LA STAZIONE TOTALE

Goniometri e distanziometri sono integrati nelle stazioni totali.
Parte fondamentali della stazione totale:

- sistema basetta-base, fissato sulla testa del treppiede dall'alidada, dispositivo a U inserita sulla base tramite un perno;

Si possono definire 3 assi: la base contiene il cerchio orizzontale

- asse primario a1
- asse secondario a2
- asse terziario o di collimazione a3

Le letture degli angoli azimutali o zenitali si effettuano sui due cerchi (cerchio azimutale e cerchio zenitale)

Sulla basetta si colloca una livella sferica che permette di rendere verticale l'asse principale dello strumento, e un piombino ottico per disporre il centro della basetta lungo la verticale passante per un punto a terra.

Alidada

L'alidada è una struttura a due bracci che ruota attorno all'asse primario. Su di essa possiamo trovare gli indici di lettura. Troviamo inoltre un perno che sostiene il cannocchiale topografico, cui è calettato il cerchio zenitale (ruota attorno all'asse secondario). Sull'alidada è montata una livella torica che verticalizza l'asse di rotazione dell'alidada.

Cannocchiale

A lunghezza costante è costituito da: obiettivo, oculare e reticolo. In particolare si compone di:

- corpo metallico tubolare
- lente obiettiva
- reticolo
- lente oculare

Le lenti, obiettiva ed interna, sono delimitate da superfici sferiche i cui centri devono essere allineati su una retta passante per il centro del reticolo. Si definisce così l'asse di collimazione come la congiungente il centro della lente obiettiva con il centro del reticolo.

—> collimare un punto significa far passare per quel punto l'asse di collimazione. L'immagine dei punto da collimare si deve formare sul piano del reticolo. La collimazione può facilitarsi grazie ad una diottra (mirino cercatore).

Il cannocchiale può ruotare attorno all'asse secondario, così che la collimazione può effettuarsi nelle due posizioni: cerchio zenitale o a sx o a dx dell'operatore.

Piombo ottico

Piccolo cannocchiale contenente un prisma a riflessione totale che devia l'angolo di collimazione ad angolo retto.

Troviamo due livelle: sferica e torica usate per rendere verticale l'asse principale

Operazioni per la messa in stazione

- posizionamento del treppiede
- resa verticale dell'asse principale - livella sferica e torica
- verifica del passaggio per il vertice di stazione

Le due posizioni sono dette posizioni coniugate, e la seconda si raggiunge ruotando l'alidada e ribaltando il cannocchiale. Le posizioni coniugate si indicano come prima e seconda posizione.

è rettificata quando la tangente centrale è parallela alla retta di appoggio

costituita da un tronco cilindrico di vetro. la superficie superiore ha la forma di una calotta sferica; contiene anch'essa un liquido volatile

costituita da una fiala cilindrica di vetro inserita in un'armatura metallica; la fiala contiene un liquido volatile

Stazione Totale

- basetta (base)
- alidada (2 bracci laterali) → ruota attorno all'asse primario
- cannocchiale (tra i 2 bracci) → ruota attorno all'asse secondario

⚠ Bisogna considerare l'altezza strumentale;
e far sì che l'asse verticale
- sia verticale
- passi per il punto a terra

} condizioni fondamentali per usare la stazione totale

↓ attraverso delle viti agli estremi del triangolo equilatero della basetta (viti calanti)

→ Per far sì che il piano orizzontale sia effettivamente orizzontale si usa la livella sferica → poco accurata ma usata in un primo momento

→ con la livella torica aggiustiamo l'inclinazione → molto più sensibile
- mi consente di rendere orizzontale solo un asse per volta → il piano sarà orizzontale quando anche una sua retta ortogonale è orizzontale
- gradazione ogni 2mm
- può essere anche elettronica

sensibilità di misura in s/millimetri

3° asse: asse di collimazione → per il cannocchiale (lenti che consentono di mettere a fuoco)
- reticolo: nel vetrino è incisa una croce il cui centro indica il punto a cui sono riferite le misure
- obiettivo
- oculare

↳ il distanziometro è sullo stesso asse del cannocchiale (non ci interessa come funziona) → in alcuni casi ho bisogno di un prisma riflettente } per misure più accurate o distanze molto lunghe
↓ posso essere su un treppiede, o su una palina (quando non è possibile devo porre il prisma il più in basso possibile → per ridurre l'errore dovuto ai movimenti dell'operatore)

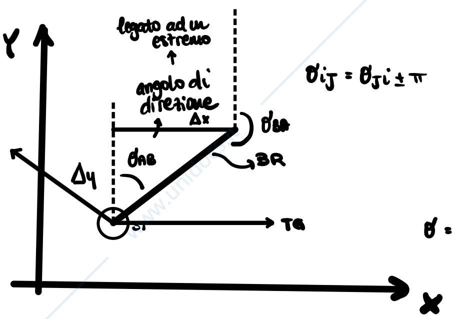
letture coniugate
- cerchio orizzontale: solidale alla base (indici sull'alidada)
- cerchio verticale: solidale al cannocchiale (indici sull'alidada) ↳ crescenti in senso orario

---

COLLIMARE: far passare per un certo punto l'asse di collimazione del cannocchiale
↳ asse congiungente il centro della lente obiettiva con il centro del reticolo

Angoli

Angolo di direzione: angolo definito da una rotazione oraria di una parallela all'asse Y fino a sovrapporsi al segmento



$\theta_{ij} = \theta_{ji} \pm \pi$

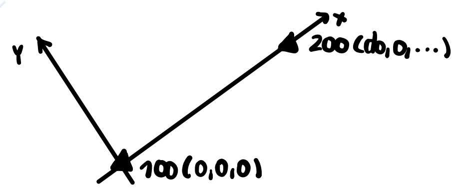
$\theta = \arctan \frac{\Delta x}{\Delta y}$

Se cambio il sistema di riferimento, cambia la verticale ⇒ cambia l'angolo di direzione

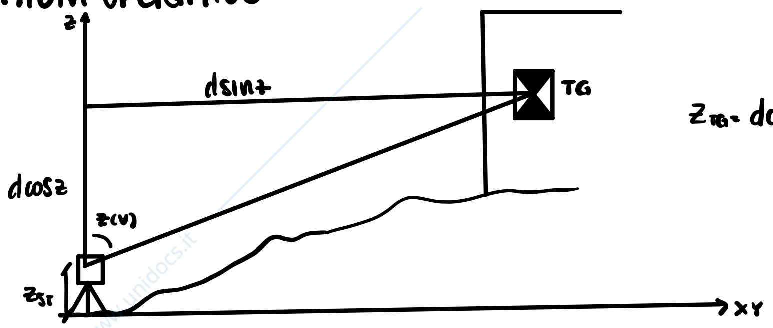
La stazione totale non misura angoli di direzione, ma misura la distanza inclinata
↓
bisogna considerare la 3ª dimensione – asse z

$$\theta_{ST-TG} = \theta_{ST-BR} + \underbrace{H_{ST-TG}}_{Hz:\ \text{angolo tra 0 e TG}} - \overbrace{H_{ST-PR}}^{\text{angolo tra 0 e PR}}$$

devo conoscere le coordinate di almeno 2 punti in quel sistema di riferimento; nel caso in cui 2 punti noti non abbiano coordinate note → si impongono alla ST le coordinate (0,0,0), e al prisma le coordinate (d_0,0,...)



CONDIZIONI OPERATIVE



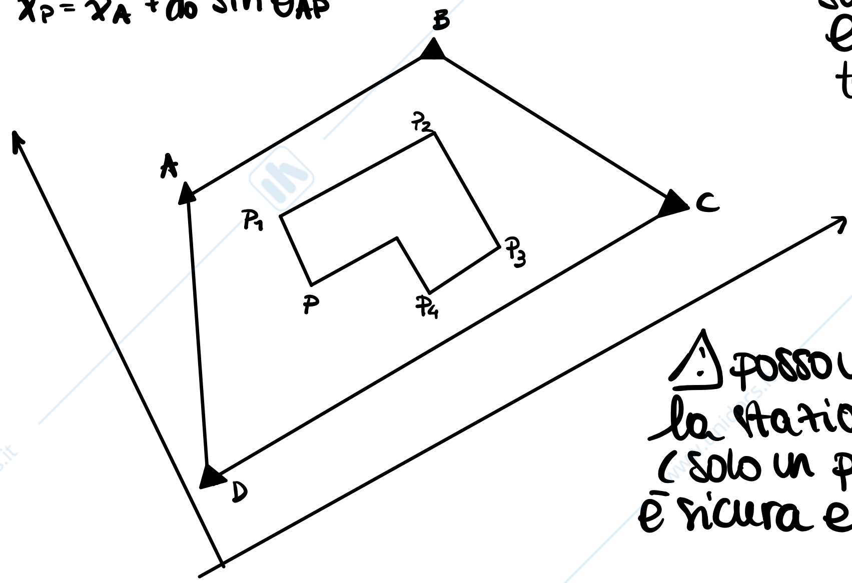
$Z_{TG} = d\cos z + \underbrace{Z_{ST}}_{\text{altezza stazione totale (FONDAMENTALE)}}$

POLIGONALE → ha n punti con coordinate determinate

$x_P = x_A + d_0 \sin\theta_{AP}$

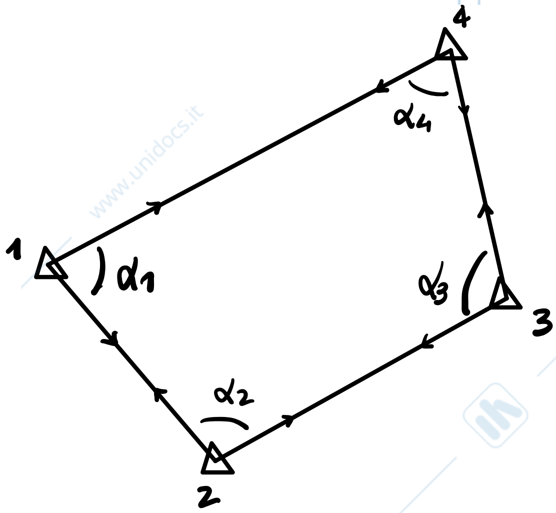
i chiodi topografici sono dei punti materializzati di coordinate note in un sdr

↳ per lavorare in sdr devono conoscere almeno 2 punti



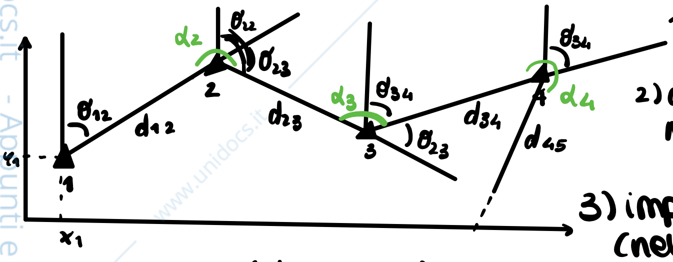
⚠ posso usare anche la stazione libera (solo un punto) ma non è sicura e precisa

- Intervisibilità: - visibili tra loro
  - buona visibilità dei satelliti (sistema GNSS)
- Posizione utile (sicura): - tutti i punti che voglio misurare devono essere visibili da almeno un vertice
- Materializzazione: - dipende dalla durata del rilievo e dal lavoro (per rilievi continui negli anni ho bisogno di materializzazioni più stabili)



→ solo successivamente vado a definire il sdr

Trasporto dell'angolo di direzione



1) gli angoli interni vanno considerati tutti dallo stesso lato!
2) dopo aver tracciato la spezzata e misurato gli angoli interni, definisco un sistema di riferimento
3) impongo che θ_{12} sia un angolo fissato (nel mio sdr, rispetto a una // all'asse Y)

In questo caso ($\theta_{12} = 47^g$):

$\theta_{23} = \theta_{12} + \pi + \alpha_2 - 2\pi$ → per togliere un giro; sennò vado oltre 400^g

$\theta_{34} = \theta_{23} + \pi + \alpha_3 - 2\pi$

$\theta_{45} = \theta_{34} + \pi + \alpha_4 - 2\pi$

X_1, Y_1 fissati → $X_2 = d_{12} \sin\theta_{12} + X_1$ e $Y_2 = d_{12} \cos\theta_{12} + Y_1$; ecc...

ERRORI

- grossolani
- sistematici
- accidentali (casuali) → non possono essere evitati

con il trasporto degli angoli e delle coordinate gli errori si sommano

Definisco un errore accettabile

→ una spezzata aperta non mi permette di determinare l'accuratezza con cui ho trovato i dati

SPEZZATA CHIUSA: si opera nello stesso modo (definisco i vertici e misuro gli angoli interni)
↳ conosco le coordinate del primo e dell'ultimo vertice (coincidono)
↳ confronto le coordinate del primo vertice nelle due misurazioni e verifico se rientran[o] nel range di accettazione

prima del trasporto degli angoli di direzione

→ compensazione (empirica → la più semplice):
ridurre gli effetti degli errori ridistribuendoli

- compensazione angolare 1) $\sum \alpha_{int} = \pi(n-2)$ → numero di lati

$\sum \alpha'_{int} - \pi(n-2) = e_\alpha$ ERRORE ANGOLARE

si introduce la tolleranza t_α : se $e_\alpha < t_\alpha$ ⇒ procedo con la compensazione
se $e_\alpha > t_\alpha$ ⇒ ripeto il processo di misura

t_α varia dal contesto

2) divido l'errore in parti uguali tra gli angoli $\rightarrow \mu_\alpha = \frac{e_\alpha}{n} \rightarrow \alpha_i^* = \alpha_i \pm \mu_\alpha$

$\sum x_i = e_x$ → errore di chiusura in x

$\sum y_i = e_y$ → errore di chiusura in y

↦ somma delle misure con il segno giusto

$\sqrt{e_x^2 + e_y^2}$ ERRORE DI CHIUSURA LINEARE

- Correzione in x per AB

$$\mu_x = \frac{e_x}{\sum \text{lati}} \cdot \overline{AB}$$

($\sum$ lati ↳ perimetro)

- correzione in y per AB

$$\mu_y = \frac{e_y}{\sum \text{lati}} \cdot \overline{AB}$$

→ si sottraggono/sommano ai valori dei lati rispettivi

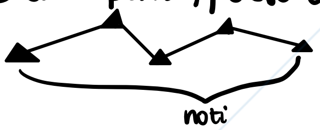
$\boxed{\text{x coordinata parziale; X coordinata totale}}$

entrambi li calcolo dai vertici della poligonale

Punto di dettaglio ≠ target
(spigolo, angolo di una porta) — (rappresentati con criterio ma non rappresentano la forma degli oggetti)

→ metodo dei minimi quadrati (per correggere gli errori)

Se sono note le coordinate di 2 punti, posso usare anche una spezzata aperta (vincolata)

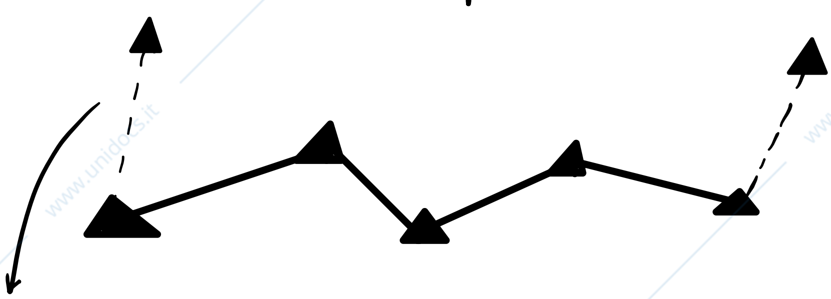


Posso confrontare il mio rilievo con le coordinate note → ricavare l'errore

↳ non posso fare la compensazione angolare
↳ non posso fare il trasporto dell'angolo di direzione (poiché sono note 2 coord. il sistema di riferimento è già definito)

⇓

SOLUZIONE: se conosco un terzo punto visibile dal primo vertice della spezzata

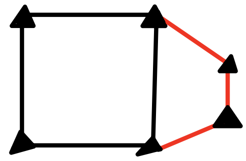


conoscendoli entrambi posso calcolare il primo angolo di direzione e poi fare il trasporto

non posso però fare la compensazione angolare
↓
soluzione: conosco un 4° punto visibile dall'ultimo vertice della spezzata
↓
posso calcolare l'angolo di direzione dell'ultimo vertice e confrontarlo con quello ottenuto dal trasporto

per fare la compensazione devo distribuire l'errore proporzionalmente

Posso usare delle spezzate v late in allineamento a delle chiuse, per estendere dove queste - me non esistono ↳ es.



STAZIONE TOTALE: POSIZIONE CONIUGATA

Strumenti topografici → errori — condizioni di costruzione
— condizioni di rettifica

↓ posso introdurre metodologie per eliminare l'influenza di questi errori sulle misurazioni

- cerchio orizzontale (angoli azimutali) → 1) errore di inclinazione → si può fare una rettifica $a_2 \perp a_1$, $a_3 \perp a_2$, a_3 dove incontra a...
  2) errore di collimazione ↗
  3) errore di eccentricità dell'asse di collimazione
  ↙ costruzione
  ↓ effetti sistematici: in seconda posizione l'errore si ripresenta con segno opposto
  ↓ bisogna fare la media tra i due valori per eliminare l'errore — REGOLA DI BESSEL

$$l_m = \frac{l^{cs} + (l^{cs} \pm 200^g)}{2}$$

(mi aspetto degli errori non superiori al centinaio di secondi)

- cerchio verticale (angoli zenitali) → l'errore dello zenit strumentale (asse verticale non verticale) è simmetrico rispetto all'asse verticale

REGOLA DELLA SEMIDIFFERENZA

$L_{CO}^{dx} = Z + \varepsilon$

$L_{CS} = 400^g - (Z - \varepsilon)$ ↳ sx

con $Z = \frac{L_{CS} - L_{CO} + 400^g}{2}$

↓ angolo zenitale depurato dall'errore

⚠ in prima posizione l'angolo verticale è sempre $0 < v < 200$
↳ mi permette di capire se sono in prima o seconda posizione

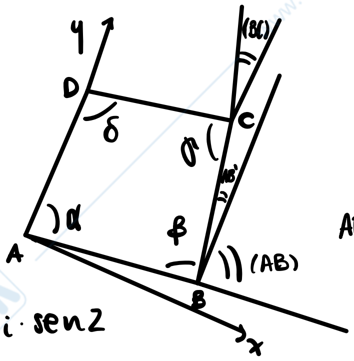
Poligonali → reti di appoggio per il rilievo di dettaglio;
da ogni punto della poligonale devono essere visibili almeno altri 2 punti

L'azimut di un lato della poligonale si ottiene sommando all'azimut del lato precedente l'angolo formato dai due lati
↳ somma $> \pi$ → si sottrae 200^g
$< \pi$ → si aggiunge 200^g

- calcolo azimut lati (↗ regola trasporto)
- calcolo coordinate parziali di ciascun vertice rispetto al vertice precedente
- calcolo coordinate totali dei vertici

EIDOTIPO: schizzo del terreno, approssimativamente in scala, sul quale vengono riportati elementi (planimetrici, altimetrici) necessari alla misurazione successiva

Calcolo Poligonale chiusa



$AB + AB' = \pi/2$

1) lati: distanza orizzontale $\overline{AB} = d_i \cdot \operatorname{sen} Z$
2) angoli interni: $\alpha = H_{2B} - H_{2D} + 2\pi$
3) chiusura angolare: $\underbrace{-180°(n-2)}_{\text{somma angoli interni teorica}} + \underbrace{(\alpha+\beta+\gamma+\delta)}_{\text{somma effettiva}}$
4) angoli di direzione: si sceglie di prendere uno dei due lati come asse y e uno degli estremi come origine → calcolo angoli rispetto alla direzione y
(AB) = angolo che forma il prolungamento del lato AB, dall'estremo B con la parallela alla direzione y, uscente da B
(AB) = α
(BC) = (AB) + β − π
↓
il precedente
5) coordinate parziali → si cercano le coordinate di tutti i vertici B (x_B, y_B)
(rispetto sdr noto)
$x_B = \overline{AB} \cos (AB)'$ → poiché AB e AB' complementari $\cos AB' = \sin AB$
↓
$x_B = \overline{AB} \sin AB$
$y_B = \overline{AB} \cos AB$
6) chiusura lineare: teoricamente le x di (A), B, C, D sommate col segno devono dare 0 → il risultato è l'errore sulla misura sulle x → Σx_i, y → Σy_i
$\Sigma x_i^2 + \Sigma y_i^2 = \varepsilon$
7) Calcolo delle coordinate (TOTALI, senza sdr scelto)

SDR definito → 2 punti noti → $\frac{\Delta x}{\Delta y}$ ricavo angolo di direzione → così angolo di direzione ∀ target
(BC) = (AB) + β − π

SDR non definito → lo definiamo noi ponendo il centro in un vertice (0,0,0), e definiamo noi l'angolo di direzione creando poligonale chiusa → si compensazione

vertici visibili tra loro, posizione comoda, materiali utilizzabili a terra
≠
target → visibili da almeno un vertice
≠
scansioni → in modo tale da scansionare tutti i punti