times \cos(A2)$	$Q_2 = Q_A + \Delta_{A2}$
$X_3 = X_A + A3 \times \text{sen}(A3)$	$Y_3 = Y_A + A3 \times \cos(A3)$	$Q_3 = Q_A + \Delta_{A3}$
$X_B = X_A + AB \times \text{sen}(AB)$	$Y_B = Y_A + AB \times \cos(AB)$	$Q_B = Q_A + \Delta_{AB}$
$X_4 = X_B + B4 \times \text{sen}(B4)$	$Y_4 = Y_B + B4 \times \cos(B4)$	$Q_4 = Q_B + \Delta_{B4}$



COLLEGAMENTO TRA STAZIONI

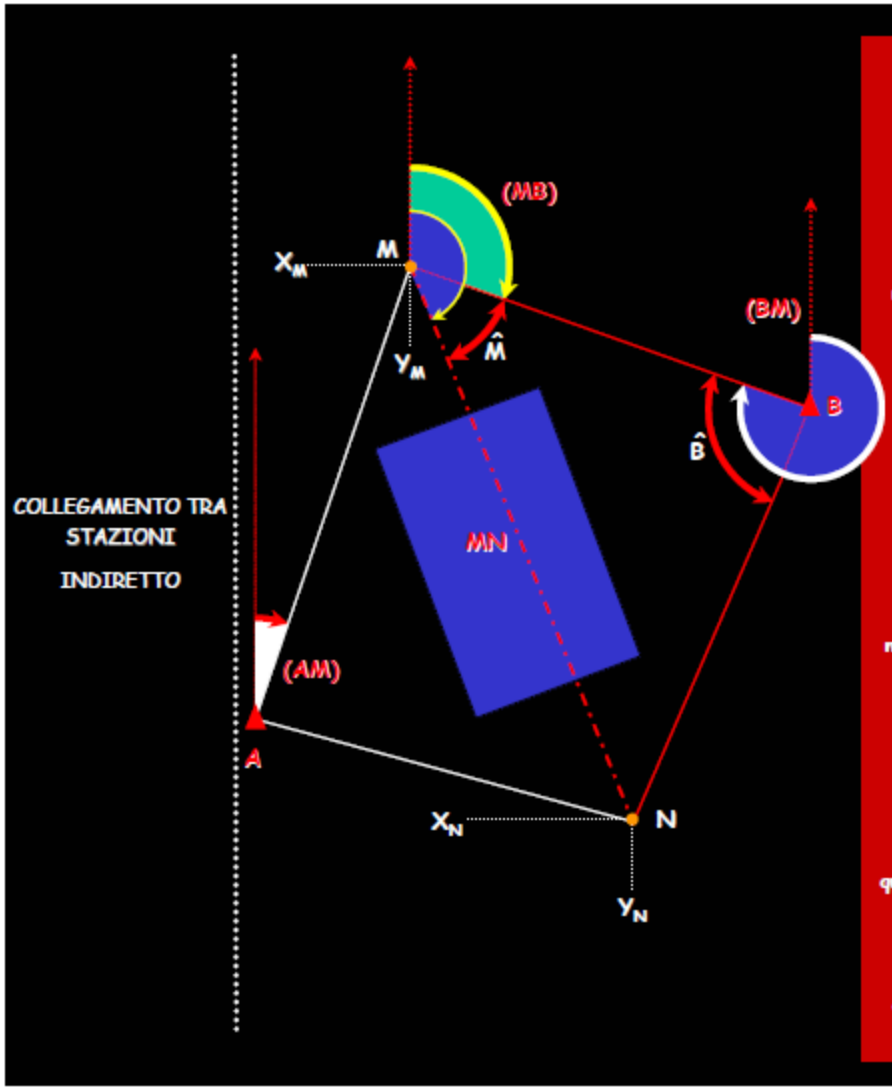
INDIRETTO



Nel collegamento indiretto le due stazioni A e B non sono tra loro visibili. Risulta quindi impossibile misurare la distanza AB e l'azimut (AB)

Si scelgono quindi due punti ausiliari M e N visibili dalle due stazioni

Facendo stazione in A si misurano le due distanze AM e AN e gli azimut (AM) e (AN); dalla stazione B si misurano le due distanze BM e BN e l'angolo nel vertice B



E' possibile subito calcolare le coordinate di M e N

$X_M = X_A + AM \times \text{sen } (AM)$

$Y_M = Y_A + AM \times \cos (AM)$

$X_N = X_A + AN \times \text{sen } (AN)$

$Y_N = Y_A + AN \times \cos (AN)$

note le coordinate è possibile il calcolo della distanza MN e dell'azimut (MN)

$MN = \sqrt{[(X_N - X_M)^2 + (Y_N - Y_M)^2]}$

$(MN) = tg^{-1} [(X_N - X_M) / (Y_N - Y_M)]$

nel triangolo MNB si ottiene con il teor. dei seni

$M = \text{sen}^{-1} (BN \times \text{sen } B / MN)$

e per differenza

$(MB) = (MN) - M$

nota la distanza MB misurata e l'azimut (MB) calcolato si ottengono le coordinate del punto di stazione B passando per M

$X_B = X_M + MB \times \text{sen } (MB)$

$Y_B = Y_M + MB \times \cos (MB)$

l'orientamento del cerchio orizzontale in B identico a quello nel punto A si ottiene imponendo da B verso M la lettura

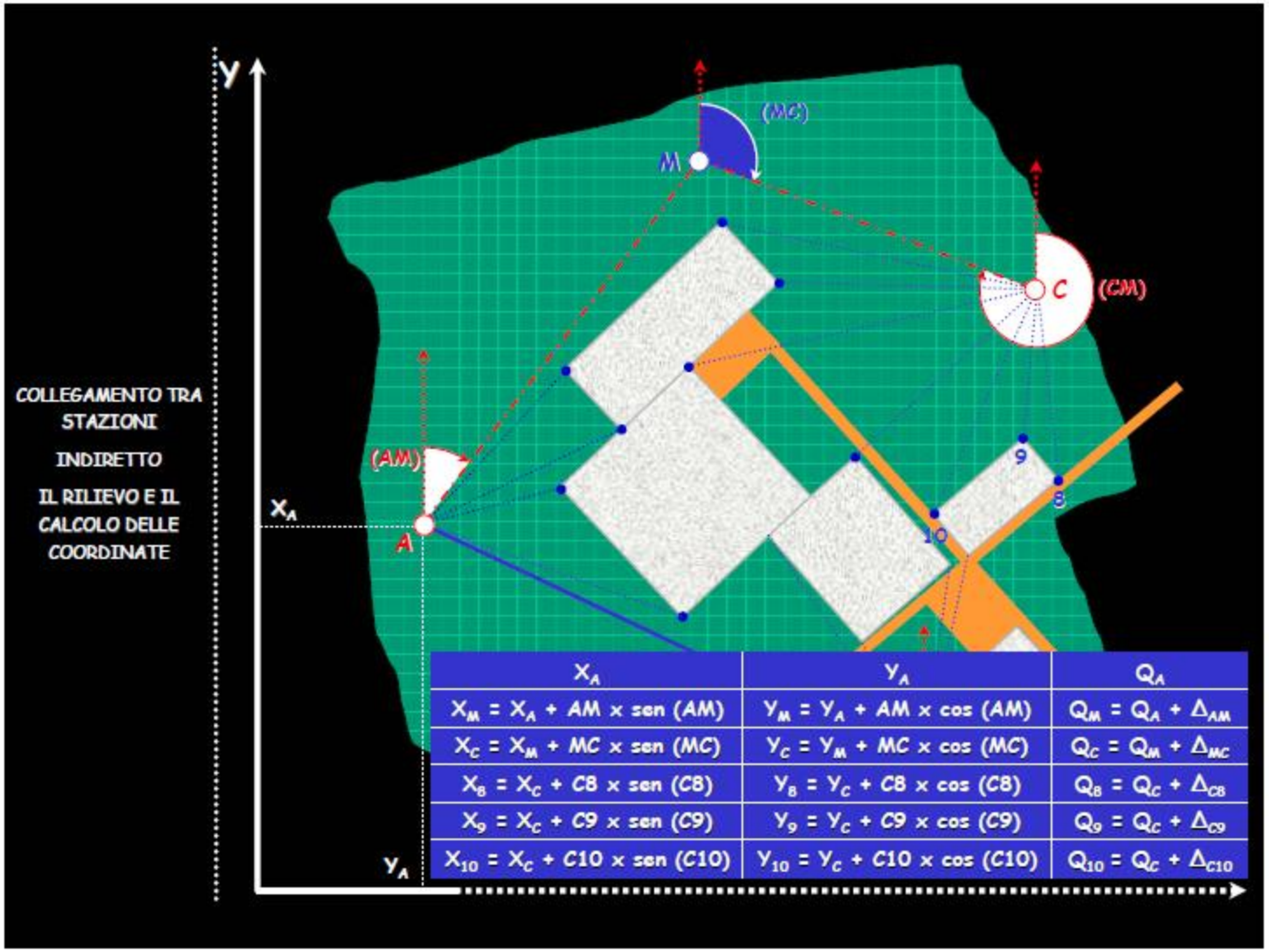
$(BM) = (MB) \pm 200^c$

orientato il C.O. è possibile continuare il rilievo dalla stazione B

COLLEGAMENTO TRA STAZIONI

INDIRETTO

IL RILIEVO E IL CALCOLO DELLE COORDINATE



X_A	Y_A	Q_A
$X_M = X_A + AM \times \text{sen}\ (AM)$	$Y_M = Y_A + AM \times \cos\ (AM)$	$Q_M = Q_A + \Delta_{AM}$
$X_C = X_M + MC \times \text{sen}\ (MC)$	$Y_C = Y_M + MC \times \cos\ (MC)$	$Q_C = Q_M + \Delta_{MC}$
$X_8 = X_C + C8 \times \text{sen}\ (C8)$	$Y_8 = Y_C + C8 \times \cos\ (C8)$	$Q_8 = Q_C + \Delta_{C8}$
$X_9 = X_C + C9 \times \text{sen}\ (C9)$	$Y_9 = Y_C + C9 \times \cos\ (C9)$	$Q_9 = Q_C + \Delta_{C9}$
$X_{10} = X_C + C10 \times \text{sen}\ (C10)$	$Y_{10} = Y_C + C10 \times \cos\ (C10)$	$Q_{10} = Q_C + \Delta_{C10}$