

La pratica della topografia



"Cos'ha mio padre al posto della testa"
Dipinto su tela dell'artista Giuseppe Abate

Giovanni Abate
Universities & Scientific Key Account Manager
Leica Geosystems S.p.A.
Mobile: 344 0393136
e-mail: giovanni.abate@lgs-geo.it

LA "MESSA IN STAZIONE"

Quando ho deciso di scrivere questi appunti mi sono riproposto di farlo nella maniera più semplice e comprensibile e, in tal senso, mi sono stati preziosi i suggerimenti di tanti topografi.

La tecnologia, negli ultimi anni, ha avuto un'evoluzione estremamente rapida e questo è molto più evidente nel settore della strumentazione topografica a tal punto che, i risultati conseguiti in tale campo, sono stati spesso superiori alle aspettative.

Ad esempio i 3D Laser Scanner, i SAPR (Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto), le Stazioni Totali robotiche con controllo a distanza e trasmissione remota dei dati, i Sistemi Mobile ma ... "il topografo", non scomparirà mai perché era, è e sarà necessario che qualcuno sappia eseguire, interpretare, leggere, valutare ed analizzare un rilievo.

Facciamo nostra la frase di Albert Einstein: *"Perfezione dei mezzi e confusione dei fini"*.

Le moderne strumentazioni topografiche sono solo delle "scimmie veloci" che hanno bisogno del cervello umano per poter essere scelte ed utilizzate correttamente. Per far questo tuttavia è necessario essere preparati ed aggiornati ma, non vanno trascurati i "dogma" su cui, ancor oggi, si fonda la topografia ed allo scopo di sfruttare al meglio le possibilità della moderna strumentazione è indispensabile possedere le principali conoscenze pratiche di topografia.

Nelle pagine seguenti sono riportati alcuni consigli di carattere pratico da utilizzare "in campo" e, talvolta, troverete termini che fanno parte del "gergo topografico".

Spero che questi miei appunti possano risultare utili e ringrazio anticipatamente coloro che vorranno fornirmi dei suggerimenti.



Una domanda che mi viene spesso rivolta da chi intende dotarsi una Stazione Totale è: "Si mette in stazione da sola?". Molti, infatti, credono che una Stazione Totale sia capace di fare "tutto" ma ahimè ... non può mettersi in stazione da sola!!! E ... "datemi retta" come disse un Geometra: "Un buon topografo si riconosce anche dalla celerità e dall'accuratezza con cui mette in stazione uno strumento!!!".

La messa in stazione è l'operazione che spaventa maggiormente il provetto topografo. Pertanto, per superare questa "psicosi" vediamo come effettuare questa operazione nella maniera più semplice.

Prima di procedere con le operazioni di messa in stazione, però, è utile vedere quali sono i componenti di una Stazione Totale e chiarire qualche concetto fondamentale.

Nelle note seguenti faremo riferimento alla messa in stazione di una Stazione Totale che oggi è lo strumento più utilizzato dai topografi ma, quanto descritto, è utilizzabile anche per mettere in stazione il master di un ricevitore GPS/GNSS, un teodolite, o un 3D Laser Scanner.

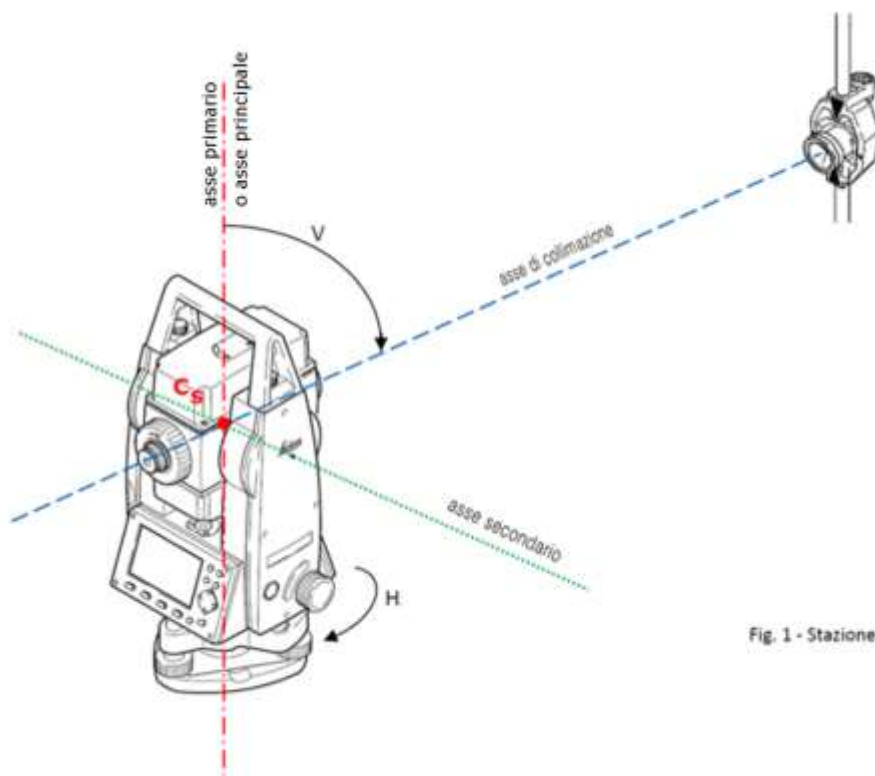


Fig. 1 - Stazione Totale

Uno Strumento topografico che sia capace di misurare elettronicamente distanze ed angoli viene genericamente denominato Stazione Totale.

I componenti fondamentali di una Stazione Totale sono:

- un teodolite elettronico:
destinato a misurare l'angolo zenitale "V" e l'angolo azimutale "H"
- un distanziometro:
destinato a misurare la distanza tra:
 - centro strumento che, è il punto di intersezione dell'asse primario dello strumento, con l'asse secondario e l'asse di collimazione (C_s in fig. 1) ed il "centro teorico" del prisma ⁽¹⁾ nel caso di distanziometri a raggi infrarossi
Nel seguito abbrevieremo la dicitura di "centro teorico del prisma" con "centro prisma".
 - centro strumento e "punto battuto" ⁽²⁾ nel caso di distanziometri a raggi laser che all'occorrenza possono misurare distanze senza l'utilizzo di prisma
- un elaboratore:
destinato all'elaborazione dei dati forniti dal teodolite e dal distanziometro.

(1) Per notizie relative al "centro teorico" del prisma vedasi pagina 22

(2) L'asse di collimazione=linea di mira è portata a passare per un punto. Per "punto battuto" si intende il punto collimato su cui effettuare le misure (distanza, angoli, etc.)

In generale un basamento è costituito da una piastra di base e una piastra superiore collegate da tre perni filettati (fig. 4).

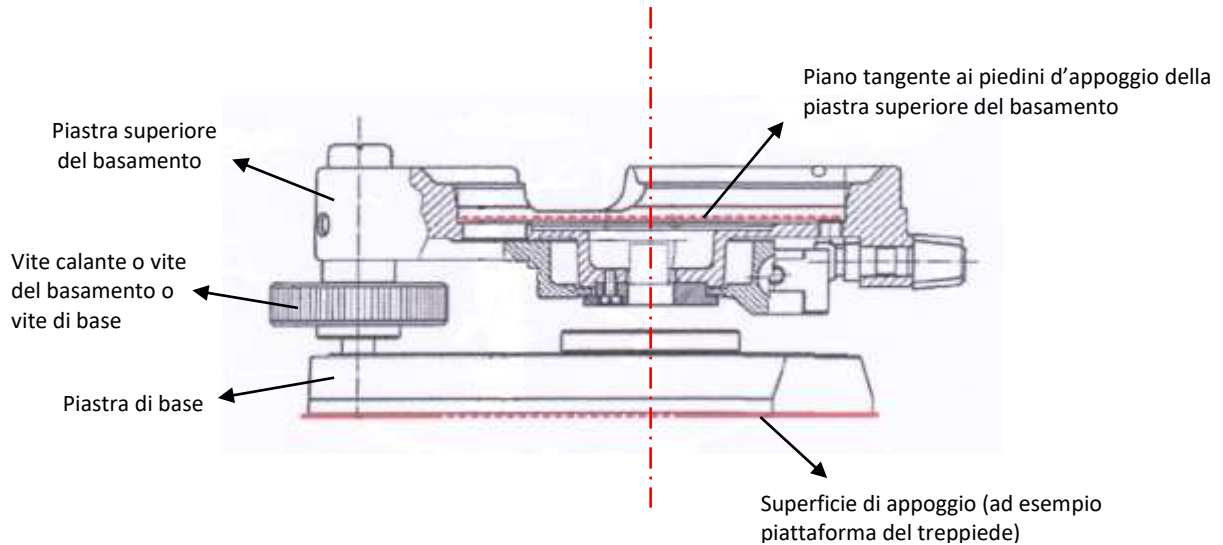


Fig. 4

Sezione trasversale di un basamento GDF121 Leica

Le linee rosse in fig. 4 indicano i piani superiore e inferiore che fungono rispettivamente da piano di riferimento per la Stazione Totale e da "area di collegamento" con la superficie di appoggio (ad es. la testa del treppiede). La loro planarità (*) è un fattore geometrico determinante ed indispensabile per garantire che l'asse primario dello strumento sia perfettamente verticale.

Ruotando le viti calanti si sposta la piastra superiore del basamento rispetto a quella di base che, può raggiungere, un'inclinazione di circa 10° rispetto a quella di base.

Un elemento fondamentale per mettere "a livello" una Stazione Totale è costituito dal piano tangente ai piedini d'appoggio della piastra superiore del basamento (vedere i cerchi rossi nella fig. 5). In linea ideale tale piano deve essere parallelo al piano tangente alla bolla della livella e deve essere compreso almeno entro la tolleranza della stessa.



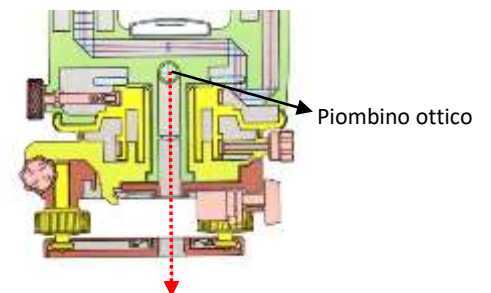
Fig. 5

Basamento GDF121 Leica con i piedini di appoggio della piastra superiore



1) piastra di base, 2) vite calante, 3) piombino ottico, 4) coppa di centraggio, 5) flangia di centraggio, 6) piedini, 7) leva di bloccaggio

Il piombino ottico è un piccolo cannocchiale che contiene un prisma a riflessione totale che devia l'asse di collimazione ad angolo retto. Il piombino ottico si utilizza per centrare il "punto a terra".



(*) La *planarità* è la condizione di una superficie i cui punti appartengono tutti ad uno stesso piano

Le tre fasi della "messa in stazione"

Suddividiamo la "messa in stazione" in tre fasi:

1ª fase: Rendere verticale l'asse primario dello strumento (fig. 6).

2ª fase: Far sì che l'asse primario dello strumento passi per la "materializzazione in campo" del punto di stazione (fig. 6).

3ª fase: Orientarsi su un "punto fisso" che d'ora in poi chiameremo "punto di orientamento" ⁽⁵⁾ (fig. 7).

Il punto di stazione coincide con il centro dello strumento.



Fig. 6

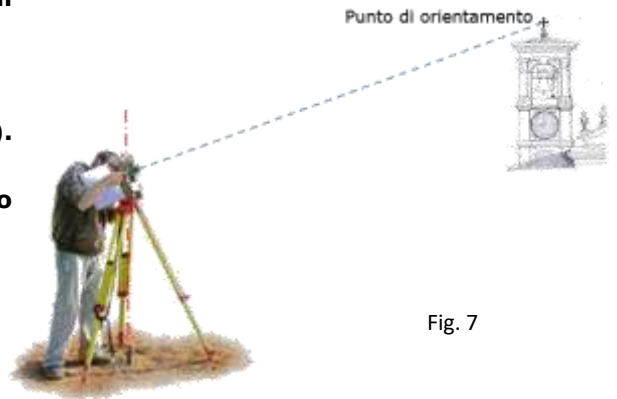


Fig. 7

Spesso, in maniera sbagliata, molti identificano il punto di stazione con la sua "materializzazione in campo". Come direbbe Massimo Troisi che, era Geometra, sarebbe lungo dire tutte le volte "materializzazione in campo" del punto di stazione e, pertanto, ritengo sia tollerabile concederci un "placet topografico" e chiamarlo solo "punto di stazione" pur sapendo che non lo è o, come spesso si sente dire in gergo topografico, "punto a terra"!!!



Supponiamo di dover effettuare un rilievo topografico.

Innanzitutto dobbiamo individuare un "punto" su cui fare stazione (in altre parole, dove posizionare la Stazione Totale); con quale criterio lo scegliamo?

E' molto importante effettuare una ricognizione ed uno schizzo (che si chiama "eidotipo") della zona da rilevare.

Oggigiorno molti topografi effettuano le ricognizioni stando comodamente seduti alla scrivania servendosi di Google Maps o Google Earth che sono strumenti molto validi ed utili ma, a volte, non sono aggiornati al periodo in cui effettuare i rilievi. Pertanto sarebbe molto più utile effettuare una ricognizione "sul campo".

Il punto di stazione deve essere tale da consentire di osservare la maggior parte della zona da rilevare. Sicuramente non sceglieremo un punto di stazione in prossimità di un ostacolo (un albero, una recinzione, un palo, ecc.) che intralcerrebbe la visuale del cannocchiale della Stazione Totale; inoltre sono da evitare terreni cedevoli, strutture instabili (impalcature, carriponte, etc.) e zone insicure (dirupi, precipizi, etc.).



(5) Per "punto di orientamento" si intende un caposaldo, uno spigolo di fabbricato, la croce di un campanile, ecc.; ossia un punto di riferimento inamovibile opportunamente scelto "in campo". In base alle esigenze del rilievo del "punto di orientamento" potrà o no essere nota l'esatta posizione planimetrica e altimetrica (coordinate). Va prestata molta attenzione sulla scelta del punto di orientamento. Gli esperti topografi ne "prendono" sempre uno di riserva al fine di evitare che ostacoli (nebbia, auto, ecc.) si frappongano lungo la visuale dello strumento. E' da evitare, come qualche anno fece un provetto topografo, di scegliere come "punto di orientamento" lo spigolo di un autovagone !!!

Stiamo eseguendo un rilievo: mettiamo in stazione il nostro strumento ma per mancanza di tempo o per un improvviso acquazzone siamo costretti ad interrompere il nostro rilievo per continuarlo in un altro momento. Molto spesso capita che, al calare del buio, rimangono sempre gli ultimi tre-quattro punti da battere (Murphy è sempre in agguato). Oppure dobbiamo eseguire una poligonale (cfr. a.) perché la zona da rilevare non è totalmente rilevabile da un'unica stazione. Allora è necessario materializzare "sul campo" il punto di stazione.

La materializzazione "sul campo" del punto di stazione deve essere effettuata in modo tale che possa essere facilmente individuabile nell'eventualità si debba tornare a fare stazione sullo stesso punto.



Il punto di stazione può essere materializzato, a seconda della consistenza del terreno, con un picchetto in ferro (fig. 8) o in legno (fig. 9); sulla testa del picchetto in legno si conficca un chiodo per maggiore precisione. I picchetti in ferro sono ricavati dai tondini in ferro che solitamente vengono utilizzati in edilizia.

La parte del picchetto che fuoriesce dal terreno viene tinta di colore rosso "minio". E' buona norma far sì che il picchetto sia ben visibile (mettendoci delle pietre attorno o del nastro segnaletico di sicurezza) sia per ritrovarlo facilmente sia per evitare che qualcuno ci inciampi.

Su altre superfici (asfalto, marciapiedi, ecc.) si utilizzano dei chiodi in acciaio che per renderli più visibili vengono conficcati unitamente ad una rondella (se non si hanno a disposizione le rondelle possono utilizzarsi i tappi in rame o in plastica delle bottiglie) (fig. 10). Oppure si utilizzano i cosiddetti chiodi topografici che hanno un parte concava sulla testa per evitare che il puntale dell'asta che sorregge il prisma scivoli (fig. 11).

Attorno al chiodo si traccia una circonferenza con della vernice spray di colore rosso "minio" da cui il nome di "chiodo miniato" (fig. 12). Non fate come quel provetto topografo che cercò in più negozi di ferramenta i "chiodi miniati" !!!

Possono usarsi anche i cippi per quei punti di una certa rilevanza (capisaldi) (fig. 13).

E' bene dotarsi anche di un pennarello indelebile, di gessetti, di pastelli tracciatori spray, tracciatori a sfera e di feltrini adesivi allorquando si dovesse far stazione su un terrazzo o su altri siti dove non si possono conficcare né i chiodi né i puntali del treppiede.

In questo caso viene utilizzata la stella per treppiede (vedasi nota a pagina 15).



Fig. 8 - Picchetti in ferro



Fig. 9 - Picchetti in legno e picchetto in legno con chiodo



Fig. 10 - Chiodi e rondelle



Fig. 11 - Chiodi topografici



Fig. 12 - Chiodo miniato



Fig. 13 - Cippo polyroc Feno

I Capisaldi Intelligenti Feno RFID

La Faynot (www.faynot.com), azienda francese fondata nel 1970, è leader mondiale nella progettazione e produzione di:

- dispositivi di fissaggio per i prodotti da costruzione;
- dispositivi di fissaggio per l'agricoltura;
- marcatori e materializzazioni topografiche (Feno).

Leica Geosystems e la Società Faynot (Terminali Feno) hanno lanciato una nuova applicazione costituita da **Capisaldi Intelligenti Feno RFID** con applicativi e servizi.

Un sistema RFID ⁽⁶⁾ è costituito da tre elementi fondamentali:

- un apparecchio di lettura e/o scrittura (lettore);
- una o più etichette RFID (o tag o transponder);
- sistema informativo di gestione dei dati per il trasferimento dei dati da e verso i lettori.

L'etichetta RFID può essere: attiva, passiva o semi-attiva.

Se è passiva contiene semplicemente:

- un microchip (con identificativo univoco ed eventuale memoria) privo di alimentazione elettrica;
- un'antenna;
- un materiale che fa da supporto fisico chiamato "substrato" e che viene "eccitato, alimentato e/o scritto" al passaggio di un lettore che emette un segnale radio a frequenze basse o medie o di alcuni gigahertz (sotto le diverse bande usate).

La radiofrequenza attiva il microchip e gli fornisce l'energia necessaria a rispondere al lettore, ritrasmettendogli un segnale contenente le informazioni memorizzate nel chip ma che può anche scrivere dati sul *tag*.

Se semi-attiva è dotata:

- di batteria che alimenta il chip ed il trasmettitore e, per risparmiare energia, l'etichetta RFID è disattivata e, viene attivata, tramite un ricevitore con tecnologia dei tag passivi; pertanto, in assenza di interrogazioni il tag può operare per tempi lunghi.

Modalità "read-only":

consente di utilizzare la tecnologia RFID in sostituzione del codice a barre sia in ambienti interni che esterni.

Modalità "read/write":

permette non solo una trasmissione di informazioni ma un loro aggiornamento sul chip. Il tag diventa un sistema di identificazione che può tenere traccia della storia di un prodotto fin dalla fase di lavorazione ed essere poi utilizzata in modo interattivo lungo tutta la filiera fino alla distribuzione al dettaglio e in alcuni casi sino al consumatore.

I vantaggi della soluzione Feno RFID sono:

- affidabilità della lettura;
- eliminazione della necessità di "vedere" l'etichetta (elemento interno);
- capacità di lavorare in ambienti contaminati e sporchi;
- capacità di resistere, con opportune protezioni, all'aggressione di agenti chimici e ambientali; di poter operare immerso in un fluido; dentro l'oggetto che si vuole identificare oppure all'interno di un altro contenitore (purché non completamente metallici);
- possibilità di leggere, nello stesso contenitore, il codice di decine o centinaia di etichette in un lasso temporale di pochi secondi e di trasmetterlo al sistema informativo di gestione;
- i tag dotati di memorie non volatili (qualche kilobyte) possono contenere informazioni molto articolate sull'oggetto cui sono associate;
- comunicazione in chiaro o cifrata ed accesso selettivo.



⁽⁶⁾ Cos'è l'RFID? In telecomunicazioni ed elettronica RFID (o Radio Frequency IDentification o Identificazione a Radio Frequenza) è una tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione dati automatica di oggetti, animali o persone (AIDC Automatic Identifying and Data Capture). La tecnologia RFID si basa sulla capacità di memorizzazione di dati da parte di particolari dispositivi elettronici (detti tag o transponder) e sulla capacità di questi di rispondere all' "interrogazione" da parte di appositi apparati fissi o portatili chiamati per semplicità "lettori" (in realtà sono anche "scrittori") a radiofrequenza comunicando (o aggiornando) le informazioni in essi contenute. In un certo senso possono essere assimilabili a sistemi di "lettura e/o scrittura" senza fili con numerosissime applicazioni.

Alcune domande frequenti ...

Che tipo di Tag usa la Feno?

- Passivi, con accesso sia in lettura che lettura-scrittura.

Tutti possono scrivere sui tag?

- No, solo chi ha i diritti di scrittura e il software adeguato.

Posso aggiornare le informazioni nel tag?

- Sì, ma con l'accesso di scrittura.

I «Tag passivi» possono essere di tutti i materiali?

- No, i metalli non permettono la trasmissione dei dati.

A quale distanza tra Lettore e «Tag passivo» posso leggere?

- Il Tag passivo non è alimentato quindi necessita di essere a contatto.

Quanto tempo ci metto a leggere il contenuto del Tag?

- Tipicamente 30sec.

Posso usare altri Lettori RFID?

- Sì. Ma solo in lettura. Alcuni cellulari sono dotati di QR, RFID reader.

Applicazioni già in uso:

- documenti d'Identità e Passaporti;
- carte di Credito;
- gestione Magazzini;
- logistica (Aeroporti, ...);
- controllo presenze e accessi;
- manutenzione ed Assistenze;
- identificazione animali;
- anti taccheggio;
- monitoraggio raccolta rifiuti ...
- ... materializzazioni Topografiche.



Un sistema RFID è costituito da 4 elementi fondamentali:

- Un apparecchio di lettura e/o scrittura (lettore)



- Una o più etichette RFID (*tag*) NON METALLICI



- Sistema informativo di gestione per il trasferimento dei dati da e verso i lettori.



Lettore Feno iborne

- Eventuale Supporto / Assistenza



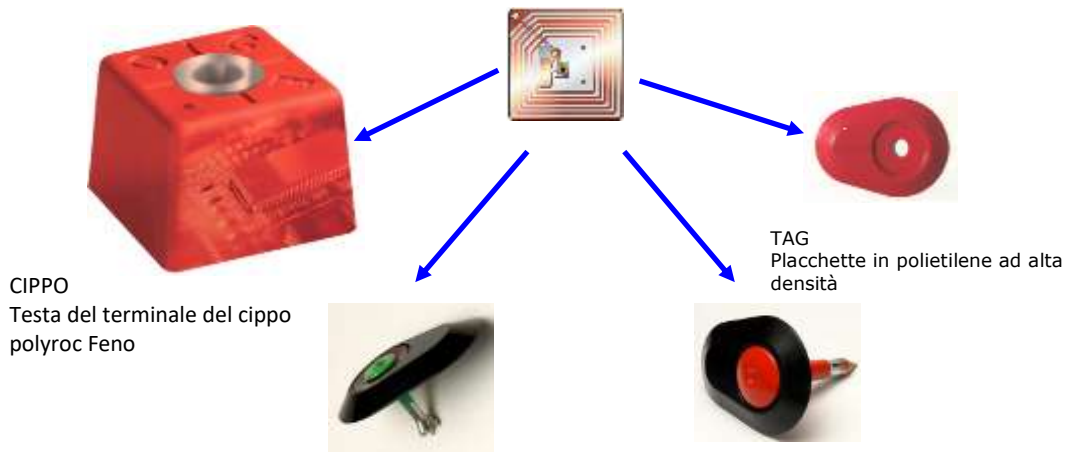


Fig. 14 - Capisaldi RFID Feno

Il tag RFID è incorporato all'interno della testa del cippo o nella placchetta in polietilene (fig. 14), ha un seriale unico di identificazione ed è passivo (inerte e senza batterie).

Grazie ad un tag RFID integrato nella testa del terminale è possibile registrare una serie di informazioni (identificativo del punto, coordinate, note, ecc.). Il tag RFID è protetto, ha una capacità di memorizzazione di oltre 1.000 caratteri e contiene un numero di serie univoco indelebile.

Si legge, grazie al software i-borne, disponibile sui Controller della serie Viva della Leica Geosystems. Molti Enti, Società e Studi Topografici italiani stanno utilizzando i Capisaldi Intelligenti Feno RFID.



Esempi di utilizzo della tecnologia RFID



Carte RFID sono utilizzate per il controllo di accesso ai trasporti pubblici. A Londra viaggiatori utilizzano **Oyster Card** sul "tubo", autobus e traghetti. Identifica il viaggiatore ad ogni tornello e quindi il sistema è in grado di calcolare la tariffa.

Passaporti

Identificazione degli animali

Prodotti di consumo

Badge di identificazione

Serrature elettroniche con il sistema RFID

Biblioteche

Dal 2004 un certo numero di ospedali degli Stati Uniti hanno cominciato ad impiantare nei pazienti RFID tag

Pagamenti contactless



L'altezza strumentale e l'altezza del prisma

A questo punto, prima di procedere oltre, è necessario dare una risposta alla domanda: "Cosa si intende per altezza strumentale?". E' l'altezza che va dal punto di stazione (centro dello strumento) alla sua "materializzazione in campo".

E' necessario misurare l'altezza strumentale ogni qualvolta si mette in stazione lo strumento.

Come si determina l'altezza strumentale? Solitamente su ogni spalla laterale degli strumenti (fig.15) è riportato un puntino (o una croce) che indica il punto di passaggio dell'asse secondario; servendosi di una flessometro o di un metro in legno si misura l'altezza da terra del punto di passaggio dell'asse secondario suddetto.

Quando, però, si fa stazione su una superficie non piana è necessario determinare l'altezza strumentale da più punti a terra ed effettuare una media e ... non fate come dei provetti topografi che mi dissero che la media era un numero periodico e non sapevano come inserirla nella Stazione Totale!!! (fig. 16).

Una soluzione molto intelligente è quella adottata dalla Leica Geosystems che fornisce con le Stazioni Totali un metro che consente di determinare in maniera molto precisa l'altezza strumentale (cfr. b.).



Fig. 15 – Asse secondario



Fig. 16 – Stazionamento su superficie non piana

Qualche anno fa un provetto topografo si posizionò su un fabbricato di campagna alto circa 3 metri ed ebbe problemi nel calcolo dei dislivelli. Mi telefonò e mi disse la solita frase: "lo strumento non funziona!!!". E' una frase che ho sentito parecchie volte in oltre trent'anni di attività ma stranamente più passano gli anni e meno mi preoccupa; con il passare del tempo ho capito che gli strumenti funzionano!!! Chiesi al provetto topografo di inviarmi il libretto delle misure e mi accorsi che il primo punto di stazione aveva un'altezza strumentale di 4,58 m. ... all'altezza strumentale aveva sommato l'altezza del fabbricato (fig. 17); aveva interpretato alla lettera la maniera di dire in gergo topografico: "l'altezza strumentale va presa da terra"!!!



Fig. 17 – Errata determinazione dell'altezza strumentale

E' importante determinare anche l'altezza del prisma. L'altezza del prisma si legge sull'asta portaprisma che è graduata, estensibile (fig. 18) e dotata di una livella sferica per renderla verticale. Tutte le volte che l'altezza dell'asta viene variata (ad esempio alzata per superare eventuali ostacoli) va rilevata la nuova altezza e comunicata all'operatore allo strumento.

Facciamo un esempio pratico. Supponiamo di dover effettuare il rilievo di una zona dove dovrà essere realizzato un campo di calcetto. E' necessario fornire all'impresa che eseguirà i lavori le coordinate dei punti battuti. E' evidente che sarebbe assurdo fornire all'impresa l'altezza strumentale e le altezze dei centri prismi dei vari punti battuti; cosa se ne farebbe? Ecco perché tutto viene riferito come suol dirsi nel gergo topografico "a terra" grazie all'altezza strumentale ed all'altezza del prisma ma ... attenzione se l'altezza strumentale venisse misurata dalla "testa" del picchetto, nel "cambio di stazione", il puntale dell'asta portaprisma dovrà essere posizionato sulla "testa" del picchetto; se l'altezza strumentale venisse determinata da "terra" il puntale dell'asta portaprisma dovrà essere posizionato "a terra".

Anni fa fornii ad un'Impresa di Costruzioni una Stazione Totale. L'Impresa doveva realizzare un'area di atterraggio e parcheggio per elicotteri e, pertanto, fu necessario eseguire un rilievo ed una rappresentazione della zona a curve di livello (?). L'area da rilevare di forma pressoché rettangolare aveva lati di 1.000 m x 600 m circa ed era abbastanza pianeggiante ma ... dal rilievo venne fuori un inspiegabile dislivello di circa 10 m tra il primo e l'ultimo punto di stazione!!! Ricevetti la solita telefonata: "Lo strumento non funziona!!!". Ripensai alla frase della scrittrice Carmen Covito: "La responsabilità non è dello strumento, ma di chi lo utilizza"; mi feci inviare il libretto delle misure.

Sul lato più lungo della zona da rilevare era stata eseguita una poligonale aperta di undici stazioni. I punti di stazione erano stati materializzati con tubi in pvc riempiti di calcestruzzo in cui era stato "affogato" un tondino in ferro (fig. 19).

Inserii il file del libretto delle misure nel software di elaborazione ed ebbi circa 10 m di dislivello tra il primo punto di stazione e l'ultimo punto di stazione. Effettuai una nuova elaborazione ed ottenni gli stessi risultati. Non riuscivo ad individuare dove fosse l'errore. Detti un'occhiata al libretto delle misure grezze e notai che le altezze strumentali erano comprese tra 0,70 m e 0,90 m mentre le altezze del prisma erano comprese tra 1,60 m e 1,80 m. Fu allora che capii che le altezze strumentali erano state misurate dalla sommità del tondino in ferro che fuoriusciva dal tubo in pvc; mentre le altezze del prisma erano state prese da terra. Telefonai al topografo dell'Impresa e gli dissi di inviarmi le altezze da terra delle "teste" dei tondini di ferro ed il problema fu risolto.

Ovviamente l'altezza strumentale e l'altezza del prisma vengono fornite alla Stazione Totale che effettua direttamente in campo il calcolo dei dislivelli.

Che grande vantaggio rispetto ad anni fa quando si usava la stadia, si dovevano effettuare i calcoli a mano e si utilizzavano le tavole logaritmiche ...



Fig. 18
Asta portaprisma

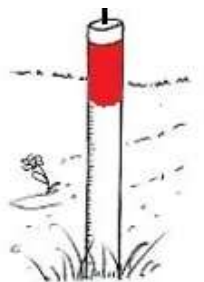
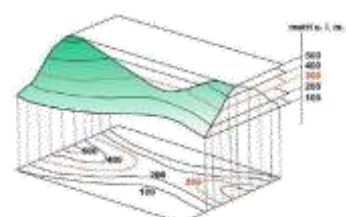


Fig. 19

(7) Dicesi *curva di livello* o *isoipsa* una linea che congiunge tutti i punti della superficie fisica del terreno aventi una medesima quota e *piano a curve di livello* una rappresentazione costituita dalla proiezione sulla superficie di riferimento di un insieme di curve di livello le cui quote differiscono di un quantità costante (dislivello) detta *equidistanza*.



1ª fase: Rendere verticale l'asse primario dello strumento

Cosa significa rendere verticale l'asse primario dello strumento (fig. 20)?

Posizionando lo strumento su un "punto" l'asse primario deve coincidere con la verticale ⁽⁸⁾ passante per quel "punto".

Sarebbe opportuno che la messa in stazione la eseguisse un solo operatore e ... tenesse il cellulare spento!!! ⁽⁹⁾.

Facile dire "rendiamo verticale l'asse primario dello strumento" ma ... l'asse primario non si vede!!! Allora renderemo perfettamente orizzontale la superficie di appoggio del basamento dello strumento (pagina 5).

Un "attore" della messa in stazione che ha un ruolo molto importante è il treppiede. Oserei dire che "chi piazza bene il treppiede è a metà dell'opera".

Il treppiede ha le gambe allungabili ed incernierate alla piattaforma d'appoggio. In fig. 21 sono descritte le parti principali del treppiede.

E' molto importante la scelta del treppiede. Spesso alcuni topografi utilizzano treppiedi metallici perché più leggeri durante il trasporto ma, quando si effettuano rilievi di alta precisione o si utilizzano Stazioni Totali Robotiche, sarebbe opportuno impiegare treppiedi pesanti in legno che abbiano un'isteresi molto modesta (1" per il treppiede Leica GST120-9), una buona stabilità in altezza (0,02 mm circa per il treppiede Leica GST120-9), una trascurabile deriva orizzontale e soprattutto che soddisfino i requisiti ISO.

Vediamo come rendere verticale l'asse primario dello strumento.

a) Tenendo unite le gambe del treppiede allungarle della stessa quantità (per i principianti: un'altezza adeguata sarebbe quella in cui la testa del treppiede coincide con la punta del naso dell'operatore - fig. 22).

b) Allargare le gambe del treppiede, posizzionarle in modo tale che i puntali descrivano una circonferenza avente come centro il punto di stazione materializzato in campo e ... "buttare un occhio" (più che gergo topografico è una maniera di dire barese che significa "guardare con attenzione") alla testa del treppiede affinché sia il più orizzontale possibile.

Prestare attenzione a due aspetti fondamentali.

Il primo è quello di piazzare il treppiede ad un'altezza che tenga conto che dovrà essere posizionata la Stazione Totale in modo tale che, si possa operare comodamente, durante le fasi di rilievo.

Il secondo aspetto, molto importante, è quello di allargare le gambe del treppiede in modo che risulti abbastanza stabile.

Aprire poco le gambe del treppiede potrebbe comportare un facile "ribaltamento" dello stesso e ... di conseguenza la caduta dello strumento!

Quando per strada, vedo alcuni topografi operare con le gambe del treppiede poco allargate, "mi cade il cuore nei calzini" (come diceva mia figlia quando era piccola!).

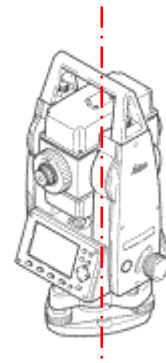


Fig. 20
Asse primario di una Stazione Totale

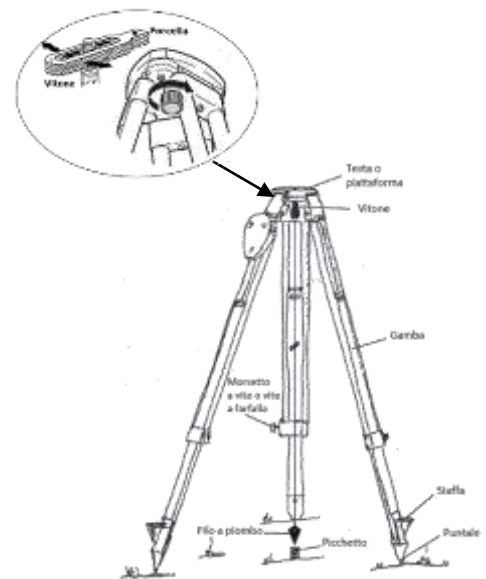


Fig. 21 - La parti principali di un treppiede



Fig. 22

⁽⁸⁾ Chiamasi *verticale* la traiettoria seguita da un peso che cade liberamente nel vuoto comunemente individuata, in un punto, dalla direzione del filo a piombo.

⁽⁹⁾ In grassetto, ho riportato le accortezze da avere durante le fasi della messa in stazione onde evitare tristi conseguenze ...!!!



Posizionare il vitone al centro della circonferenza presente sulla della testa del treppiede, agganciarvi il filo a piombo allungarlo della necessaria quantità al fine di verificare che la punta del piombo sia centrata sul "punto a terra". E' un metodo questo non più in voga a tal punto che molte case costruttrici di strumentazioni topografiche non forniscono il filo a piombo. E' utilizzato spesso quando si adoperano i livelli e gli autolivelli. Altri tecnici, invece, utilizzano il vitone a mo' di "mirino" e traguardandovi dall'alto controllano che sia più o meno centrato il "punto a terra (picchetto, chiodo, etc.).

Alcuni topografi, anziché utilizzare il filo a piombo fanno cadere un sassolino dalla parte inferiore del vitone del treppiede verificando che cada al centro del "punto a terra" (Fig. 23).

Se il punto di stazione non è centrato spostare il treppiede e ... "buttare un occhio" alla testa del treppiede affinché sia il più orizzontale possibile.

I topografi più esperti saltano tutte le fasi precedenti, posizionano la Stazione Totale sul treppiede e, servendosi del piombo laser (fig. 24) (o del piombino ottico) di cui è corredato lo strumento, centrano il punto a terra.

c) Conficcare un puntale del treppiede nel terreno ⁽¹⁰⁾, esercitando una energica pressione con un piede, sulla staffa (fig. 25).

d) Correggere la non orizzontalità della testa del treppiede alzando o abbassando le gambe (del treppiede ... ovviamente!) dopo aver allentato le viti a farfalla.

e) Estrarre la Stazione Totale dalla custodia afferrandola dal maniglione con la mano sinistra e sorreggendola con la mano destra sotto il basamento. Posizionare la Stazione Totale sul treppiede sistemandola il più possibile al centro della testa del treppiede (in modo da poterci giocare alla fine dell'operazione di messa in stazione l' "asso nella manica"!!!) ed **avvitarla istantaneamente per scongiurare eventuali cadute.** Richiudere la custodia onde evitare che entrino polvere, insetti, etc..

E' consigliabile tenere l'area di stazionamento sgombra da oggetti e da ... persone!

f) Sollevare le due gambe del treppiede (fig. 26) che non sono state conficcate nel terreno, sfiorare con i loro puntali il terreno e servendosi del piombo laser o del piombino ottico, centrare il "punto a terra".

Conficcare a più riprese ed alternativamente le due gambe del treppiede nel terreno esercitando una lieve pressione con il piede sulle staffe (onde evitare forti contraccolpi alla strumento) e ... "buttare un occhio" alla testa del treppiede affinché sia il più orizzontale possibile.



Fig. 23



Fig. 24 – Piombo laser



Fig. 25



Fig. 26

(¹⁰) Parliamo di "terreno" ma le operazioni descritte valgono per qualsiasi superficie di appoggio. Su alcune superfici, però, non è possibile conficcare i puntali del treppiede. Ad esempio se si dovesse fare stazione su un terrazzo, o su superfici scivolose o su un pavimento prestigioso (chiese, castelli, musei, ecc.) è consigliabile utilizzare una stella per treppiede onde evitare che scivolino i puntali o di "forare" la guaina del terrazzo.



Correggere la non orizzontalità della testa del treppiede alzando o abbassando le gambe (del treppiede ... ovviamente!) dopo aver allentato la vite a farfalla della gamba su cui si deve agire. Osservate la posizione della mano sinistra (destra per i mancini) in fig. 27 e, soprattutto, il pollice che così utilizzato consente di tenere a freno la parte scorrevole della gamba del treppiede onde evitare inattesi e pericolosi abbassamenti o sollevamenti.



Fig. 27

Per effettuare questa operazione centriamo la bolla della livella sferica che è posizionata sulla Stazione Totale (fig. 28).

Cos'è una livella sferica?

La livella a bolla si basa su un principio elementare della fisica: riempiendo un contenitore di liquido (di solito liquidi volatili, a bassa viscosità e basso punto di congelamento come etere, o alcool o benzina avio) e lasciandovi una bolla d'aria (o di vapori del liquido) all'interno, la bolla si posizionerà sempre nel punto più alto del contenitore, perché l'aria è meno densa del liquido.

Sfruttando questa proprietà, se inseriamo del liquido in un contenitore di vetro cilindrico con la parte superiore a forma di calotta sferica, lasciandovi una bolla d'aria, la bolla si posizionerà sempre nel punto più alto del contenitore.

Sulla parte superiore della calotta sferica viene inciso un cerchietto che permette il centramento della livella.

Quella su descritta è la livella sferica.

Per ottenere una maggiore precisione, però, dovremo utilizzare una livella torica costituita da un contenitore in vetro (fiala) a forma di toro (fig. 29) ⁽¹¹⁾.

Sulla parte superiore della fiala è riportata una graduazione simmetrica rispetto al punto centrale M. La livella si dice centrata se la bolla è in posizione simmetrica rispetto alla graduazione (fig. 30).

La livella torica ci permette di avere precisioni maggiori rispetto a quella sferica, con l'unico inconveniente che le fornisce solo in una sola direzione.

Allentare la vite a farfalla per abbassare o sollevare la gamba del treppiede e, se è proprio necessario, mettere un piede sulla staffa della gamba del treppiede su cui si opera, per evitare che il puntale del treppiede fuoriesca dal terreno. Ricordatevi come utilizzare il pollice della mano sinistra (destra per i mancini) che, come già detto in precedenza, consente di tenere a freno la parte scorrevole della gamba del treppiede.

Operare sulle tre gambe del treppiede allo stesso modo al fine di centrare la bolla della livella sferica.

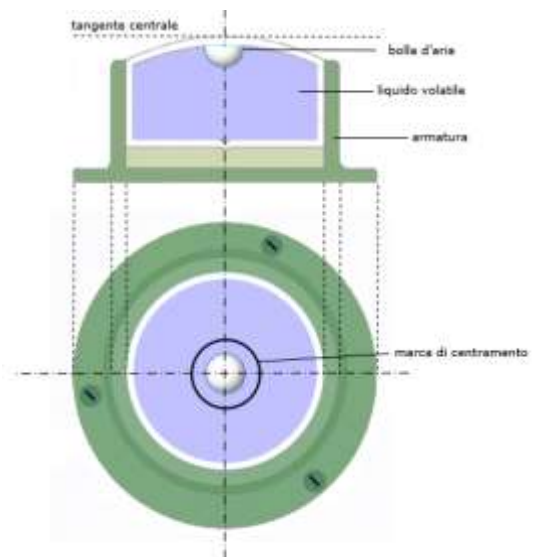


Fig. 28



Fiala livella torica

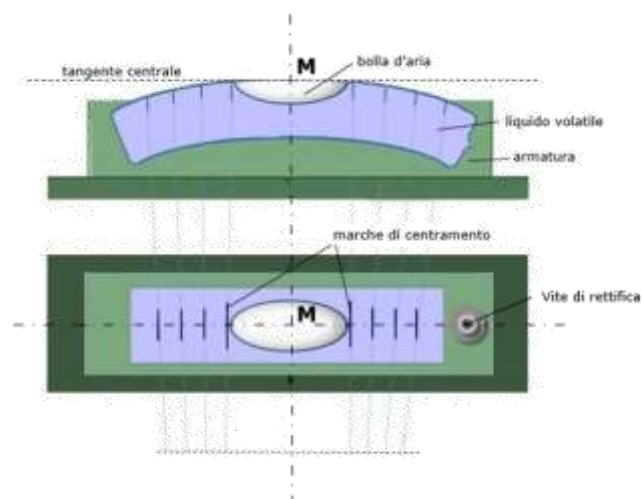
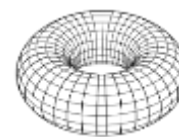


Fig. 30

⁽¹¹⁾ In geometria il **toro** o **toroide** è una superficie a forma di ciambella. Può essere ottenuta come superficie di rivoluzione, facendo ruotare una circonferenza, la *generatrice*, intorno ad un asse di rotazione appartenente allo stesso piano della generatrice ma, disgiunto, da questa.



Su quali gambe intervenire per centrare la bolla della livella sferica? Guardate la "bolla" della livella sferica. Dovrete agire sulla gamba del treppiede rivolta nella direzione individuata dal centro della bolla e dal centro del cerchietto inciso sulla calotta sferica.

Devo alzare o abbassare la gamba del treppiede?

Guardate la "bolla" della livella sferica.

Se la bolla è fuori dal cerchio dalla parte

- della gamba del treppiede: questa va abbassata.
- opposta alla gamba del treppiede: va alzata

Desidero richiamare la vostra attenzione sul fatto che sino ad ora non abbiamo agito per niente sulle viti del basamento o viti "calanti" della Stazione Totale e consentitemi di dire che, un buon topografo, si riconosce anche da quanto poco utilizza le viti del basamento nella messa in stazione e, ovviamente, dalla celerità e dall'accuratezza con cui esegue l'operazione.

E' consigliabile, al fine di utilizzare l'escursione delle viti del basamento, tenerle a metà della corsa. Sui "perni" delle viti del basamento è incisa una tacca circolare che indica la metà della corsa (fig. 31).

Attenzione non dimenticatevi, a fine operazione, di serrare le viti farfalla delle gambe del treppiede.

- 1) Ora dovremo centrare la bolla della livella torica. Se la Stazione Totale fosse dotata di una livella elettronica centrare la bolla di quest'ultima; il procedimento di seguito riportato è utilizzabile in entrambe le situazioni.

Torniamo alla 1ª fase della messa in stazione: Rendere verticale l'asse primario dello strumento.

Ohibò!!! Come già detto, l'asse primario, non è materializzato e pertanto non lo vediamo; allora come facciamo a renderlo verticale? Se rendessimo orizzontale il piano passante per la superficie di appoggio della Stazione Totale renderemmo verticale l'asse primario,

Come possiamo rendere orizzontale un piano?

Pensiamo ad un muratore che stia realizzando una scala; quale metodo e quale attrezzo utilizza per verificare se la pedata di un gradino è orizzontale? Una livella torica! (fig. 32).

La livella torica, come detto precedentemente, consente di verificare l'orizzontalità di una retta solo in una direzione. Il muratore per verificare l'orizzontalità della pedata di un gradino dispone la livella torica lungo una direzione, poi la ruota di un angolo retto e, se la bolla della livella è centrata in entrambe le direzioni, la pedata del gradino è orizzontale. Questo perché, due rette ortogonali tra di loro, giacciono sullo stesso piano. Per centrare la bolla della livella torica (o elettronica fig. 33) della Stazione Totale agiremo come il muratore!



Fig. 31



Fig. 32

Prima di esporre il procedimento, però, scopriamo qualche altra "peculiarità" del basamento (o tricuspid).

Le viti del basamento sono disposte nei vertici di un triangolo equilatero. In un triangolo equilatero, essendo i tre lati uguali, l'asse di ogni lato coincide con l'altezza, con la mediana e con la bisettrice (fig. 34) e questo ci è di grande aiuto per le nostre operazioni.

Grazie alla peculiarità suddetta, pertanto, con enunciazione "catechistica" come riportato sulla stragrande maggioranza dei testi di topografia:

- 1) disporre la livella torica lungo la congiungente due viti del basamento, ad esempio A e B in fig. 35.
- 2) Centrare la bolla della livella torica ruotando, con movimenti uguali e contrari, le due viti A e B.

In altre parole le due viti A e B devono essere ruotate, contemporaneamente e della stessa quantità, o verso l'interno o verso l'esterno.

Come decidere se ruotare le due viti verso l'interno o verso l'esterno? Se volessimo che la bolla si spostasse verso destra, come in fig. 35, ruoteremo le due viti verso l'interno perché dovremo osservare l'indice della mano destra: se quest'ultimo ruota in senso orario la bolla andrà da sinistra verso destra; se l'indice della mano destra ruota in senso antiorario la bolla andrà da destra verso sinistra.

Ruotare le viti del basamento molto lentamente ed attendere che la bolla finisca di "cullarsi".

- 3) Ruotare l'alidada di un angolo retto in modo da disporre la livella torica lungo la direzione della terza vite (C in fig. 36) e questo è facilitato dal fatto che, come suddetto, le viti calanti sono posizionate nei vertici di un triangolo equilatero. Agendo sulla vite C centrare la bolla della livella torica. Ruotare la vite molto lentamente ed attendere che la bolla finisca di "cullarsi".

- 4) Riportare la livella torica lungo la congiungente le due viti del basamento A e B e centrare nuovamente la bolla.
- 5) Ruotare l'alidada in più posizioni e verificare se la bolla della livella torica rimane centrata. Se ciò dovesse verificarsi allora la livella è rettificata; altrimenti se, si è sicuri di aver operato bene, procedere alla rettifica della livella.

Per rettificare la livella torica posizionarla lungo la congiungente le viti A e B e centrare la bolla. Ruotare l'alidada di 180° e correggere lo spostamento della bolla per metà con le viti calanti A e B e per l'altra metà con la vite di rettifica della livella utilizzando il chiavino a corredo della Stazione Totale (fig. 37)

Probabilmente l'operazione di rettifica va ripetuta più volte. Se si è operato correttamente la bolla deve rimanere centrata comunque si ruoti l'alidada.

Ripetere le operazioni riportate nei punti 1), 2), 3 e 4).



Fig. 33

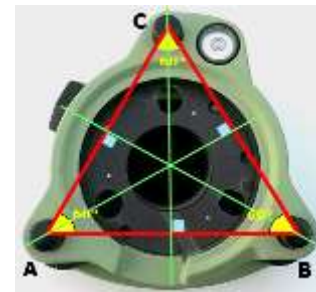


Fig. 34

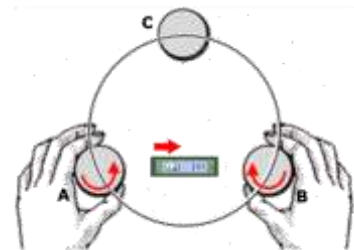


Fig. 35

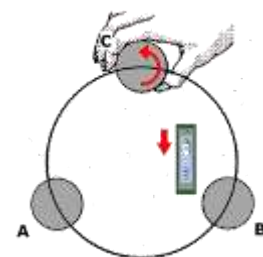


Fig. 36

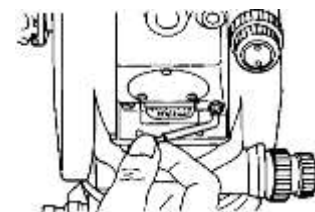


Fig. 37



Livello automatico

Attenzione a non confondere la livella con un livello. La livella è ciò che è stato su descritto. Il livello è uno strumento utilizzato per misurare dislivelli.

Anni fa mi telefonò un Geometra chiedendomi il prezzo di un livello.

Quando gli dissi: "Da 300 a 5.000 Euro"; mi disse: "me l'avevano detto che siete cari!!!". Dopo una breve chiacchierata capì che voleva una livella sferica da montare sull'asta per il prisma!!! Gliela inviai gratis.

Nello stesso modo è possibile rettificare una livella sferica. Tuttavia, essendo la Stazione Totale dotata di livella torica (o elettronica) che è più sensibile ⁽¹²⁾, conviene rettificare prima la livella torica (o elettronica ⁽¹³⁾) e poi rettificare la livella sferica semplicemente centrandone la bolla con le 3 viti di rettifica (fig. 38) utilizzando il chiavino a corredo.

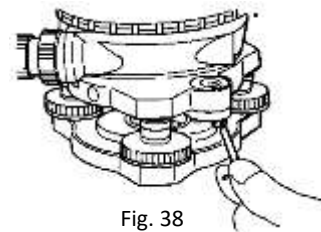


Fig. 38

Se invece dovessimo rettificare la livella sferica di un livello automatico (o autolivello), in cui non è presente una livella torica, agiremo nel modo seguente.

- 1) Centrare accuratamente la bolla della livella sferica (fig. 39)
 - 2) Ruotare lo strumento di 180°
 - 3) Se la bolla rimane al centro del cerchietto di riferimento, allora la livella è rettificata. Se invece fuoriesce anche solo parzialmente operare come segue:
 - 4) Agendo sulle viti del basamento dimezzare il decentramento della bolla
 - 5) Portare la bolla al centro del cerchietto di riferimento agendo sulle viti di rettifica della livella con il chiavino a corredo; in tal modo correggeremo l'altra metà del decentramento.
- Se si è operato correttamente la bolla deve rimanere centrata comunque si ruoti lo strumento.

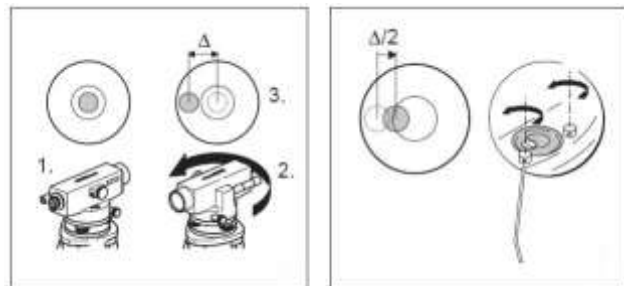


Fig. 39

Per rettificare una livella, torica o sferica, sarebbe opportuno posizionare lo strumento su un appoggio molto stabile; l'ideale sarebbe un pilastro in cemento ma se ciò non fosse possibile si potrebbe utilizzare una scrivania molto stabile, il davanzale di una finestra, un muretto, etc.

2ª fase: Far sì che l'asse primario dello strumento passi per la "materializzazione in campo" del punto di stazione

Abbiamo assolto alla 1ª fase della messa in stazione rendendo verticale l'asse primario dello strumento. Ora, attraverso il piombino ottico o il piombo laser, verifichiamo se l'asse primario passi per la "materializzazione in campo" del punto di stazione. Se ciò dovesse verificarsi o siamo stati abbastanza bravi o abbiamo avuto molta fortuna!

Se il "punto a terra" non è centrato, è giunto il momento di giocare l'"asso nella manica". Quella che segue è un'operazione a cui prestare molta attenzione.

Svitare dal vitone del treppiede, **non totalmente**, la Stazione Totale e traslarla sulla piattaforma di appoggio del treppiede sino a centrare (servendosi del piombo ottico o del piombo laser) il "punto a terra".

Riavvitare lo strumento.

Dato che la piattaforma del treppiede non è perfettamente levigata la bolla della livella torica avrà subito un piccolo spostamento. Centrare nuovamente la bolla seguendo le procedure descritte nelle pagine precedenti. Se necessario ripetere le operazioni suddette.

In questo modo avremo soddisfatta anche la seconda fase. Non ci rimane che procedere alla

3ª fase: Orientarsi su un "punto fisso" che d'ora in poi chiameremo "punto di orientamento"

Scegliamo un punto di orientamento ed impostiamo un angolo orizzontale. Ci sono varie scuole di pensiero al riguardo: c'è chi assume come angolo di orientamento 0,0000; chi un valore qualsiasi; chi è obbligato ad impostare un determinato valore angolare.

Qualunque sia il valore dell'angolo di orientamento l'importante è, nel caso si dovesse tornare a far stazione sullo stesso punto, impostare lo stesso valore.

Impostare un angolo di orientamento pari 0,0000 è comodo perché è un valore più facile da ricordare.

⁽¹²⁾ La sensibilità di una livella è definita dall'angolo, espresso in secondi sessagesimali, di cui la livella deve essere inclinata affinché il baricentro della bolla si sposti di 1 mm. La sensibilità si esprime pertanto come secondi/millimetri. Quanto maggiore è questo angolo tanto minore è la sensibilità e viceversa.

⁽¹³⁾ Per la rettifica della livella elettronica consultare le istruzioni riportate sul manuale dello strumento

Sino ad ora abbiamo parlato della messa in stazione con strumento su treppiede. Ci sono casi, circostanze e necessità in cui lo strumento viene posizionato su un pilastro (ad esempio per effettuare un monitoraggio), o collocato su un muro, sulla trave di un carro ponte, su un parapetto, oppure ospitato in un apposito alloggiamento, etc. (fig. 40).

Solitamente in questi casi è presente un tondino in acciaio, o in ottone o in ferro zincato (cementato, saldato, bullonato, etc.) e, possibilmente resistente agli agenti atmosferici, con filettatura di 5/8" ⁽¹⁴⁾ che è il passo standard per avvitare il basamento dello strumento.



Fig. 40

Molto spesso si utilizzano delle piastre di centramento in acciaio che vengono fischerate sulla testa del pilastro (fig. 41). La piastra di centramento ha nel suo centro una vite filettata con passo 5/8".



Piastra circolare di centramento fischerata su pilastro

Fig. 41

⁽¹⁴⁾ I due apici indicano una misura in pollici

Nel caso, ad esempio, di pilastri in cui non fosse presente un tondino con filettatura 5/8" o una piastra di centramento ma, fosse indicato il punto su cui fare stazione, si utilizzano apposite piastre di centramento. In fig. 42 è riportato un magnifico, ammirevole e meraviglioso modello di piastra di centramento ma, incomprensibilmente, non più in produzione!!! Sono piastre pesanti con punte in acciaio per una sicura e salda messa in stazione.



Fig. 42

La piastra è corredata di una vite centrale 5/8" a cui viene avvitato il basamento della Stazione Totale. Attraverso un ingegnoso e prezioso arnese di centramento (alloggiato, in caso di non utilizzato, in un incavo a scatto ricavato a lato della piastra e provvisto di intelligente sistema destinato ad evitarne la involontaria fuoriuscita) dotato di una punta, di una livella sferica e di un sistema a molla per adeguarlo all'altezza della piastra rispetto al pilastro è possibile centrare esattamente il "punto di stazione" e mettere a livello la piastra (fig. 43).

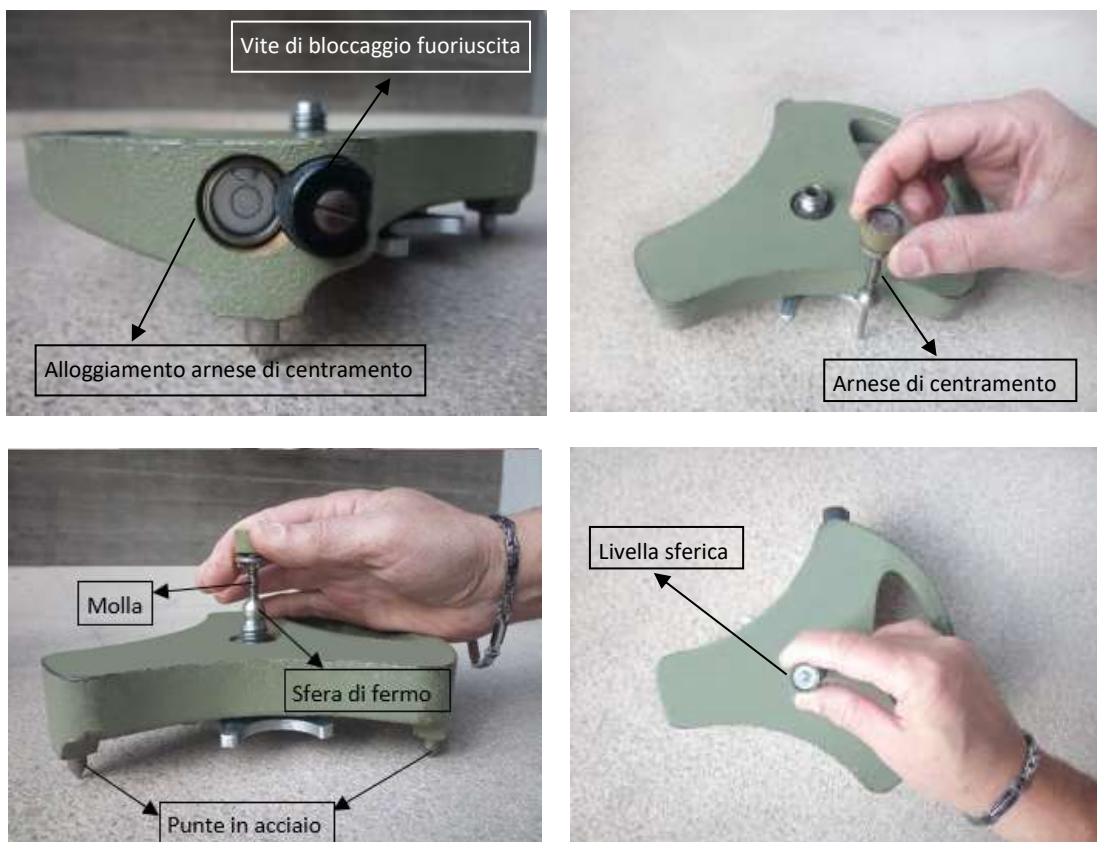


Fig. 43

La procedura di messa in stazione viene completata con la 1ª fase: Rendere verticale l'asse primario dello strumento e la 3ª fase: Orientarsi su un "punto fisso".

La costante del prisma

Nei distanziometri ad onde integrate nelle Stazioni Totali una ricezione soddisfacente delle onde emesse può avvenire unicamente se queste, dopo la riflessione, proseguono secondo un percorso perfettamente parallelo a quello dei raggi incidenti. Questa condizione potrebbe essere ottenuta anche con uno specchio piano se la superficie di quest'ultimo fosse orientata in modo esattamente perpendicolare alla direzione dei raggi incidenti. Tale posizionamento di precisione richiederebbe notevoli complicazioni nell'orientamento angolare della "Stazione Riflettente" ed è perciò da scartare.

Per semplificare e, quindi, ottimizzare il lavoro in campagna è molto più conveniente utilizzare un "prisma riflettore" o "cube-corners" al posto di uno specchio piano.

Come si ottiene un prisma? Un prisma è ottenuto tagliando un cubo di vetro ottico lungo le diagonali di tre facce adiacenti dello stesso. Del prisma ottenuto la faccia "A" è interna al cubo originario, mentre le facce "B", "C" e "D" sono quelle esterne. (fig. 44).



Sulla superficie "A" si ha l'ingresso dei raggi incidenti, mentre in corrispondenza di ciascuna delle superfici "B", "C" e "D", si hanno le riflessioni interne che portano il raggio a riemergere perfettamente parallelo a se stesso. I percorsi seguiti sono i seguenti: nel triangolo rettangolo QOP, rappresentato in fig. 45, un raggio incidente che, entra nel punto F, viene riflesso nei punti O ed P e riemerge nel punto G appartenente alla stessa superficie da cui è entrato. In questo caso la somma degli angoli di incidenza e di riflessione ($\alpha + \beta$) è di 90° e, quindi, le linee FO ed GP sono parallele.

Da questa costruzione si dimostra che il raggio incidente in F è parallelo al corrispondente raggio emergente da G.

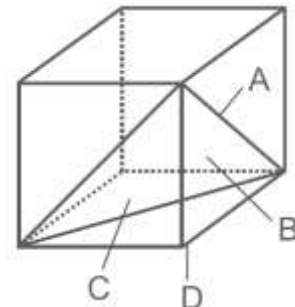
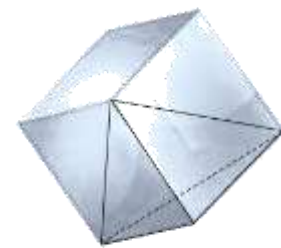


Fig. 44

Il punto su cui viene determinata la distanza viene chiamato **centro teorico del prisma C_T** ; questo punto non coincide con il centro C_P del prisma a causa della velocità della luce che rallenta nel vetro rispetto al valore che possedeva nell'aria ed al maggior percorso che compie il raggio all'interno del prisma (fig. 46).

Questa differenza è corretta dalla **costante del prisma** che risulta pari alla differenza fra la "distanza misurata" e la vera distanza fra il centro della Stazione Totale C_S ed il centro teorico del prisma C_T .

Infatti, il percorso geometrico della luce all'interno del prisma, va moltiplicato per i_r (indice di rifrazione del vetro):

$$\text{costante del prisma} = (l' \times i_r) - l$$

Ovvero, uguale alla distanza fra C_P e C_T .

Pertanto, la distanza fra C_P e C_T , è la costante del prisma.

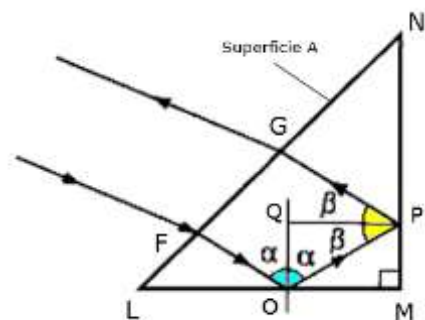


Fig. 45

La montatura del prisma viene realizzata in modo tale che il suo centro meccanico C_M tenga conto del fatto che il percorso della luce risulta superiore alla distanza fra centro della Stazione Totale C_S e centro prisma C_P e, pertanto, anche al fine di non complicare la vita dei topografi, le case costruttrici realizzano la montatura in modo tale che il suo centro meccanico C_M coincida con il centro teorico C_T .
Comunemente si tende a dimensionare il supporto del prisma in modo che la **costante del prisma** sia uguale a 0.

Per esempio:

$$i_r = 1,5167$$

$$l' = 49,7 \text{ mm}$$

$$\text{costante del prisma} = (1,5167 \times 49,7) - 75,4 = 0$$

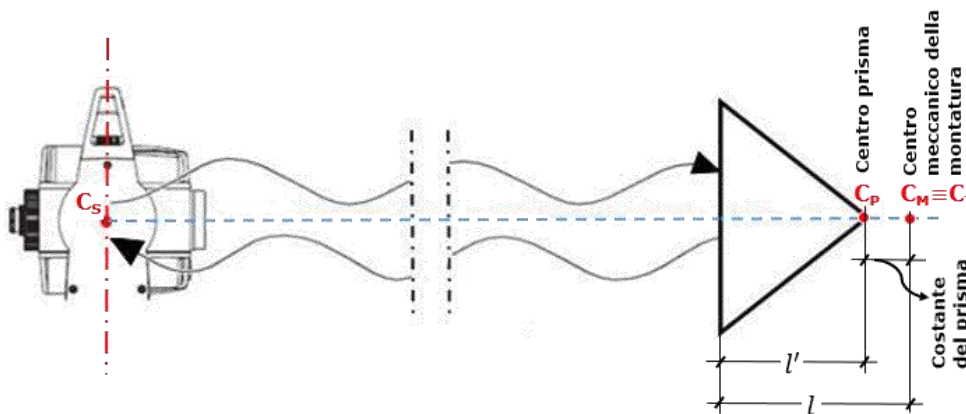


Fig. 46

Le costanti dei prismi dipendono inoltre dalle lunghezze d'onda del segnale EDM poiché gli indici di rifrazione del vetro del prisma variano in funzione delle diverse lunghezze d'onda.

Solitamente nei distanziometri è possibile impostare il valore della *costante* in base al tipo di prisma utilizzato.

Perché deve essere impostato un valore corretto della *costante del prisma*?

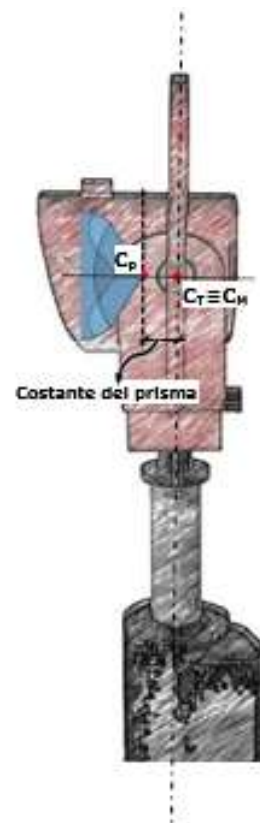
Perché l'impostazione di una costante del prisma sbagliata comporterà un errore nella misurazione della distanza che, determinerà, una maggiorazione o una diminuzione della distanza misurata. Nell'impostazione della costante del prisma bisogna tener conto anche del segno positivo o negativo da assegnarle.

I valori delle costanti dei prismi dovrebbero essere fornite dalle case costruttrici ma, ahimè, quasi nessuna azienda le dichiara con l'aggravante che per abbattere i prezzi forniscono prisma di dubbia provenienza, pessima fattura e di materiale scadente.

In Fig. 47, nella pagina successiva, sono riportati alcuni modelli di prismi con relativa costante.

Bisogna prestare attenzione al fatto che un prisma con costante zero di una casa costruttrice potrebbe non avere la stessa costante per il distanziometro di un'altra marca. In conclusione non possiamo fare a meno di menzionare i distanziometri che lavorano a raggi laser quando vengono utilizzati senza prisma; il valore della *costante del prisma* da impostare sullo strumento deve essere quello dichiarato dalla casa costruttrice.

Se tale valore non fosse conosciuto basta fare qualche misurazione "laser con prisma" e "laser senza prisma" la differenza sarà la costante da impostare sullo strumento ma attenzione al segno (positivo o negativo) da attribuire a tale valore.



Reflector types








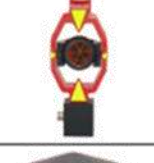

Reflector (SAP#)	Figure	Leica prism - constant [mm]	Relative prism - constant Prism tilt around the tilting axis or swivelled around the standing axis up to 45° [mm]	Tilting axis height in use with GDFxx and GRTxx [mm]	Relative tilting axis height Prism tilt up to 45° around the tilting axis [mm]	Remark
GPH1P (555 631)		0.0	0.0	196	0.0	Precision reflector
GPR1 (+GPH1 +GZT4) (362 830, 362 820, 362 823)		0.0	0.0	196	0.0	Circular prism in container with holder and detachable target plate
GPR121 (641 617)		0.0	0.0	196	0.0	Professional standard prism with detachable target plate
SMP222 (644 187)		+34.4	-1.0 (caused by eccentricity of the reflection centre)	n/a	±9.6 (caused by eccentricity of the reflection centre)	Sliding mini prism
GMP111 (641 615)		+17.5	0.0	100, 400, 700, 1000, 1300	0.0	BASIC mini prism
GAD102 + GMP111 (642 108, 641 615)		+17.5	0.0	196	0.0	BASIC mini prism
GMP111-0 (642 534)		0.0	+5.1 (caused by eccentricity of the reflection centre)	100, 400, 700, 1000, 1300	±12.4 (caused by eccentricity of the reflection centre)	BASIC mini prism Leica-0-Const.
GAD102 + GMP111-0 (642 108, 642 534)		0.0	+5.1 (caused by eccentricity of the reflection centre)	196	±12.4	BASIC mini prism Leica-0-Const.
GRZ4 (639 985)		+23.1	±5	196	±5	360° prism Standard

Fig. 47

Come suddetto i prismi sono sistemati in una montatura basculante che ne permette il montaggio su aste telescopiche, su "basette" standard per poligonazione o su supporti speciali per rilievi di dettaglio di spigoli convessi o concavi.

Inoltre un sistema di "mira coassiale", quasi sempre accoppiato alla montatura del prisma, consente all'operatore allo strumento una corretta collimazione angolare del punto da "battere" (fig. 48). I fili del reticolo, infatti, devono essere centrati sulle punte delle frecce della mira coassiale per avere corretti valori angolari (fig. 49), anche se il centro del reticolo, non dovesse coincidere con quello del prisma per via dell'inclinazione della montatura.

Il prisma, insieme alla montatura ed alla mira coassiale, costituiscono quella che va sotto il nome di *stazione riflettente*.

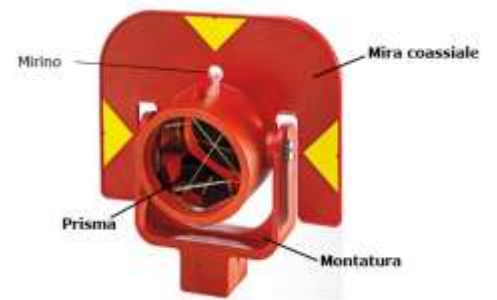


Fig. 48

- *Cos'è un centramento forzato?*

Un centramento forzato è costituito da un basamento o tricuspide identico a quello della Stazione Totale, un adattatore ed una stazione riflettente (fig. 50).



Fig. 49



Fig. 50



- *Perché utilizzare un centramento forzato?*

Fondamentalmente per due motivi:

- velocizzare il lavoro;
- avere maggiori precisioni nelle misurazioni di angoli e distanze.

Un centramento forzato si utilizza anche nei rilievi eseguiti:

- con strumentazioni per rilievi satellitari la stazione riflettente è sostituita da un'antenna (fig. 51)
- con 3D Laser Scanner la stazione riflettente è sostituita da un target (fig. 52).



Fig. 51



Fig. 52

- Quando si utilizza un centramento forzato?

- Nella misurazione dei lati di una poligonale ad esempio.
In questo caso si posizionano due treppiedi (fig. 53): su un treppiede si posiziona la Stazione Totale (vertice di poligonale V_1); sull'altro treppiede, nel vertice di poligonale V_2 , si colloca il centramento forzato sul treppiede. Si effettuano le misure del lato di poligonale e dell'angolo al vertice. Dovendo "rimisurare" (in gergo: ribattere la stazione precedente) il lato di poligonale e l'angolo dal vertice di poligonale successivo al precedente, si toglie la Stazione Totale da V_1 e si porta in V_2 , lasciando treppiede e basamento in V_1 . Allo stesso modo si toglie la stazione riflettente e l'adattatore da V_2 e si collocano sul tricuspide lasciato in V_1 . Si effettuano le misure del lato di poligonale da V_2 a V_1 e dell'angolo al vertice; e così di seguito per i vertici successivi della poligonale. In parole povere ogni vertice di poligonale va "battuto in andata e ritorno". **Le operazioni su descritte devono essere effettuate con molta attenzione e delicatezza onde evitare che i basamenti che, vengono lasciati sui treppiedi "vadano fuori bolla".** In tal modo si velocizza il lavoro e si hanno misure più precise.

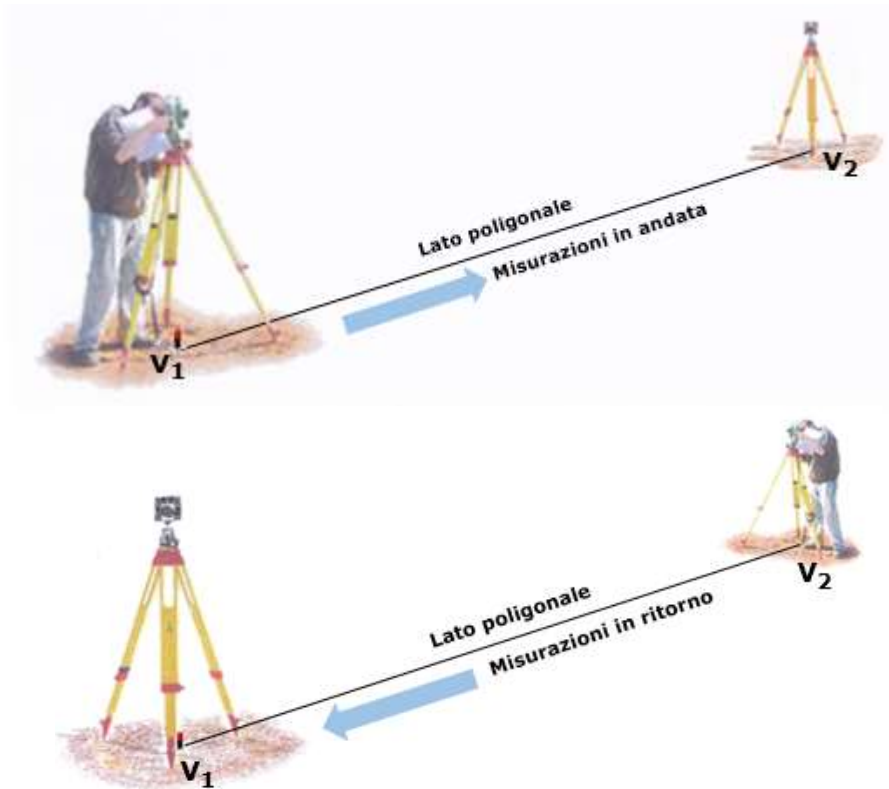


Fig. 53

Alcuni topografi utilizzano una Stazione Totale, due centramenti forzati e tre treppiedi; in tal modo ribattono la stazione precedente e misurano il lato successivo della poligonale e l'angolo al vertice (nel gergo si dice "lanciano" la stazione successiva). Così facendo accelerano le operazioni di rilievo.

- Quando devono essere istituiti dei caposaldi

- Per determinare le coordinate di GCP (Ground Control Points).
I GCP sono punti di controllo a terra di cui si determinano le coordinate con estrema precisione; questi sono necessari ad esempio per georiferire (cfr. c) immagini acquisite da sensori satellitari o aviotrasportati (telerilevamento) o per avere un'adeguata sovrapposizione tra immagini consecutive e tra strisciate adiacenti nel caso di rilievi aerofotogrammetrici o di rilievi eseguiti con SAPR (Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto – Droni).
I GCP sono utilizzati anche in progetti in ambito GIS (Geographic Information System).
- Nei rilievi industriali
- Etc., etc., etc..

Generalmente gli operatori non considerano l'influenza dei prismi sulle misure. Per ottenere un buon livello di precisione ed affidabilità, però, è indispensabile tenere in considerazione tutti i fattori che influenzano le misure.

Come già detto, va attribuita una rilevanza sufficiente alla funzione degli accessori, rispetto all'applicazione che si vuole realizzare ed ai conseguenti risultati. Molte applicazioni quali monitoraggi, valutazioni quantitative di deformazioni di opere d'arte (ponti, viadotti, gallerie, binari ferroviari), allineamento di macchinari industriali, etc., richiedono grande precisione nella misurazione di angoli e distanze. Per queste ultime è indispensabile effettuare un'analisi approfondita dell'incidenza e della gestione delle potenziali fonti di errore.

Caratteristiche dei riflettori

Le due le proprietà principali dei riflettori sono:

- il tipo di prisma e la sua struttura geometrica generale: i prismi a 360° riflettono i segnali di misura provenienti da qualsiasi direzione mentre altri prismi, quelli circolari, devono essere allineati con l'asse di collimazione degli strumenti;
- la costante del prisma. La costante del prisma è una proprietà che caratterizza un particolare modello. In teoria la costante del prisma è un valore costante e, se utilizzata correttamente, non influisce sulle misure. La geometria del riflettore dipende esclusivamente dal modello scelto.

Geometria del riflettore – Prismi circolari

Molte operazioni di rilievo topografico vengono effettuate con i prismi circolari. Un prisma circolare è realizzato con un prisma di vetro a tre facce, i cui tre angoli sono levigati in modo da adattarsi perfettamente alla custodia circolare.

La fig. 54 rappresenta un prisma circolare della Leica Geosystems (GRP1 + montatura GPH1) smontato. Generalmente questo tipo di prismi fornisce misure molto precise che richiedono specifiche rigorose.

I prismi circolari ed i supporti standard di Leica Geosystems hanno un diametro di 62 mm, una misura che consente un uso efficiente delle ottiche del ricevitore (il diametro del prisma viene impostato rispetto a quello del cannocchiale incluse le tolleranze). Questo aspetto viene definito come la capacità di riflessione del segnale del prisma.



Fig. 54

Geometria del riflettore – Prismi a 360°

Le Stazioni Totali motorizzate di Leica Geosystems si servono di un sistema di puntamento automatico ATR (Automatic Target Recognition – Riconoscimento automatico bersaglio: consente la ricerca automatica del prisma e l'autocollimazione) e della tecnologia di bloccaggio automatico. Con l'ATR è sufficiente puntare grosso modo il prisma e avviare una misurazione; la Stazione Totale fa in modo completamente automatico il resto. Il raggio infrarosso trasmesso dal telescopio viene riflesso dal prisma e analizzato immediatamente. La Stazione Totale in automatico muove il cannocchiale, centra precisamente il centro del prisma ed effettua la misura.

In tal modo:

- non è necessario mettere a fuoco l'immagine;
- effettuare misure molto più velocemente;
- ottenere uniforme precisione di centramento del prisma indipendentemente dalle condizioni di luce e dall'operatore (ad esempio nel caso di monitoraggi);
- effettuare misure a prismi standard (non è necessario utilizzare prismi attivi);
- risulta molto vantaggioso per le misurazioni di ripetizione e quando si misura un gran numero di punti (ad esempio nel caso di monitoraggi).

Le Stazioni Totali di Leica Geosystems, inoltre, hanno la funzione PowerSearch che è in grado di trovare i riflettori in pochi secondi indipendentemente da dove siano ubicati. Quando PowerSearch è attivo, lo strumento ruota ed emette un ventaglio laser rotante. Non appena il fascio colpisce un prisma lo strumento interrompe la rotazione ed entra in azione l'ATR che prende il sopravvento e perfeziona il centramento del prisma.

Il tutto avviene in modo completamente automatico.

La funzione PowerSearch è altamente raccomandata nell'utilizzo con Stazioni Totali robotiche (one man system).

Potremmo dire in parole molto molto semplici che:

- una Stazione Totale è motorizzata, quando avendo funzioni come l'ATR, PowerSearch, etc., l'operatore opera "dietro" lo strumento fig. 55.
- una Stazione Totale è robotizzata, quando avendo funzioni come l'ATR, PowerSearch, etc., l'operatore può operare "davanti (da solo) e dietro" lo strumento (fig. 56). In questo caso pur essendo identiche le Stazioni Totali va aggiunto un sistema di trasmissione radio ed un "telecomando" (controller, palmtop, tablet, etc.) a distanza.



Fig. 55



Fig. 56

La Stazione Totale robotica trova un impiego ottimale con i prismi omnidirezionali, consentendo una maggiore praticità per l'operatore impegnato alla palina che, evita, di dover allineare costantemente il prisma verso la Stazione Totale. In teoria il prisma a 360° ha la stessa funzionalità di un prisma circolare e riflette il segnale EDM in ingresso verso le ottiche del distanziometro del ricevitore della Stazione Totale. Il prisma a 360° è costituito da sei elementi di vetro a tre facce, saldamente assemblati (brevetto Leica Geosystems – U.S. numero: 6.123.427), ognuno simile a un prisma circolare ma di dimensioni inferiori e con angoli leggermente arrotondati (fig. 57).

Una riflessione continua e permanente del segnale EDM è importante per sfruttare appieno i vantaggi della robotica. Quando l'operatore lavora da solo alla palina, si sposta in modo relativamente rapido e deve potersi concentrare sui punti che sta misurando senza dover essere impegnato ad allineare continuamente il prisma verso la Stazione Totale.

La precisione della posizione è generalmente di massimo 2 mm.



Fig. 57

Deviazione del raggio

La levigatura del vetro del prisma svolge un ruolo importante per la riflessione dei segnali emessi dall'EDM. Più è precisa (angoli e superfici), migliore è il segnale riflesso nella stessa direzione e migliore è la sua intensità.

La deviazione tra i raggi in ingresso e in uscita influisce in modo decisivo sulla misura della distanza. La fig. 58, illustra una misura di prova della deviazione del raggio per un prisma circolare rilevata con un interferometro.

La misura della distanza si basa sul rilevamento della differenza di fase o sul tempo di volo tra i segnali di uscita e di ingresso emessi dall'EDM.

Nei prismi prodotti da Leica Geosystems la verifica, per accertare se la deviazione è inferiore alla soglia di un secondo, viene effettuata dopo il montaggio. Ciascun prisma di Leica Geosystems è certificato. Come si vede nell'esempio in fig. 58, la figura a stella che rappresenta una deviazione leggermente superiore della media è dovuta agli spigoli del prisma. Il prisma circolare testato ha una deviazione massima di 0,8 secondi. Ciò significa che in ogni sesta parte del corpo di vetro del prisma la direzione del raggio in ingresso si discosta di meno 0,8 secondi dal raggio in uscita. Se tuttavia si escludono gli spigoli del vetro, i valori medi scendono molto al di sotto del decimo di secondo.

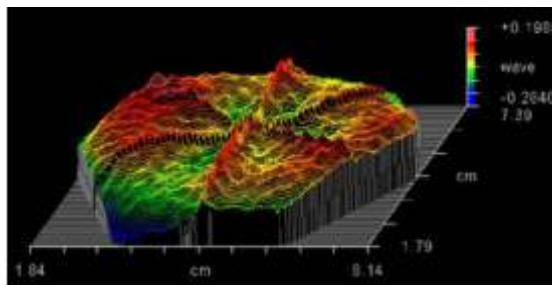


Fig. 58

Rivestimento riflettente

Il grado di riflessione è definito come la capacità di un materiale di riflettere le radiazioni visibili infrarosse. Il grado di riflessione dipende quindi dal materiale e dalla qualità della superficie. I prismi della Leica Geosystems sono rivestiti di rame, un materiale che è caratterizzato da un grado di riflessione più elevato del 75%, è resistente e non si corrode (è incapsulato in resina epossidica ⁽¹⁵⁾).

Il rivestimento garantisce una lunga durata del corpo del vetro del prisma. Molti riflettori disponibili sul mercato ne sono privi; un fattore che può influire fino al 30% sulle prestazioni dell'EDM.

Rivestimento antiriflesso

Durante la misura della distanza un'ampia percentuale del segnale viene riflessa dal prisma ma oltre alla riflessione voluta che, avviene attraverso il corpo del prisma, il segnale EDM emesso viene riflesso anche dalla superficie anteriore (generalmente per il 4%).

Questa parte del segnale riflesso interferisce con il segnale voluto perché, non penetrando nel corpo di vetro del prisma, ha un tempo di percorrenza inferiore.

Questo fenomeno può verificarsi con le distanze ravvicinate se l'allineamento è molto preciso (l'asse di collimazione dello strumento deve intersecare perpendicolarmente la superficie anteriore del prisma), per evitare che questo accada, la superficie anteriore del vetro del prisma è rivestita da uno strato speciale.

La fig. 59 mostra il percorso del raggio del segnale in ingresso. Il segnale previsto corrisponde alla linea rossa (a) ed ha l'intensità maggiore, pari a circa il 70%.

Larghezza di banda (660 nm – 850 nm) utilizzato da Leica Geosystems.



Fig. 59

Quando si usa un prisma senza rivestimento antiriflesso (o dotato di un rivestimento tarato su lunghezze d'onda errate) possono verificarsi errori di misura della distanza fino a 3 mm.

Generalmente i riflettori prodotti da altre aziende non sono dotati di rivestimento. Inoltre i rivestimenti dei riflettori commercializzati da altri produttori spesso riducono la precisione delle misure; questo dipende dalla base della lunghezza d'onda dei sensori EDM.

⁽¹⁵⁾ La resina epossidica si ottiene mediante la combinazione della resina con delle fibre. Oltre ai svariati impieghi è utilizzata anche nella realizzazione di telai (o frame) dei droni.

Qualità del vetro

I riflettori Leica Geosystems sono realizzati con vetro della migliore qualità. Le seguenti caratteristiche assicurano le migliori prestazioni nella misura della distanza e nel riconoscimento dei punti di controllo:

- elevata omogeneità dell'indice di rifrazione in tutto il corpo del vetro;
- tolleranze minime per la determinazione dell'indice di rifrazione e del coefficiente di Abbe ⁽¹⁶⁾;
- minima quantità di venature;
- elevata resistenza agli acidi;
- minima quantità di bolle;
- elevata robustezza e resistenza a condizioni climatiche diverse.

Queste caratteristiche garantiscono una durata superiore e una notevole resistenza ai fattori ambientali.

Raccomandazioni

Per ottenere la massima precisione di misura:

- utilizzare gli stessi tipi di prismi per evitare errori di centratura dovuti all'uso di riflettori diversi;
- se si effettuano misure esclusivamente entro distanze brevi, utilizzare un modello provvisto di rivestimento (antiriflesso);
- utilizzare un prisma adeguato al proprio strumento;
- tenere le superfici del riflettore pulite dalla polvere per evitare eventuali riduzioni del segnale riflesso.

In fig. 60 prismi per l'industria in fig. 61 prismi per rilievi topografici



Fig. 60

Tipo Prisma		
Circolare (GPR)		Prisma standard GPR121/GPR111 Cost. Leica: 0,0 mm
Mini (GMP) Mini0 (GMP111-0)		GMP111 Cost. Leica: +17.5 mm GMP111-0 Cost. Leica: 0,0 mm
JpMini (SMP222)	Mini Prisma 	Cost. Leica: +34.4 mm
380° (GRZ4)		GRZ4/GRZ122 Cost. Leica: +23.1 mm
380°Mini (GRZ101)		GRZ101 Cost. Leica: +30.0 mm
Nastro (GZM)		Cost. Leica: +34.4 mm
360° (MPR122)		MPR122 Cost. Leica: +28.1 mm
Nessuno	Senza prisma	Cost. Leica: +34.4 mm
Utente 1 / Utente 2	L'utente può definire due prismi propri per qualsiasi modalità prisma. Si possono inserire le costanti in mm sia in Cost. Leica che in Cost. Assol. Per esempio: Costante di prisma = -30.0 mm utente = +4.4 mm (34.4 + -30 = 4.4) Cost. Leica = -30.0 mm Cost. Assol	

Fig. 61

Che si voglia controllare un ponte o un vulcano, eseguire rilievi su un grattacielo o una galleria, tracciare un cantiere o effettuare misure di controllo su impianti industriali, con estrema precisione è sempre fondamentale poter contare su strumenti affidabili ma è altresì importante utilizzare accessori originali che consentano di eseguire anche le operazioni più complesse.

⁽¹⁶⁾ Il numero di Abbe (che prende il nome dal fisico, ottico e imprenditore tedesco Ernst Abbe) è un indice che misura la **dispersione cromatica** di un materiale trasparente alle lunghezze d'onda del visibile. In pratica esprime la tendenza del mezzo ottico a scomporre la luce bianca nei colori fondamentali che la compongono, compromettendo la nitidezza dell'immagine. I coefficienti di Abbe sono utilizzati per classificare i vari tipi di vetri e altri materiali trasparenti

Ora, però, prima di concludere, alcuni suggerimenti che ritengo possano essere utili ogni qualvolta ci troveremo ad affrontare un rilievo.

- **Assestamento degli elementi meccanici**

Prima di usare lo strumento, specie dopo un prolungato disuso, è opportuno muovere a vuoto tutti gli elementi mobili allo scopo di ristabilire l'uniformità della lubrificazione, assestare gli accoppiamenti e portare quindi lo strumento nelle migliori condizioni di funzionamento.

Sarà utile, pertanto, far ruotare l'alidada ed il cannocchiale, manovrare le viti, le viti del basamento, le ghiera di focamento.

- **Ambientamento termico**

Tutti gli strumenti di precisione risentono delle brusche variazioni di temperatura, che creano uno squilibrio termico fra le varie parti dello strumento.

In questi casi prima di usare lo strumento, soprattutto quando devono effettuarsi misure di precisione, è conveniente lasciarlo ambientare per circa 10 minuti onde permettere che ogni suo elemento raggiunga l'equilibrio termico con l'ambiente circostante.

Lo strumento, consentitemi il paragone, è come un'atleta che prima di una gara deve scaldare i muscoli ed ambientarsi.

- **Protezione dalle radiazioni solari**

E' opportuno proteggere gli strumenti topografici dall'irradiazione diretta del sole che ne provocherebbe un riscaldamento disuniforme.

E' buona norma lavorare al riparo (... non solo per lo strumento ma anche per l'operatore!!!) di un adatto ombrellone chiaro.

Questa necessità è particolarmente sentita per gli strumenti muniti di livelle a bolla.

- Lo strumento è in stazione; il suo asse primario è perfettamente verticale e passante per il "punto a terra". Trascorso un po' di tempo, durante il rilievo, ci accorgiamo che la bolla della livella torica o della livella elettronica non è più centrata! Cosa fare? Smontare tutto e sperare in una giornata più fortunata? No!!!

Probabilmente ciò è accaduto perché abbiamo toccato inavvertitamente il treppiede o perché la superficie, in cui sono conficcati i puntali del treppiede, si è assestata (pensate ad un terreno arato o all'asfalto stradale in un caldo pomeriggio di Luglio. In quest'ultimo caso sarebbe stato più salutare stare a casa o meglio ancora al mare!).

"Il vento è il peggior nemico del topografo" si diceva un tempo ... Potrebbe essere una giornata con molto vento e lo strumento potrebbe "volare".

Ma se proprio non ne potete fare a meno, perché avete litigato con la fidanzata o con la moglie (storia vera: anni fa un Geometra mi telefonò il giorno di Natale per dirmi: "Sai ho litigato con mia moglie e sono venuto a fare un rilievo. Che tasto devo premere sullo strumento per ...?") e desiderate rilassarvi alle raffiche di vento, anche se è il giorno di Natale, prestate molta attenzione; potreste usare l'accorgimento di conficcare dei robusti tondini di ferro in prossimità dei puntali del treppiede e

legare saldamente quest'ultimi ai tondini (fig.62). Oppure appesantire il treppiede con pesi (sacchi di sabbia o blocchetti pesanti di ferro pieno, etc.) o meglio ancora tornare a casa e sopportare la moglie!



Guttuso – Il padre Gioacchino agrimensore



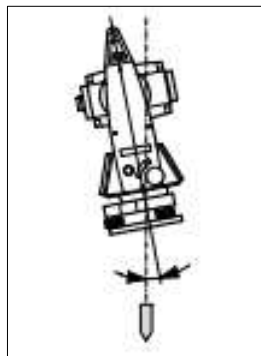
Fig. 62

A parte il vento, ritengo che, oggi, il peggior nemico del topografo sia il cellulare che è fonte di distrazione e dovrebbe essere spento durante i rilievi.

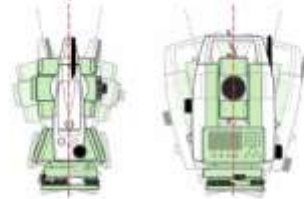
Oppure può essere stato il solito "saputo" che, per dimostrare la sua saccenza, appena vi siete voltati ha toccato lo strumento, ha avvicinato l'occhio dalla parte dell'obiettivo e poi con le mani alzate e fare innocente vi ha detto: "Si vede piccolo!".

O, invece, vi siete allontanati dallo strumento ed al vostro ritorno trovate un cavallo che guarda attraverso il cannocchiale (dalla parte sbagliata ma ... è un cavallo!) ma vi ha mandato fuori bolla lo strumento?

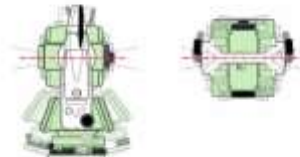
Non preoccupatevi. Se l'asse primario non ha subito forti inclinazioni, i compensatori di cui una buona Stazione Totale è dotata, correggeranno la non perfetta verticalità dello strumento ma, attenzione, entro un certo range altrimenti non effettuerà misure di distanze (fig. 63) e lo strumento va rimesso in stazione.



Compensazione Quadriassiale



grazie al Compensatore Biassiale



**con correzione dell'indice verticale
e della collimazione orizzontale**

Fig. 63

- **Non appoggiarsi mai al treppiede** durante le fasi del rilievo e non mettersi a cavalcioni sulle sue gambe; si potrebbe rischiare di mandare "lo strumento fuori bolla" (fig. 64).
- **Controllare periodicamente la stabilità del treppiede.**

La fonte principale di instabilità è rappresentata dal gioco delle gambe rispetto alla testa del treppiede. Ogni tanto è indispensabile controllare che la rotazione di ciascuna gamba attorno alla propria cerniera non sia troppo libera. In generale il gioco è ben registrato quando una gamba, allungata e sollevata quasi orizzontalmente (fig. 65) si mantiene in questa posizione per effetto dell'attrito nella cerniera.

Qualora ciò non si verificasse, occorrerà stringere i dadi delle cerniere, con l'apposita chiave di dotazione (fig. 66), fino ad ottenere le volute condizioni di attrito.

Il serraggio non deve però risultare eccessivo per non rendere troppo faticosa la manovra di "piazamento" del treppiede stesso.

Serrare anche i dadi dei puntali.



Fig. 64

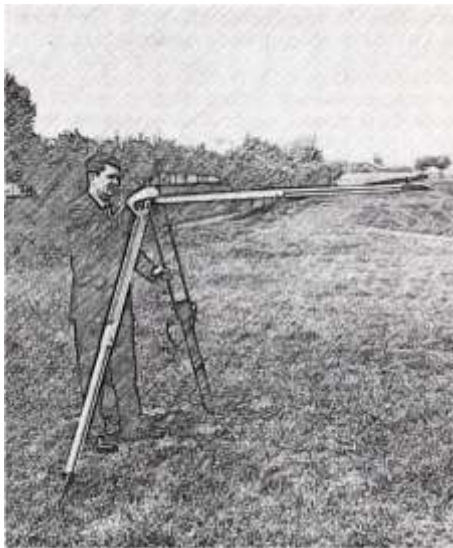


Fig. 65



Fig. 66

- **Evitare di trasportare lo strumento quando è avvitato sul treppiede.** Trasportare sempre la Stazione Totale nella sua custodia anche per brevi tragitti.
- **Attenzione: non lasciate mai lo strumento incustodito**



Sistemi di misura degli angoli		
Sistema sessagesimale	Sistema centesimale	Sistema sessadecimale
<p>Il grado sessagesimale è la 360^a parte dell'angolo giro. Ogni grado è diviso in 60 primi (60'), ogni primo in 60 secondi (60").</p> <p>È sicuramente uno dei sistemi più antichi (ed "imparentato" con la suddivisione di ore-minuti-secondi che utilizziamo per misurare i tempi) ma, il meno agevole, per i calcoli.</p> <p>La ragione della divisione in 360 parti dell'angolo giro è riconducibile all'uso astronomico che i babilonesi facevano di questa misura: dato che il sole compie un giro completo sulla volta celeste nell'arco di un anno (a quel tempo stimato di circa 360 giorni), un grado corrisponde pressappoco allo spostamento del sole sull'eclittica in un giorno.</p>	<p>Il grado centesimale è la 400^a parte dell'angolo giro.</p> <p>L'angolo giro corrisponde a 400 gradi centesimali (o meglio gradi GON) ovvero 400° (dove "°" è un apice), ogni grado è suddiviso in 100 primi ed ogni primo in 100 secondi.</p> <p>È un sistema che facilita i calcoli rispetto al sistema sessagesimale ed è precedente al sistema sessadecimale.</p> <p>Nelle calcolatrici scientifiche questo sistema di misura è indicato con il simbolo GRAD o G</p>	<p>Il grado sessadecimale è la 360^a parte dell'angolo giro.</p> <p>È un ibrido dei due precedenti sistemi in quanto l'angolo giro corrisponde a 360° ma, ogni grado viene diviso in 100 ed ogni primo in 100 secondi, in modo analogo al sistema centesimale. I calcoli si fanno esattamente allo stesso modo ricordando che un angolo giro vale 360°.</p> <p>Nelle calcolatrici scientifiche questo sistema di misura è indicato con il simbolo DEG (grado - degree in inglese) o D</p>
112° 21' 34"	104^g 75^c 84^{cc} 104^g,7584	40°,2575

Attualmente viene utilizzato il sistema centesimale ⁽¹⁷⁾

Ogni buon topografo deve essere in grado di effettuare una prima verifica di una Stazione Totale, soprattutto, quando ha qualche dubbio sui valori misurati di angoli e distanze. Un controllo, però, dovrebbe essere sempre eseguito prima dell'inizio di un rilievo.

La verifica dei valori angolari si effettua in maniera molto semplice nel modo seguente.

Posizionare la Stazione Totale su un appoggio molto stabile (un pilastrino, un muretto, il davanzale di una finestra, etc.) mettere in bolla lo strumento e farlo acclimatare alla temperatura ambiente.

Individuare un punto ben definito (la croce di una campanile, un chiodo conficcato in un muro, lo spigolo di una lettera su un cartello stradale, un segno su un muro, lo spigolo di una finestra, etc.) posto a circa 100 m di distanza e collimare il punto scelto con estrema precisione. Il bersaglio deve trovarsi all'incirca a $\pm 9^g/10^g$ rispetto al piano orizzontale. Effettuare le misure degli angoli (orizzontale e verticale) ed appuntarli su un foglietto. Ruotare l'alidada ed il cannocchiale ⁽¹⁸⁾ e ribattere con estrema precisione lo stesso punto ed appuntarsi i valori degli angoli (orizzontale e verticale).

- se la differenza tra i valori letti degli angoli orizzontali si discosta di qualche secondo da 200^g e, da quella che è la precisione angolare dello strumento, tutto è ok;
- se la somma tra i valori letti dell'angolo verticale si discosta di qualche secondo da 400^g e, da quella che è la precisione angolare dello strumento, tutto è ok.

Se la differenza e la somma non rispettassero quanto suddetto ripetere l'operazione.

Sarebbe consigliabile far eseguire la stessa procedura ad un altro operatore per capire se si tratti di un errore strumentale o di un errore del tecnico.

Se l'errore è identico nelle diverse misurazioni (max 50^{cc}/60^{cc}) si dovrà procedere alla rettifica seguendo le istruzioni riportate nel manuale a corredo dello strumento. Se supera i 50^{cc}/60^{cc} rivolgersi ad un centro assistenza tecnica autorizzato e certificato.

Per verificare la distanza, un primo controllo è attuabile, confrontando le distanze ridotte all'orizzonte nella misurazione in "andata e ritorno" di un lato di poligonale con utilizzo di centramento forzato.

⁽¹⁷⁾ Solitamente la precisione angolare di una Stazione Totale è espressa in secondi. Le Stazioni Totali di una serie sono perfettamente identiche esternamente; cambiano solo alcune caratteristiche (un po' come le automobili).

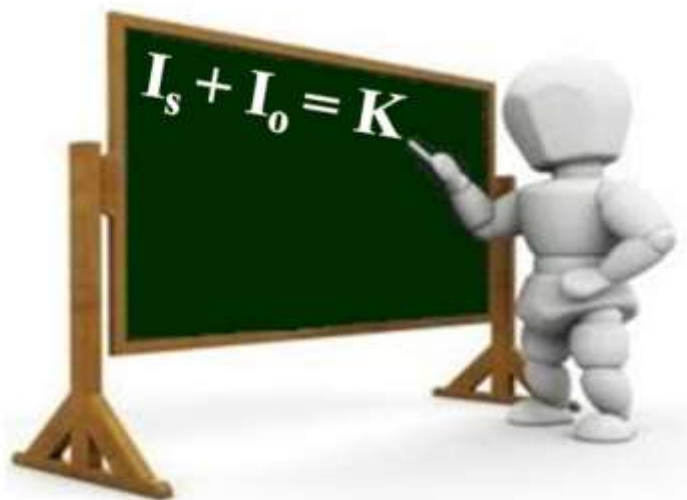
Qualche anno fa vennero ad una manifestazione in cui esponevamo le strumentazioni due fratelli: uno Geometra e l'altro Architetto. Il Geometra mi chiese la differenza fra due Stazione Totali esternamente identiche. In maniera molto sinottica dissi "Una è a 10 secondi e l'altra a 20 secondi" sottintendendo la precisione. Il fratello Architetto disse: "Va bene anche se aspettiamo 10 secondi in più!!!"

⁽¹⁸⁾ Anni fa mentre ero alla guida dell'auto mi telefonò un ingegnere che era sul "campo" e che sosteneva che la sua Stazione Totale commetteva errori. Gli consigliai la procedura su descritta ed in ultimo: "Adesso ruoti l'alidada e ricollimi esattamente lo stesso bersaglio". L'ingegnere, però, mi disse: "Si vede piccolo". Non aveva ruotato il cannocchiale e guardava dalla parte dell'obiettivo.

Abbiamo visto come mettere in stazione uno strumento ed in particolare una Stazione Totale e mi auguro di essere stato abbastanza chiaro ...



Ora dovremmo vedere come effettuare un rilievo topografico ma come dice il narratore alla fine del film "Conan il barbaro": "Questa è un'altra storia" e la affronteremo nel "sequel" di questi appunti. Desidero in ultimo richiamare la vostra attenzione sul fatto che, in questi appunti, non sono riportate formule e, pertanto, per dare un minimo di accademismo a quanto scritto riporto un'unica formula che è alla base di tutta la pratica della topografia:



Dove:

I_s = Intelligenza dello strumento

I_o = Intelligenza dell'operatore

K = Costante

CHECKLIST PER RILIEVI TOPOGRAFICI

- Strumentazione**
 - batterie
 - caricabatterie
 - copertura in vinile
 - istruzioni
 - Treppiedi
 - Stazioni riflettenti
 - Mini prisma e asta
 - Tape targets e mire adesive
 - Targets
 - Aste estensibili
 - Treppiede per asta estensibile
 - Paline
 - Equipagg. per poligonazione
 - Misuratore altezza strumentale
 - Stella per treppiede
 - Oculare spezzato

 - Smartphone, caricabatteria ed auricolare

 - Doppio metro o metro estensibile
 - Flessometro
 - Rotella metrica

 - Mappe
 - Monografie

 - Ciappette ferma fogli
 - Cartella rigida
 - Blocco notes
 - Penna, pilot, gomma, evidenziatori
 - Pennarelli
 - Taglierina
 - Scalimetri
 - Squadrette
 - Righello
 - Goniometro
 - Lente di ingrandimento
 - Lavagnetta
 - Livella

 - Computer portatile
 - Chiavi di protezione software
 - Calcolatrice
 - USB flash memory
 - Hard disk esterno

 - Ricetrasmittenti
 - Binocolo
 - Macchina fotografica
 - Bussola
 - DISTO™
 - Ricevitore palmare GPS

 - Torcia
 - Torcia a dinamo
 - Pile
 - Altimetro
 - Termometro

 - Prolunghe elettriche
 - Faro
 - Ciabatte elettriche
 - Prese elettriche triple
 - Adattatore per spina SCHUKO

 - Scotch
 - Scotch per imballo
 - Scotch biadesivo

 - ATTAK**
- Martello
 - Spago
 - Ascia
 - Cesoie

 - Chiodi in acciaio
 - Chiodi di varia misura
 - Rondelle
 - Picchetti in ferro
 - Picchetti in legno
 - Vernice spray
 - Fisher
 - Pennarello indelebile fluorescente
 - Pastelli tracciatori
 - Etichette autoadesive
 - Feltrini per punti di stazione in interno
 - Pesì per treppiede
 - Cemento e resina
 - Tubicino per "soffiare"

 - Carrello

 - Cassetta attrezzi
 - Guanti usa e getta
 - Spatola per pulizia treppiede
 - Scala
 - Bandiere di segnalazione
 - "Coni" per segnalazione stradale
 - Paletti in plastica bianco-rossi
 - Lampeggiante
 - Filo di ferro
 - Nastro in politene bianco rosso

 - Coltello multifunzione
 - Posate
 - Casco antinfortunistico
 - Scarpe antinfortunistica
 - Gilet Alta Visibilità
 - Giaccone antinfortunistico
 - Stivali
 - Cappello
 - Occhiali da sole
 - Ke-way
 - Ombrellone e tiranti
 - Fiammiferi
 - Cassetta di pronto soccorso
 - Antistaminico
 - Antizanzare
 - Crema solare di protezione
 - Borraccia
 - Panini
 - Telo antipioggia
 - Asciugamani

 - Lucchetti

 - Trapano a batterie
 - Sparachiodi

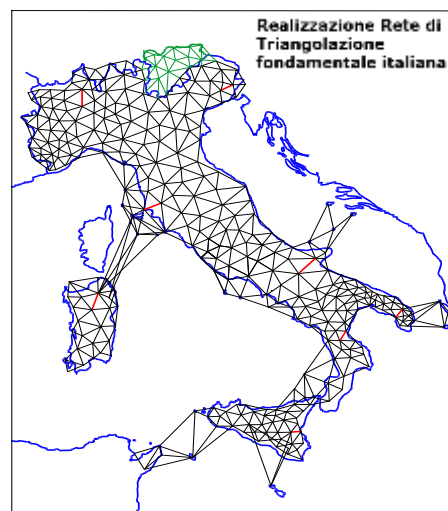
 - Gruppo elettrogeno
 - Lattina benzina

 - Sgabelli
 - Tavolino

 - Sacchetto per spazzatura

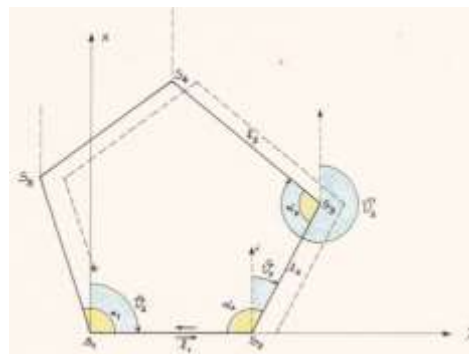
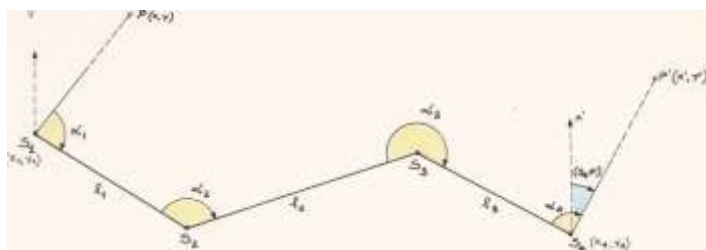
APPENDICE

- a. La triangolazione è un metodo di rilevamento del terreno introdotto nel 1617 dal geodeta olandese Willebrord Snell van Royen, detto Snellius, che determinò un arco di meridiano tra Alkmaar e Bergen-op-Zoom sviluppando una triangolazione appoggiata ad una base presso Leida. Tale procedimento consente una precisione che è rimasta insuperata fino ai giorni nostri e consiste nel collegare i punti scelti sul terreno (detti vertici trigonometrici) fino a formare un insieme di triangoli aventi a due a due un lato in comune. Nell'esecuzione del rilievo è opportuno che i triangoli abbiano forma più equilatera possibile perché è più agevole la compensazione e perché si copre una superficie maggiore rispetto ad un triangolo qualsiasi. I vertici trigonometrici di cui si determinano con elevata precisione le coordinate, però, sono molto distanti tra di loro per potersene servire come "appoggio" alle operazioni per il rilievo di dettaglio. E' necessario perciò distribuire fra le maglie delle triangolazioni altri punti determinati con un certo rigore ed a distanza tale che, appoggiandosi ad essi, si possa eseguire direttamente il



rilevamento dei particolari. Si effettuano allora delle poligonali che sono spezzate che collegano più punti detti vertici della poligonale di cui vengono misurati i lati e gli angoli nei vertici. Le poligonali possono essere aperte o chiuse a seconda che l'ultimo vertice sia distinto dal primo oppure coincidente con esso.

Le poligonali si usano, soprattutto, per effettuare rilievi di aree, strade, cave, discariche, fabbricati, etc. che non sono rilevabili totalmente da un unico punto di stazione.



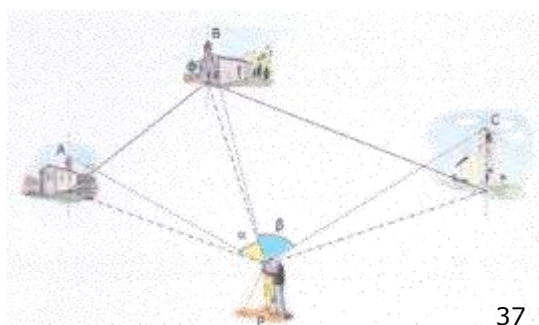
Esempi di poligonale aperta (a sinistra) e chiusa (a destra)

Lo scopo di un rilievo è quello di calcolare le coordinate di un determinato numero di punti detti "punti di dettaglio" e, per far questo, quando si effettua una poligonale è necessario determinare innanzitutto le coordinate dei suoi vertici.

Per georiferire (ossia attribuire a un dato un'informazione relativa alla sua posizione geografica; tale posizione è espressa in un particolare sistema di riferimento) il nostro rilievo rispetto ad un sistema di riferimento, in parole povere per inserire il nostro rilievo in una mappa o in una cartografia, è necessario calcolare (e compensare nel caso di poligonale chiusa o di poligonale aperta vincolata agli estremi) le coordinate dei vertici della poligonale rispetto ad un sistema di riferimento e, poi, determinare le coordinate dei punti di dettaglio.

Per determinare le coordinate di un punto in cui si fa stazione, "appoggiandosi" a punti di coordinate note, si utilizzano i cosiddetti metodi di intersezione.

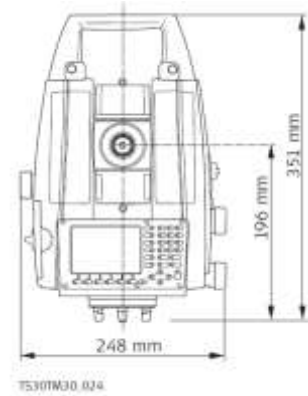
Uno di questi procedimenti, ad esempio, è il metodo dell'intersezione inversa (problema di Snellius-Pothénot) con cui si calcolano le coordinate del punto P



“appoggiandosi” a tre trigonometrici A, B e C di coordinate note misurando gli angoli α e β .

- b.** Il misuratore di altezza strumentale GHM007 ed il distanziatore GHT196 della Leica Geosystems servono a determinare in modo semplice, veloce e preciso l’altezza strumentale.

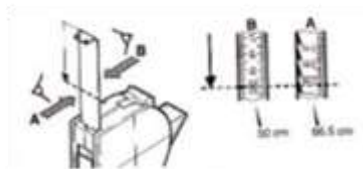
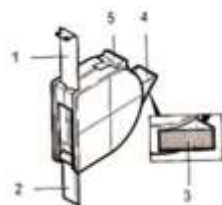
Le Stazioni Totali della Leica Geosystems hanno un’altezza standard dell’asse di rotazione di 196 mm dal piano tangente ai piedini d’appoggio della piastra superiore del basamento.



Elementi principali GHM007:

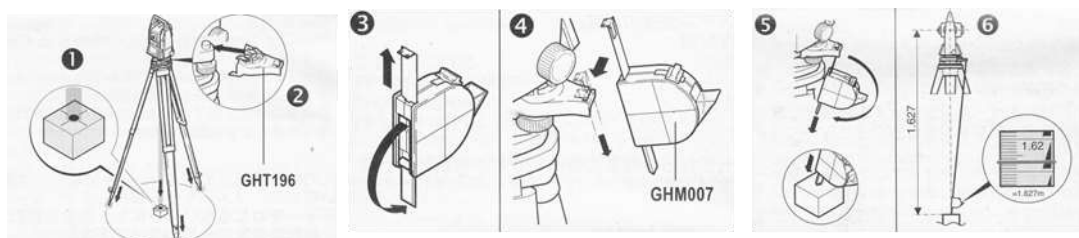
1. metro a nastro metallico con scala codificata per misurare l’altezza strumentale
2. puntalino estraibile per il centramento preciso del picchetto o del chiodo
3. targhetta con indicazioni modello e codice articolo
4. finestra di lettura
5. pulsante di bloccaggio

La scala per la misurazione dell’altezza strumentale è codificata. Ciò significa che la misurazione avviene sì trasversalmente dal distanziatore al punto di riferimento a “terra” ma, il risultato indicato, è l’altezza a piombo dalla materializzazione in campo del punto di stazione all’asse di rotazione dello strumento. La scala contiene già tutte le necessarie trasformazioni.



L’altezza strumentale si determina nel modo seguente:

- ❶ mettere in stazione lo strumento;
- ❷ agganciare il distanziatore GHT196 ad una vite del basamento. L’adattatore deve “scattare” sulla vite calante;
- ❸ tirare fuori completamente il puntalino di centramento ed estrarre un poco il nastro;
- ❹ agganciare il metro a nastro GHM007 al distanziatore ed appenderlo;
- ❺ estrarre il nastro finché, la punta del puntalino tocchi, il centro del picchetto o del chiodo e bloccare;
- ❻ leggere l’altezza strumentale (“terreno”-asse secondario) nella finestra di lettura in corrispondenza della tacca rossa (nell’esempio 1,627 m).



- c. Con il termine georeferenziazione ci si riferisce al processo mediante il quale si assegnano delle coordinate del mondo reale a ciascun pixel dell'immagine raster. Usando le coordinate dei GCP l'immagine viene deformata e adeguata al sistema di coordinate che è stato scelto.

Le immagini raster o bitmap (grafica bitmap, o grafica raster: in inglese bitmap graphic, raster graphics; mentre in italiano sarebbe traducibile come: grafica a griglia) sono quelle che otteniamo da una macchina fotografica o da uno scanner, sono costituite da milioni di quadratini chiamati pixel. La quantità di pixel presenti in una immagine determina la quantità dei dettagli dell'immagine stessa.

Le immagini vettoriali invece sono costituite da punti, linee curve e forme determinate da regole matematiche ed ai quale è possibile attribuire anche colori e sfumature. Questi sono creati da appositi software che ne determinano la posizione del punto di intersezione, la locazione, la lunghezza delle linee e delle curve, etc.

Come distinguere un immagine raster da un immagine vettoriale. È semplice: prendete le due immagini ed ingranditele. Qual' è il risultato? L'immagine raster risulterà sfocata e avrà un fastidioso effetto pixel; l'immagine vettoriale invece risulterà più grande ma bella e pulita come la sua immagine più piccola. Questo dipende dalle loro caratteristiche; per quanto riguarda l'immagine raster, nel momento in cui ingrandiamo l'immagine, il computer non sa calcolare il valore esatto di colore che serve a riempire il gap tra immagine originale ed immagine ingrandita e fa un calcolo approssimativo. Il risultato è l'effetto pixel che rovina l'immagine e dà quella sensazione di foto sgranata o sfocata

