



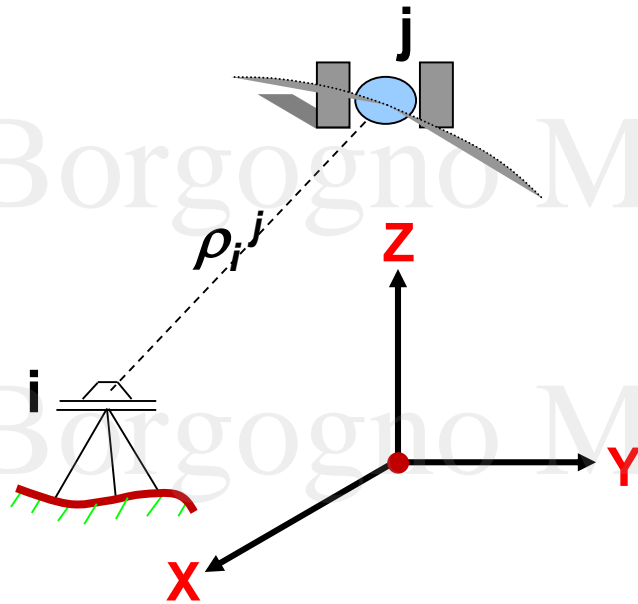
È un sistema di posizionamento globale basato sull'emissione, da parte di una o più costellazioni di satelliti artificiali, di segnali complessi che permettono di ricavare informazioni relative al tempo ed alle distanze tra satelliti una volta interpretati da un opportuno ricevitore.

VANTAGGI

- semplicità di esecuzione delle misure;
- precisione dei risultati;
- non è necessaria intervisibilità tra i punti e non esistono limiti massimi di distanza;
- si utilizza un unico sistema di riferimento per la planimetria e per l'altimetria;
- è possibile lavorare di notte o in presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli (pioggia o foschia).

LIMITI

- necessità della visibilità dei satelliti che limita i rilievi solo all'aperto e la sensibilità a disturbi elettromagnetici;
- disuniforme precisione in planimetria (maggiore), ed in quota (minore);
- necessità di occupare i vertici da rilevare, che esclude la possibilità di utilizzo per alcune tipologie di vertici (vertici materializzati da assi di campanili, spigoli di muri, ecc.)



Il posizionamento avviene risolvendo un sistema di equazioni «alle distanze» (ricevitore-satellite) come avviene per la tecnica terrestre della trilaterazione in cui la posizione di un punto è risolta con sole misure di distanza.

Con un singolo satellite (j) in vista del ricevitore (i) si può determinare una distanza $[\rho_{ij}(t)]$ ma non la sua posizione $(X_j, Y_j, Z_j) \rightarrow 3$ incognite. Si suppongono note le posizioni del satellite.

Equazione «alla distanza»

$$\rho_{ij}^j(t) = \sqrt{(X^j(t) - X_i)^2 + (Y^j(t) - Y_i)^2 + (Z^j(t) - Z_i)^2}$$

Il sistema di coordinate a cui la costellazione GPS è quello CARTESIANO GEOCENTRICO WGS-84.

Come visto è sempre possibile passare da coordinate *GEOCENTRICHE* *CARTESIANE* a coordinate *GEOGRAFICHE* (Lat (ϕ), Lon (λ), *helliss*)

$$X = (N + h) \cdot \cos \phi \cdot \cos \lambda$$

$$Y = (N + h) \cdot \cos \phi \cdot \sin \lambda$$

$$Z = [N \cdot (1 - e^2) + h] \cdot \sin \phi$$

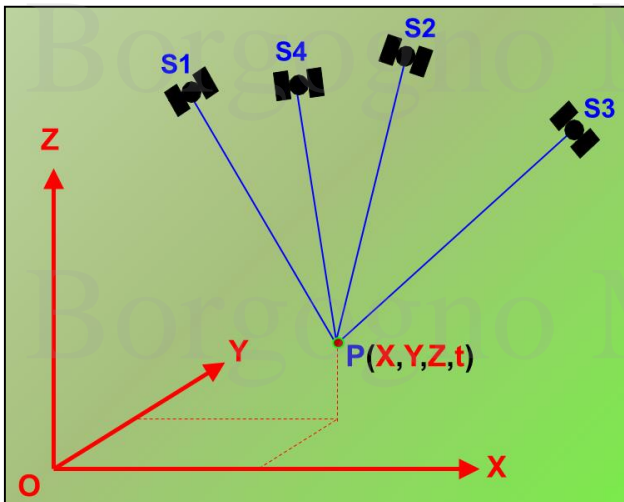
dove $N = \frac{a}{W}$ e $W = \sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \phi)}$

a = semiasse equatoriale dell'ellissoide WGS84.

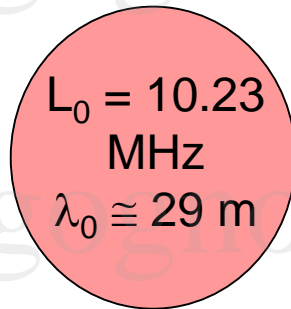
Poiché le incognite da risolvere sono 3 (X_i, Y_i, Z_i) in linea teorica servirebbero 3 equazioni \rightarrow 3 satelliti (vedremo invece che 4 è il numero minimo da adottare)

- **note le posizioni dei satelliti (X_j, Y_j, Z_j) al tempo t**
- **misurate le distanze (*range*) tra satellite e ricevitore**

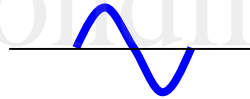
La distanza ricevitore - satellite è ottenuta moltiplicando il tempo di volo del segnale per la velocità della luce (300.000 km/s, approccio TOF) nell'ipotesi di misurare il tempo con adeguata precisione. Si tenga conto che per apprezzare una distanza di 1 m viene richiesta la precisione di 3 nanosecondi (tremiliardesimi di secondo, 10^{-9} s). Solo l'orologio all'idrogeno rispetto al quale si riferiscono i tempi del satellite (vedi seguito) garantiscono questa precisione. Di conseguenza, qualunque misura di tempo fatta dal ricevitore determina una incertezza di 10^{-3} s, corrispondente ad un errore nella determinazione della distanza di circa 300 km **BISOGNA INTRODURRE UNA QUARTA INCOGNITA DI TEMPO** (vedi seguito).



$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_i^{sat1}(t) = \sqrt{(X^{sat1}(t) - X_i)^2 + (Y^{sat1}(t) - Y_i)^2 + (Z^{sat1}(t) - Z_i)^2} \\ \rho_i^{sat2}(t) = \sqrt{(X^{sat2}(t) - X_i)^2 + (Y^{sat2}(t) - Y_i)^2 + (Z^{sat2}(t) - Z_i)^2} \\ \rho_i^{sat3}(t) = \sqrt{(X^{sat3}(t) - X_i)^2 + (Y^{sat3}(t) - Y_i)^2 + (Z^{sat3}(t) - Z_i)^2} \\ \dots \\ \rho_i^{satN}(t) = \sqrt{(X^{satN}(t) - X_i)^2 + (Y^{satN}(t) - Y_i)^2 + (Z^{satN}(t) - Z_i)^2} \end{array} \right.$$



ONDA PORTANTE



ONDA MODULANTE



x 154

$L_1 = 1575,42$ MHz
 $\lambda_1 \cong 19$ cm

X Codice C/A , P (Y), D

x 120

$L_2 = 1227,60$ MHz
 $\lambda_2 \cong 24$ cm

X Codice P (Y), D

Onda sinusoidale



$$a(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Onda quadra ("codice")

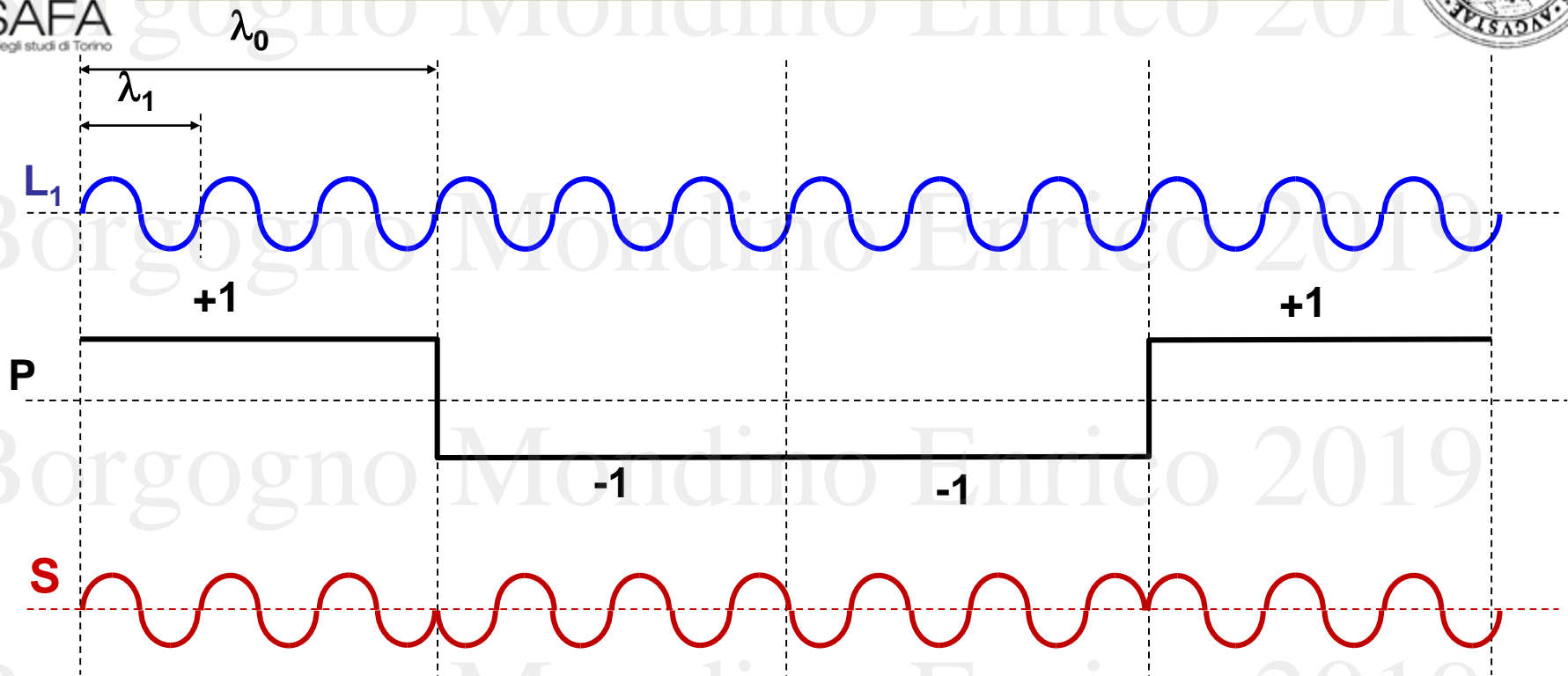


$$C(t) = (-1)^{k+INT(f \cdot t)}$$

Onda modulata (risulta dalla
combinazione delle due precedenti
mediante prodotto)



$$S(t) = a(t) \cdot C(t)$$



Codice C/A (**C**oarse **A**cquisition = acquisizione grossolana): $f_{C/A} = 1.023 \text{ MHz}$, $\lambda_{C/A} = 293 \text{ m}$
N.B. può essere "sporcato" (SA) per motivi strategici

Codice P (Y) (**P**recision = di precisione): $f_P = f_0 = 10.23 \text{ MHz}$, $\lambda_P = 29,3 \text{ m}$
N.B. può essere criptato (**A**nti **S**poofing = A-S) con $W(t) \rightarrow P \cdot W = Y$

Codice D: $f_D = 50 \text{ Hz}$. Trasporta informazioni sulla posizione dei satelliti (EFFEMERIDI) e sul loro stato di salute

PREMESSE

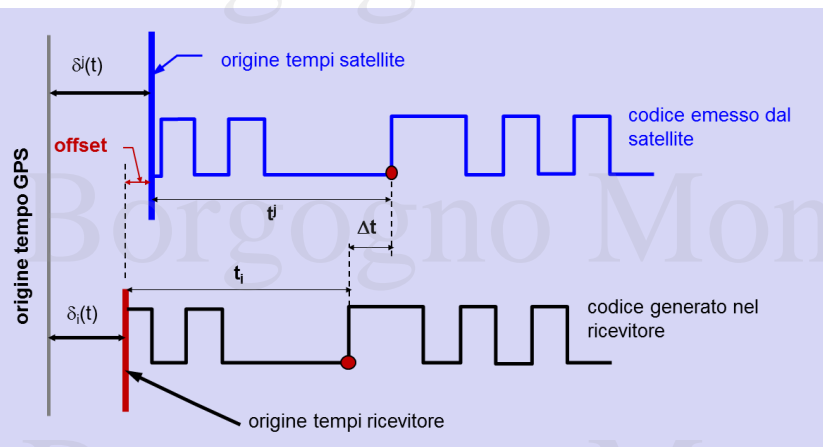
La determinazione del tempo di volo del segnale utile al calcolo della distanza ricevitore-satellite avviene confrontando il segnale ricevuto dal satellite con una sua REPLICA generata dal ricevitore stesso. Nelle misure di CODICE (vedi seguito) Δt è determinato dal ricevitore che dispone di un algoritmo di correlazione di segnali in grado di confrontare il segnale di CODICE C/A (oppure P e Y).

I due segnali però si riferiscono a 2 SCALE DEI TEMPI diverse poiché satellite e ricevitore dispongono di orologi di differente precisione (MASER per satellite, QUARZO per ricevitori). L'errore di sincronizzazione tra gli orologi è di circa 10^{-3} s questo determina un errore nel calcolo delle distanze di circa 300 km **NON PUO' ESSERE TRASCURATO!**

COME SI PROCEDE

- Si determinano le "pseudo-distanze" (*pseudo range*), come se gli orologi fossero perfettamente sincronizzati (offset = 0).
- Si considera l'offset temporale come 4^a incognita (ecco il motivo del quarto satellite necessario)

NB Nelle misure di FASE (vedi seguito) è invece la determinazione della fase della portante (sinusoidale) e la risoluzione dell'AMBIGUITA' a portare alla determinazione della distanza.



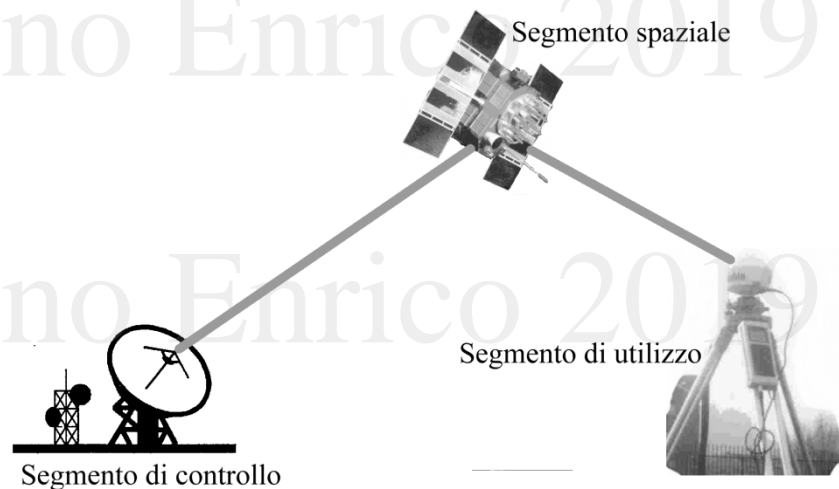
REQUISITI ORIGINALI (NAVSTAR GPS)

- 1 - Il sistema deve garantire la multiutenza e la segretezza del posizionamento
- 2 - Il sistema deve garantire il posizionamento con s.q.m di ± 10 m e determinazione di velocità con s.q.m di ± 10 cm/s
- 3 - Garantire posizionamenti in tempo reale in ogni parte del globo
- 4 - Evitare possibili alterazioni o manomissioni del segnale
- 5 - Garantire utenza doppia MILITARE e CIVILE

IL SISTEMA

Per garantire quanto richiesto il sistema prevede la seguente strutturazione per segmenti:

- 1 - SEGMENTO SPAZIALE
- 2 - SEGMENTO DI CONTROLLO
- 3 - SEGMENTO DI UTILIZZO



Esistono più sistemi GNSS ciascuno dotato di un suo segmento spaziale, di controllo e di utilizzo (quest'ultimo potrebbe anche coincidere) a seconda della nazione che ha previsto di dotarsi di tale tecnologia (ed eventualmente metterla poi al servizio di terze parti).

COSTELLAZIONI ATTUALMENTE DISPONIBILI

GLONASS: RUSSIA

GALILEO: EUROPA

COMPASS: CINA

DORIS: Francia

IRNSS: India

QZSS: Giappone

SPECIFICHE DELLA COSTELLAZIONE STATUNTENSE NAVSTAR GPS

(Global Positioning System)

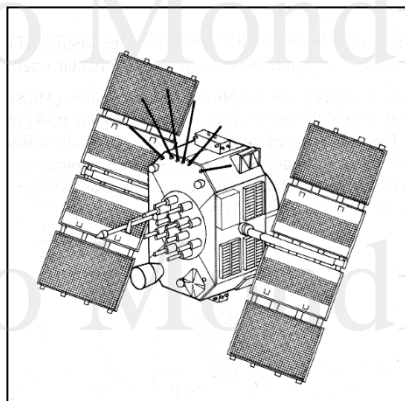
SEGMENTO SPAZIALE

IL SATELLITE

Quota orbita: 20200 km

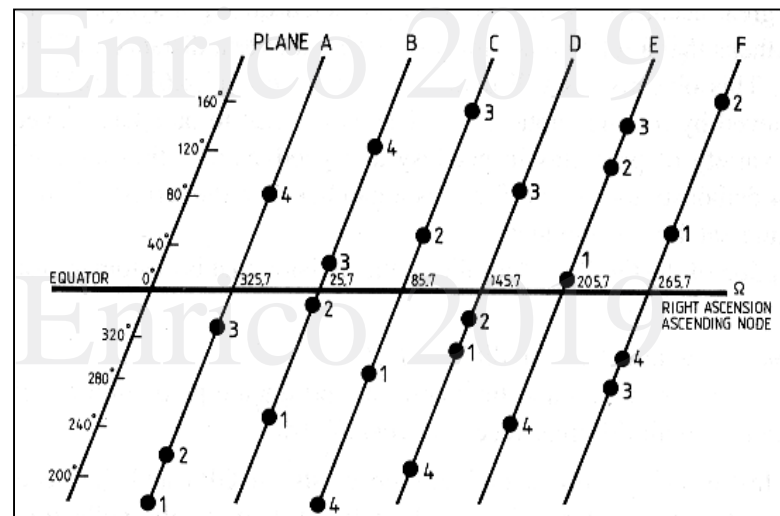
Peso: 875 kg

Periodo orbitale: 12 h



È costituito dalla costellazione di satelliti, possibilmente in numero tale da garantire che almeno 4 siano visibili in ogni punto della Terra in ogni momento.

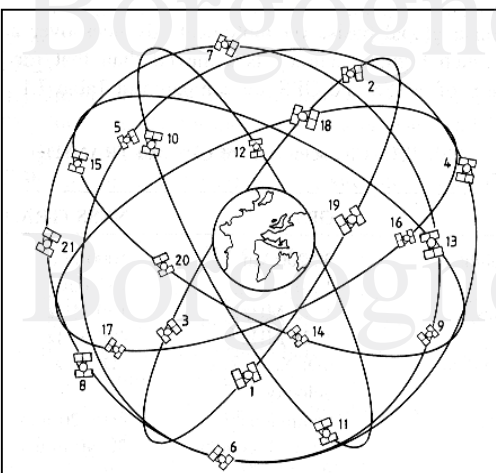
Piani orbitali



LA COSTELLAZIONE GPS

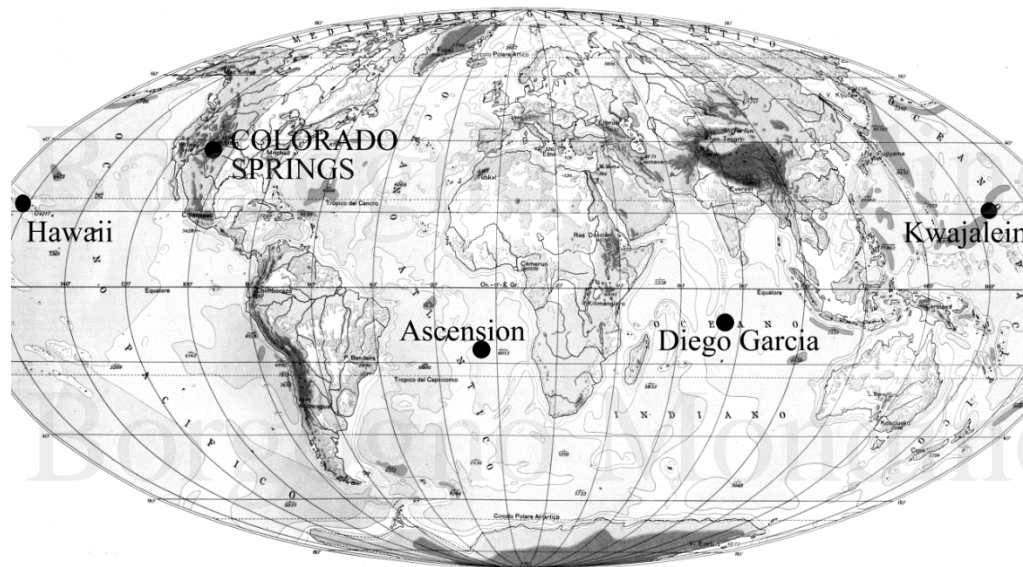
24 satelliti (+2)

6 piani orbitali



SEGMENTO DI CONTROLLO

RETE DELLE STAZIONI DI CONTROLLO



1 stazione master e 4 di monitoraggio

COMPITI

1- «tracciare» i satelliti per calcolarne la posizione spazio-temporale (effemeridi);

2- controllare gli orologi dei satelliti attraverso un orologio MASER all'idrogeno;

3- imporre eventuali correzioni d'orbita;

4- memorizzare nuovi dati sui satelliti ("effemeridi" previste);

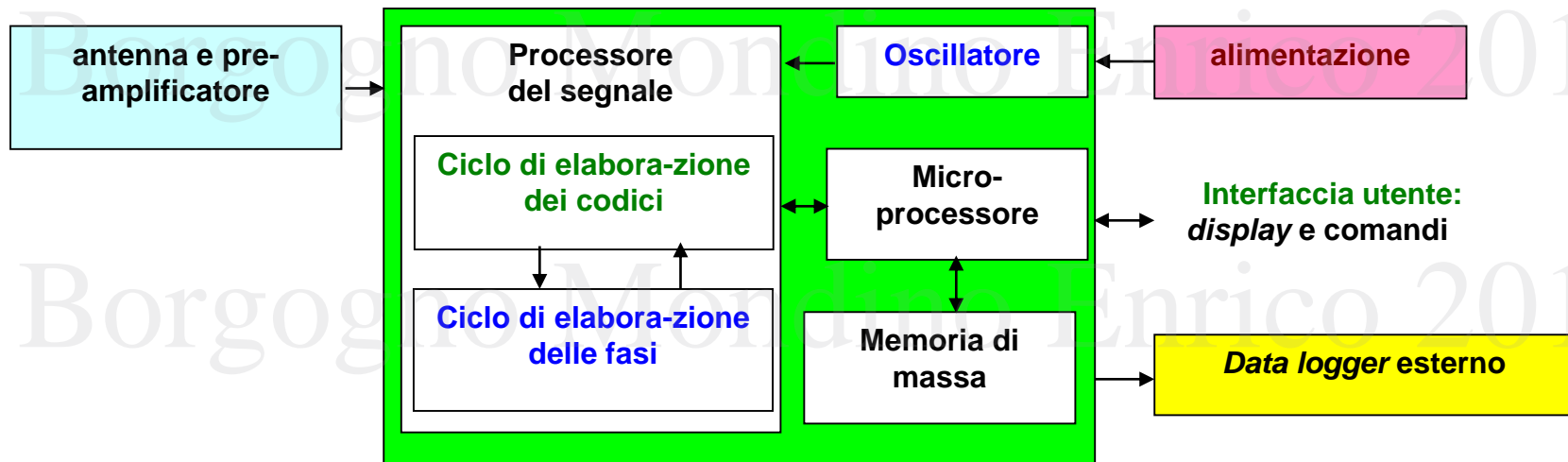


SEGMENTO DI UTILIZZO

È costituito dall'insieme degli utilizzatori della tecnologia e dunque dalla strumentazione ricevente (RICEVITORI) di cui questi si dotano → esistono diversi produttori di strumentazione GNSS e diverse tipologie di ricevitori (vedi di seguito)



SCHEMA DI UN GENERICO RICEVITORE GPS

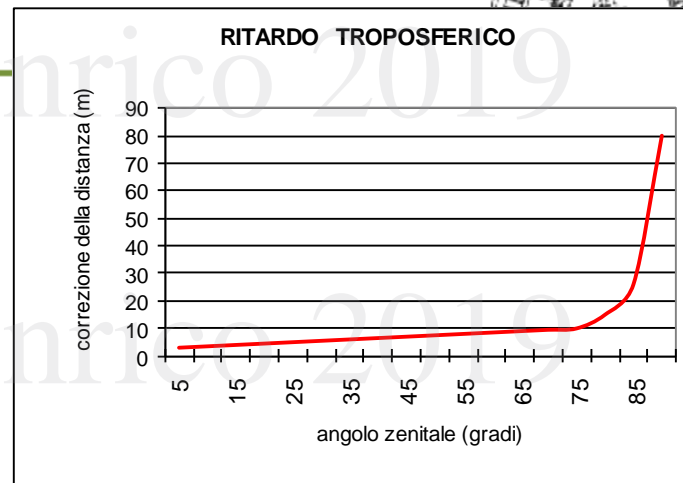


1. ACCIDENTALI DI MISURA (1% di λ)

- codice C/A ÷ P: Err. = $\pm (3 \div 0.3)$ m
- portanti L1, L2: Err. = ± 2 mm

2. SISTEMATICI o di modello (*bias*)

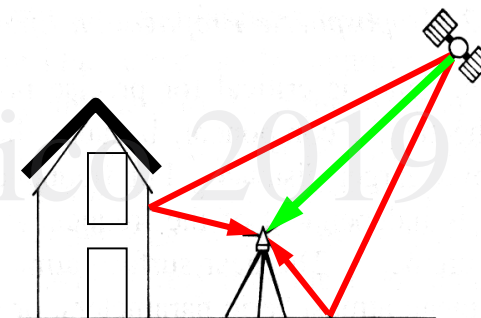
- orologi dei satelliti e dei ricevitori (asincronismo, deriva)
- orbita: effemeridi
 - “*broadcast*” (predette con Err. ± 100 m)
 - precise (calcolate a posteriori con Err. ± 1 m)
- troposfera (40 km) . Err. < 10 m per elevazione > 15°
- ionosfera (1000 km): Err. dipende da λ (si elimina)



3. DI OSSERVAZIONE

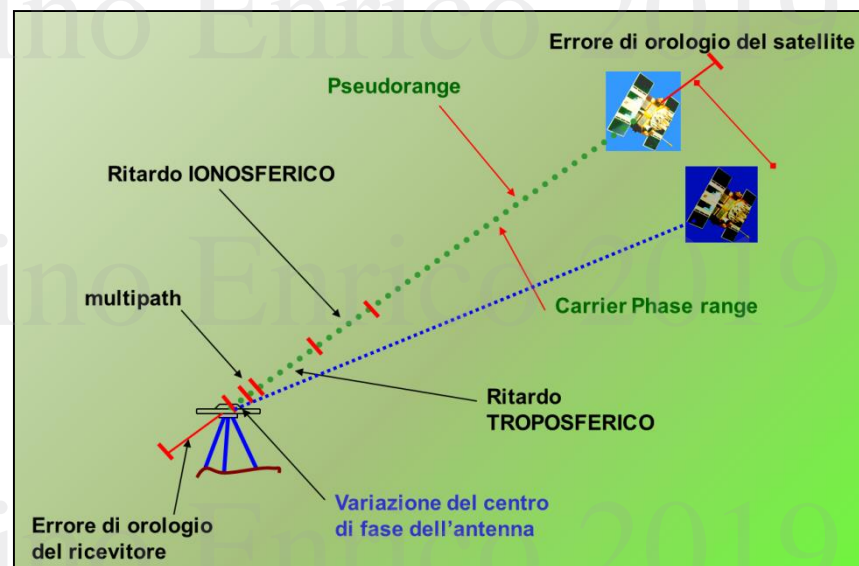
- introdotti dal gestore: SELECTIVE AVAILABILITY (>S/A, eliminata dal 05.2000)
 - ϵ : errore introdotto nelle effemeridi
 - δ : errore introdotto negli orologi satelliti
- percorso multiplo (*multipath*)
- elettronica del ricevitore e interferenze elettromagnetiche
- variazione del centro di fase dell'antenna

In aggiunta, come in tutti i rilievi topografici, la geometria della disposizione dei satelliti condiziona la precisione del rilievo (vedi parametri DOP più avanti)



L'errore complessivo di posizionamento indotto dall'effetto combinato di tutti i fattori responsabili si attesta intorno a valori prossimi ai ± 10 m (± 100 m con Selective Availability).

| TIPO DI ERRORE | ENTITÀ [m] |
|---|------------|
| errori di orologio al satellite | 5 ÷ 10 |
| errori di orologio al ricevitore | 10 ÷ 100 |
| errori d'orbita con effemeridi predette | 20 ÷ 40 |
| errori d'orbita con effemeridi precise | 3 ÷ 5 |
| errori di rifrazione ionosferica | 20 ÷ 50 |
| errori di rifrazione troposferica | 2 ÷ 10 |



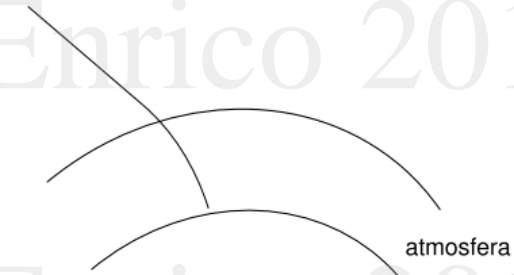
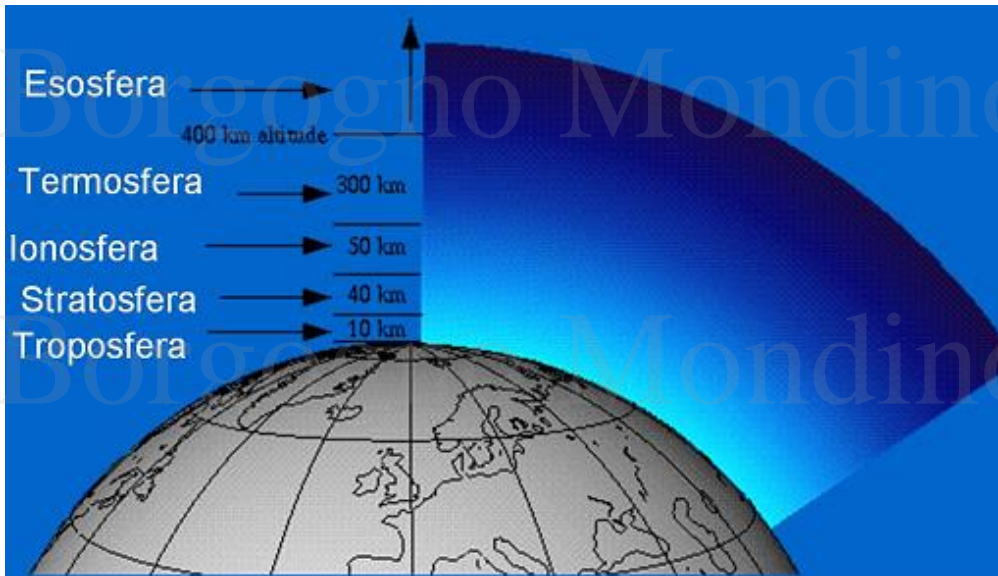
Errori in metri sulla determinazione della distanza

Questi valori di errore precluderebbero la possibilità di utilizzare la tecnologia GNSS come strumento di rilevamento topografico. Pertanto, l'utilizzo del GNSS come strumento di posizionamento «geodetico» e non di pura navigazione, impone l'adozione di tecniche di misura che limitino questi effetti. Il POSIZIONAMENTO RELATIVO E DIFFERENZIALE hanno proprio questo compito, così come la determinazione delle distanze fatta a partire dalle FASI e non dal CODICE.

Biases atmosferici

- variazione della velocità di propagazione del segnale nell'atmosfera

IL RUOLO DELL'ATMOSFERA



I BIAS possono essere spazialmente o temporalmente correlati (la correlazione spaziale è normalmente più alta) con possibili dipendenze dalla frequenza del segnale (diversi per L1 e L2).

| Natura del bias | Tipo di <i>bias</i> | Correlazione spaziale |
|---|---|--|
| Non dispersiva (indipendente dalla frequenza) | Effemeridi | Elevata per distanze <100 km |
| | Troposfera | Regionale (circa 10 km) |
| Non dispersiva (ma dipendente dalla frequenza) | Orologio ricevitore | Identico per lo stesso ricevitore |
| | Orologio satellite | Identico per lo stesso satellite |
| Dispersiva (dipendente dalla frequenza e diversa per L1 e L2) | Ionosfera | Correlazione ad ambito regionale (circa 10 km) |
| | Multipath | Dipendono dalle caratteristiche del punto di stazione (<u>assenza</u> di correlazione spaziale) |
| | Variazione centro di fase dell'antenna | |

Il problema è quello della determinazione del *range* (distanza) tra il ricevitore e i satelliti GPS. Sfruttando i codici trasportati dalle onde o le caratteristiche geometriche (FASE) delle onde stesse (quelle portanti) è possibile procedere alla determinazione della distanza ricevitore-satellite con diverse precisioni.

Il miglioramento delle precisioni di posizionamento possono essere ottenute intervenendo direttamente sui segnali (e quindi sulla misura di distanza), oppure correggendo direttamente le coordinate «errate» restituite in assenza di correzioni.

TIPO DI MISURE

- DI CODICE (PSEUDO-RANGE) o DI FASE (CARRIER PHASE)
- STATICHE o CINEMATICHE

TIPO DI POSIZIONAMENTO

ASSOLUTO: le coordinate del punto vengono determinate utilizzando i segnali rispetto ad un sistema di riferimento globale (WGS 84).

DIFFERENZIALE la posizione ASSOLUTA viene affinata utilizzando parametri di correzione delle distanze o delle coordinate calcolati su una stazione permanente (o su reti di stazioni permanenti) di posizione nota e trasmessi al ricevitore ROVER

RELATIVO: vengono risolte le componenti spaziali del vettore che congiunge il punto di misura (ROVER) da una stazione nota (BASE). Normalmente agisce sulle FASI.

TIPO DI PROCESSAMENTO DELLE MISURE

- POST-PROCESSAMENTO
- REAL TIME (RTK)

Borgogno Mondino Enrico 2019

Borgogno Mondino Enrico 2019

Borgogno Mondino Enrico 2019

Borgogno Mondino Enrico 2019

Borgogno Mondino Enrico 2019

EPOCHE DI MISURA: la singola registrazione delle misure (di codice o fase) eseguite dal ricevitore è detta EPOCA. Sui ricevitori è possibile impostare la frequenza di registrazione delle epoche (1 s, 5 s, 10 s, ...). Ad ogni epoca misuro distanze diverse (i satelliti si sono spostati) e dunque introduco una nuova incognita temporale. Una singola EPOCA è insufficiente a risolvere il problema perché il numero di equazioni alle distanze da scrivere è troppo piccolo rispetto al numero delle incognite. Il numero minimo di epoche dipende dalla modalità di misura:

Rilievo STATICO (ricevitore fisso su un punto)

N incognite: X,Y,Z del punto + una incognita di tempo per ogni epoca = $N_{epoche} (N_t) + 3$

N equazioni: una per satellite per ogni epoca = $N_{sat} (N_s) \times N_t$

Per poter risolvere il problema in occorre che: $N_t \cdot N_s \geq N_t + 3$ da cui si ricava che $N_t \geq \frac{3}{N_s - 1}$

Rilievo CINEMATICO (ricevitore si muove, es. trattore)

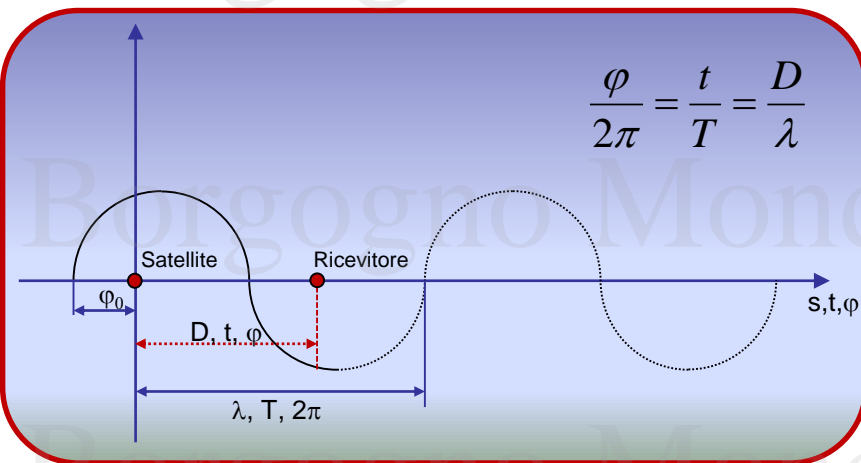
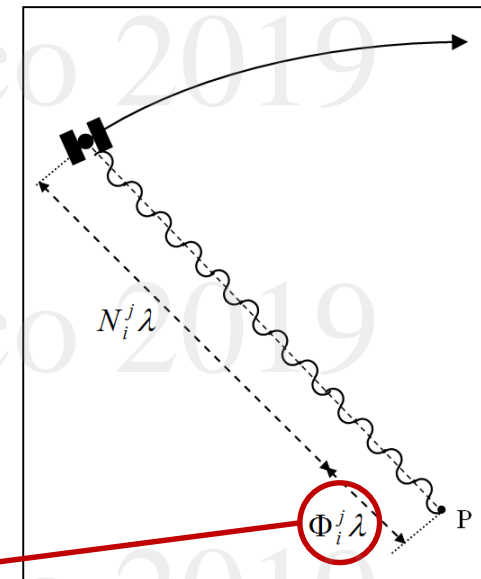
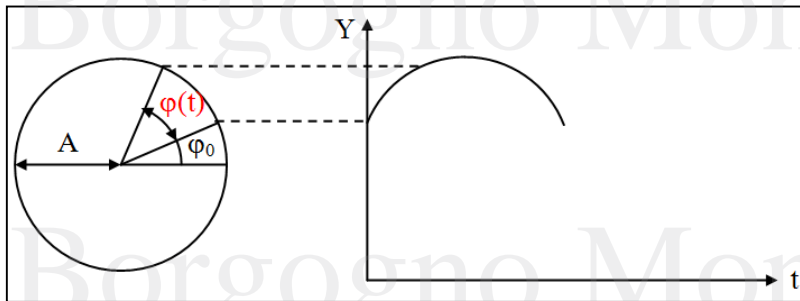
N incognite: X,Y,Z del punto ad ogni epoca + una incognita di tempo per ogni epoca = $N_t + 3 N_t$

N equazioni: $N_s \times N_t$

Per poter risolvere il problema in occorre che: $N_t \cdot N_s \geq 4 N_t$ da cui si ricava che $N_s \geq 4$

Cioè per un rilevamento di posizione in movimento servono comunque sempre almeno 4 satelliti!

- In modo analogo a quanto avviene per i distanziometri ad onde, si può procedere a determinare la distanza che separa satellite da ricevitore misurando la FASE di un segnale sinusoidale noto ricevuto.
- La fase è una variazione angolare nel tempo



| | | |
|--|------------------------------------|---------------------|
| $c = f \cdot \lambda$ | velocità di propagazione dell'onda | <i>m/s</i> |
| $f = d\varphi/dt$ | frequenza | <i>Hz = cicli/s</i> |
| $T = 1/f$ | periodo | <i>s</i> |
| $\lambda = c \cdot T$ | lunghezza d'onda | <i>m</i> |
| $\varphi = f \cdot \Delta t + \varphi_0$ | Fase | <i>cicli</i> |
| $\omega = 2\pi T$ | pulsazione | <i>rad/s</i> |

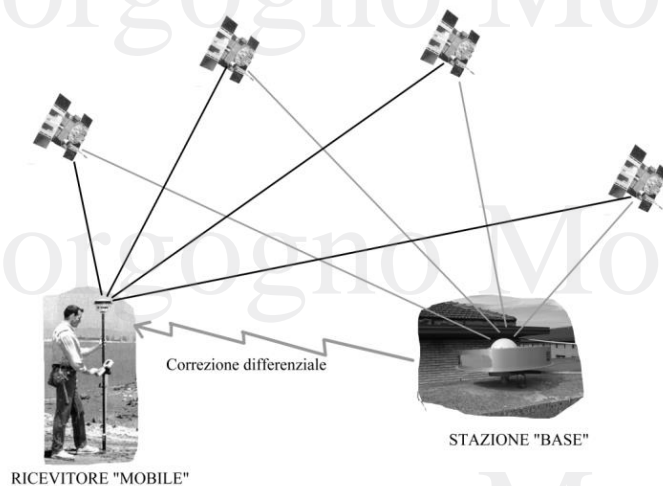
La distanza tra ricevitore e satellite può essere derivata con riferimento allo sfasamento φ misurato al ricevitore sulle portanti L1 e/o L2. Il termine **A** permette di determinare la frazione dell'ultimo ciclo intero di lunghezza d'onda a cui si deve aggiungere un numero n di cicli interi (detta **AMBIGUITÀ** di FASE, **B**) da determinare sulla base della distanza approssimata derivabile dalle misure di codice (che comunque possono essere eseguite)

$$\rho_i^{sat}(t) = \frac{\varphi \cdot \lambda}{2\pi} + n \cdot \lambda$$

Il posizionamento assoluto normalmente è associato alle misure di CODICE e pertanto passa dalla soluzione del sistema di equazioni alle distanze determinate sui codici che il ricevitore a disposizione è in grado di acquisire. Per tempi di permanenza sui punti ragionevoli non è in grado di raggiungere alte precisioni (precisione metrica). L'unico modo di minimizzare gli errori è mediare le misure di codice nel tempo.

Utilizzato prevalentemente per la navigazione dove non siano richieste alte precisioni di posizionamento.

- ci si avvale di stazioni PERMANENTI poste su capisaldi di coordinate note;
- note la posizione della stazione PERMANENTE e quella derivabile dalle misure GNSS dello stesso punto, si determinano gli errori e conseguentemente le correzioni da apportare alle soluzioni rese dallo strumento (alle coordinate o alle distanze)
- le correzioni possono essere trasmesse via radio e utilizzate in una vasta area per servire più utenti, anche in movimento

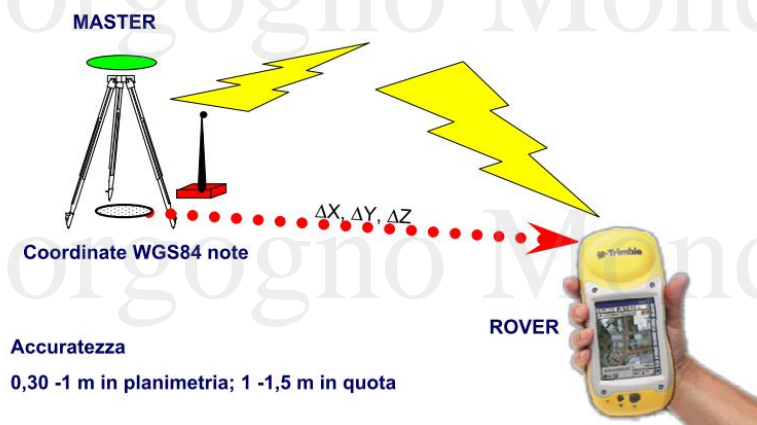


La possibilità di calcolare su una stazione nota le correzioni alle coordinate (o alle distanze) e di trasmetterle al ROVER affinché le applichi alle proprie misure si basa sull'ipotesi che i satelliti visti dalla stazione fissa e dal ROVER siano gli stessi e che l'atmosfera che li sovrasta sia la stessa (quindi devono essere abbastanza vicini)

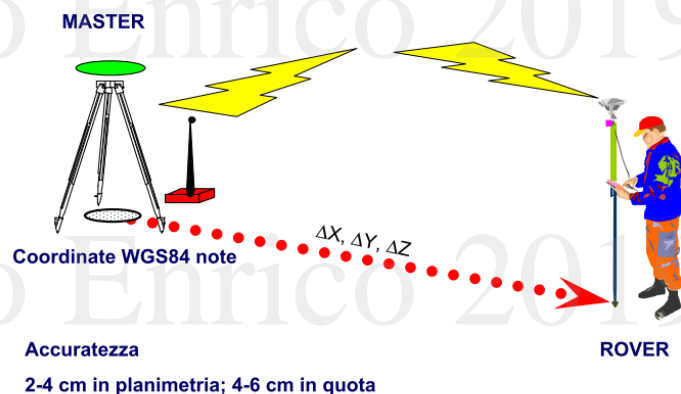
La precisione è infatti dipendente dalla distanza STAZIONE FISSA-ROVER ($= 10^{-6} - 10^{-8} * D$, cioè da 1 m/km a 1 cm/km) oltre che dal tempo di permanenza sul punto

Per modalità DGPS normalmente si intende quella per la quale vengono trasmesse al ROVER correzioni da applicare direttamente alle misure di codice (meno precisa).

Differenziale di solo codice DGPS



Differenziale RTK



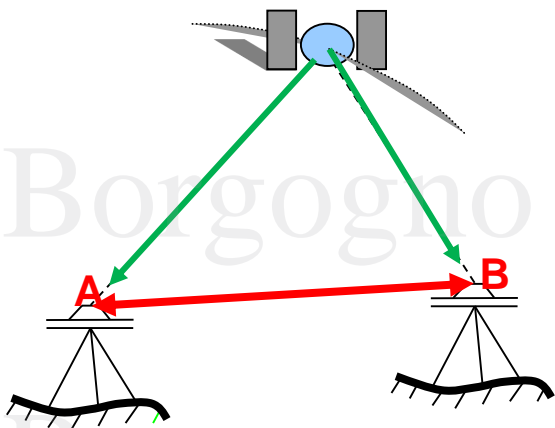
Nella modalità RTK normalmente vengono trasmesse al ROVER correzioni da applicare alle misure di fase (più precisa). Spesso ci si riferisce a questa modalità come POSIZIONAMENTO RELATIVO.

STATICO: i due ricevitori vengono posizionati su treppiede topografico e contemporaneamente acquisiscono misure per periodi dai 15 minuti ad alcune ore (più è lunga la base > il tempo di stazionamento sul punto)

CINEMATICO: un ricevitore (MASTER) è posizionato su treppiede, il secondo (ROVER) è in movimento. Se la misura viene risolta in tempo reale con la trasmissione delle correzioni si parla di RTK. Se invece si procede al POST-PROCESSAMENTO delle misure si parla più propriamente di rilievo CINEMATICO o PPK (Post Processing Kinematic).

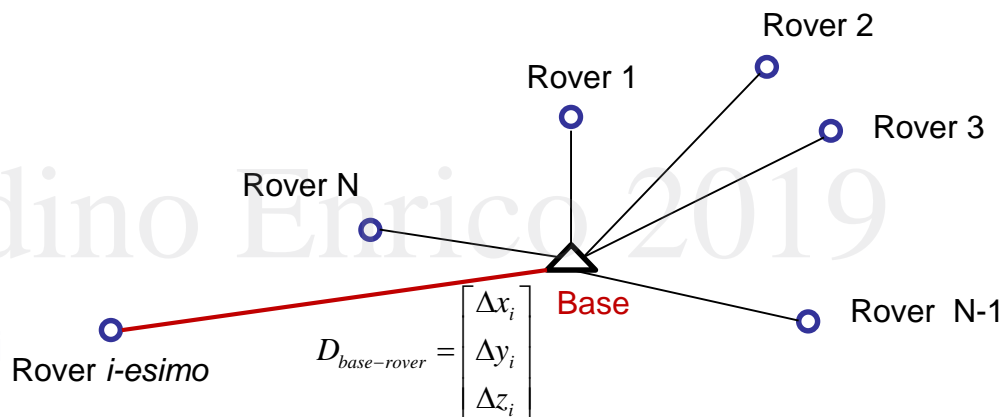
Si determinano le distanze ricevitore/satellite agendo sulle fasi delle onde portanti ($L1 / L2$). La stessa costellazione satellitare viene vista dalla stazione MASTER (BASE) e da quella ROVER. Solo le misure contemporanee e riferite agli stessi satelliti vengono considerate nel processo di correzione/soluzione del rilievo. L'ipotesi è di confrontare per differenza le misure effettuate dai 2 ricevitori in modo che la componente sistematica di errore legata all'atmosfera e ai satelliti si elida nel calcolo della BASELINE (posizione relativa del ROVER rispetto al MASTER)

Se si procede ad un rilievo di tipo relativo, si deve disporre di due ricevitori. Quello MASTER viene piazzato in posizione baricentrica rispetto all'area di rilievo e lì rimane per tutta la durata del rilievo. Il ROVER invece si muove ad occupare i punti da rilevare. I tempi di permanenza su ogni punto condizionano la precisione del rilievo. NB se le distanze lo consentono, la stazione MASTER può coincidere con una STAZIONE PERMANENTE (vedi seguito).



➤ si risolvono le componenti del vettore distanza $D_{\text{rover-Base}} = [DX, DY, DZ]$ (detta *baseline*) fra due stazioni di posizione inizialmente incognita (c'è sempre modo poi di agganciare il rilievo a stazioni permanenti di coordinate note).

- in questo modo molti errori sistematici si elidono (atmosfera e posizione satelliti tipicamente)
- è critica la soluzione dell'ambiguità (numero intero di cicli del segnale portante)



STAZIONI PERMANENTI

Si tratta di stazioni GNSS posizionate su punti stabili noti e controllati che acquisiscono continuamente. Spesso sono organizzate in RETI DI STAZIONI PERMANENTI. Esse possono rivestire il ruolo di STAZIONE MASTER per rilievi di tipo RELATIVO, oppure fornire le correzioni da apportare REAL-TIME o in POST-PROCESSAMENTO a misure fatte in modo differenziale (vedi seguito). Grazie all'interazione (RELATIVA o DIFFERENZIALE) tra stazione permanente e ROVER è possibile operare campagne di misura ad alta precisione anche con un solo ricevitore.

L'interazione REAL-TIME (RTK, Real Time Kinematic) avviene grazie ad un ponte radio (o GSM/GPRS) tra stazione ROVER e MASTER grazie al quale le misure contemporanee registrate dai due ricevitori possono interagire attraverso le dinamiche correttive consentite dai modelli del ricevitore ROVER a disposizione.

In alternativa è possibile procedere alle correzioni REGISTRATE in campo sul ricevitore *rover* POST-PROCESSANDO i dati e facendoli interagire con quelli contemporanei acquisiti da una o più stazioni MASTER vicine dalle quali possono essere scaricati tramite rete internet (FTP). Se le correzioni in post processamento riguardano misure cinematiche si parla di posizionamento PPK (Post Processing Kinematic).

TORINO POLITECNICO
<ftp://gps.polito.it>



| ORGANISATION | NETWORK & DATA | PRODUCTS & SERVICES | DOCUMENTATION | NEWS, EVENTS & LINKS |
|---|---|--|---|--|
| About Components Working groups Management Contributors Collaborations Site map | Station list Maps Tracking status Data access Proposed stations Station log submission Station picture submission | Data analysis Daily/weekly positions Positions & velocities Tropospheric delays ETRF/ITRF transformation Position time series Satellite orbit & clock correction streams | Formats Guidelines Equipment & calibration Papers FAQ | News Mails Calendar Workshops FTP server Web history Links |

EUROPA

NETWORK & DATA > MAPS

<http://www.epncb.oma.be/>

INTERACTIVE MAP

Legend

Station status (active, inactive, former) ▼

Active ● Inactive ● Former ●

Locate station on map

- Select a station - ▼

Station criteria selection

Receiver manufacturers: ASHTECH JAVAD

Antenna manufacturers: ASHTECH


Satellite system: GPS GLONASS GALILEO

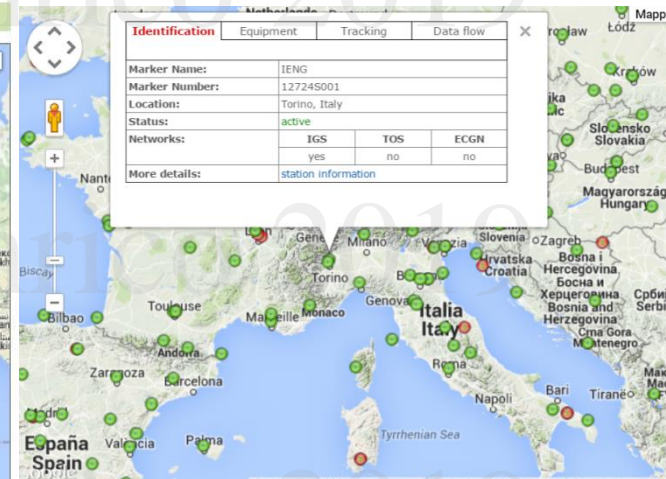
Status: ACTIVE INACTIVE FORMER

Data: DAILY HOURLY REAL-TIME

hold down CTRL for multiple selection

Update map





Identification

Equipment: IENG

Marker Number: 127245001

Location: Torino, Italy

Status: active

| | | | |
|-----------|-----|-----|------|
| Networks: | IGS | TOS | ECGN |
| | yes | no | no |

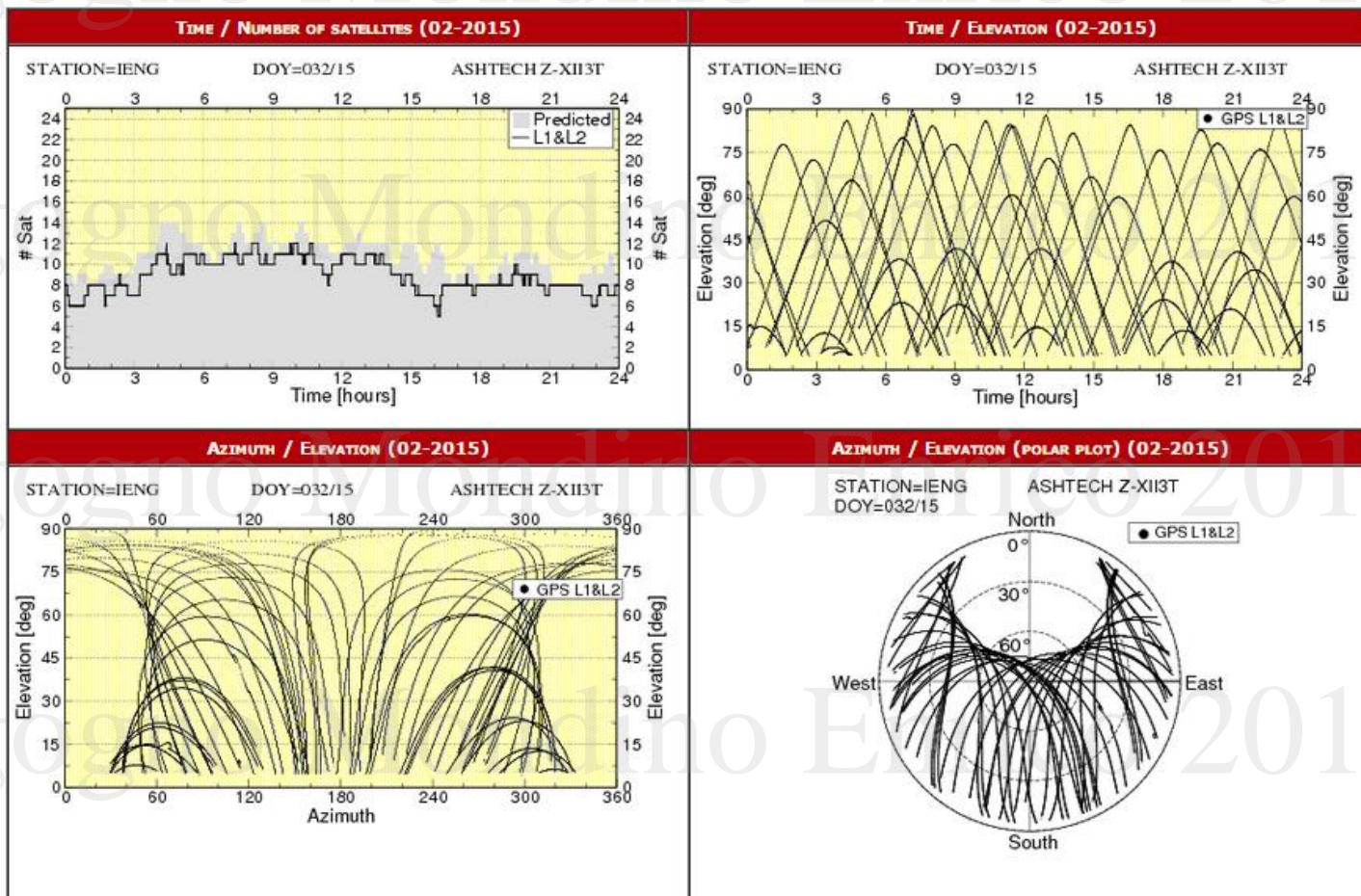
More details: station information

DOWNLOADABLE MAPS

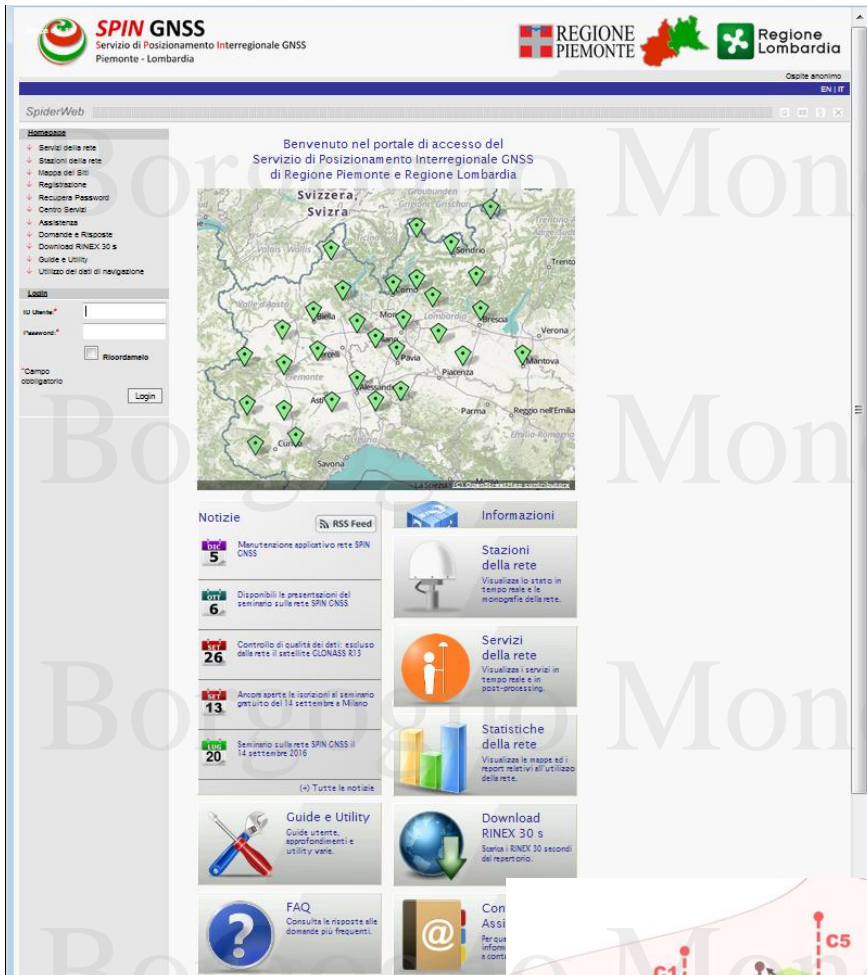
| | Station labels | | | | | |
|---|----------------|-----|----|---------|-----|----|
| | with | | | without | | |
| Daily data availability - during the last 28 days (at least 90%, between 80% and 89%, less than 80%) | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |
| Hourly data latency - below 10 minutes during the last 7 days (at least 90%, between 80% and 89%, less than 80%) | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |
| Tracking network | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |
| Stations submitting hourly data | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |
| Stations making available meteo data | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |
| Stations belonging to the IGS network | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |
| Stations participating to the TIGA pilot project | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |
| Stations belonging to the EUREF-IP network | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |
| Stations submitting GLONASS data | PNG | PDF | PS | PNG | PDF | PS |

One plot from to : or All plots for :

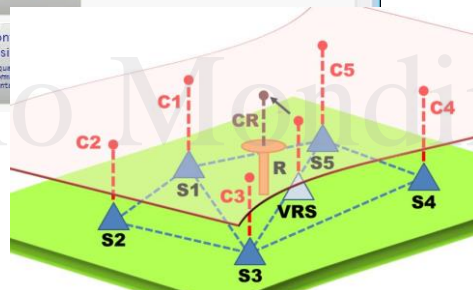
- Time / Number of satellites
- Time / Elevation
- Azimuth / Elevation
- Azimuth / Elevation (polar plot)



<https://www.spingnss.it/spiderweb/firmIndex.aspx>



L'approccio VRS (*Virtual Reference Station*) è basato sulla modellazione degli errori a partire dai dati delle singole stazioni permanenti, e sulla ricombinazione degli stessi in una posizione prossima a quella dell'utente, che riceve quindi le correzioni differenziali come se queste fossero generate da una stazione virtuale posizionata vicino al sito di misura. I vantaggi di un approccio di questo tipo sono legati alla semplicità concettuale (il ricevitore non deve fare alcun calcolo in più rispetto a quelli che già faceva utilizzando una correzione NRT) e al carico di trasmissione ridotto. Tuttavia, il limite maggiore da questo tipo di posizionamento è legato alla ricombinazione degli errori: all'aumentare dell'interdistanza tra le stazioni permanenti, cresce l'incertezza legata alla stima degli errori spazialmente correlati. Per questo motivo, le stazioni permanenti facenti parte di una rete non devono essere più distanti di 40-50 km una dall'altra.



Il posizionamento VRS: nota la posizione approssimata del rover (R), il centro di controllo genera una stazione virtuale (VRS) partendo dal modello degli errori ottenuto considerando le correzioni delle stazioni permanenti della rete. La correzione trasmessa al ricevitore (CR) è identica a quella della stazione virtuale.

| Tecnica | Segnale utilizzato (prevalentemente) | Numero ricevitori | Componenti aggiuntivi | Precisione attesa (3D) |
|-------------------------------------|---|---|---|---------------------------------------|
| Posizionamento Assoluto | Codice C/A | 1 | | ±10 m |
| | Codice P | | | ±1 m |
| Posizionamento Differenziale (DGPS) | Codice (C/A) | 1 | Canale radio aggiuntivo per trasmissione correzioni alle coordinate o alle distanze | ±0.5 m |
| Posizionamento RELATIVO | Fase | | | ±2 cm |
| | Fase | 2 reali (Master + Rover) | (Ponte radio o GSM che collega i due ricevitori) | ±1 mm (statico) ±2 cm (cinematico) |
| | Fase – VRS (funziona sia in RTK che in PPK) | 1 reale (Rover) uno virtuale (Master) e | GPRS/GSM (scheda dati) | ±2 cm (statico e cinamatico) |



MISURA DI CODICE (pseudorange)

- Acquisisce solo codice C/A
- Almeno 6 canali (spesso 12)
- Piccole dimensioni (palmari)
- Forniscono coordinate su display

Posizionamento assoluto *pseudo-range*

→ precisione $\pm 10\text{m}$ (± 100 con S/A attiva)

Posizionamento DGPS (alcuni) con precisione ± 0.5 m

Impiego: - navigazione (terrestre, navale) con *pseudorange*

- cartografia a media scala e GIS con

DGPS

La disattivazione della SA (Clinton, 2000), ha migliorato la precisione del posizionamento assoluto: $|s_{95\%}| \leq 10 \text{ m}$



SINGOLA FREQUENZA (L1)

- acquisisce codice C/A e portante L1
- 12 canali
- può memorizzare dati C/A, L1 nella memoria interna (o PCMCIA)

Posizionamento con misure di codice e di fase su L1. Relative se agiscono sulla fase o differenziali se agiscono sul codice.

Impiego: tutti i tipi di posizionamento (statico, cinematico) anche di precisione, su basi < 15-20 km

NB: non si realizzano ricevitori solo L2

DOPPIA FREQUENZA (L1 e L2) con P-code



- può acquisire tutte le parti del segnale (L1, L2, C/A, P)
- in assenza di *Anti Spoofing (A-S)*, il codice P è ottenibile direttamente per correlazione

- in presenza di A-S (P Y), L2 è accessibile rimuovendo il codice P, con diverse tecniche.

Posizionamento con misure di codice e di fase su L1 L2 combinate secondo varie tecniche

Impiego: tutti i tipi di posizionamento (statico, cinematico) anche di precisione, senza limiti di lunghezza delle basi.

I parametri DOP (DILUTION of PRECISION) sono misure di incertezza di posizionamento che dipendono unicamente dalla GEOMETRIA DELLA COSTELLAZIONE di satelliti che sovrasta la zona di misura (al netto di tutti gli altri errori). Questa cambia nel corso del giorno con la posizione. Si ottengono applicando legge di propagazione della Varianza alle equazioni alle distanze. Sulla base delle EFFEMERIDI predette è possibile verificare le condizioni della costellazione prima di andare in campo in modo da sfruttare i periodi più favorevoli.

I DOP sono dunque stimatori molto ottimistici della precisione di misura VERA, che invece dipende da tutti i fattori di errore precedentemente visti.

Certamente condizioni di misura a DOP bassi sono preferibili.

$$\text{RDOP} = \sqrt{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + \sigma_Z^2 + \sigma_\tau^2} \quad \text{Incertezza complessiva sulle incognite (3 di posizione ed una di tempo)}$$

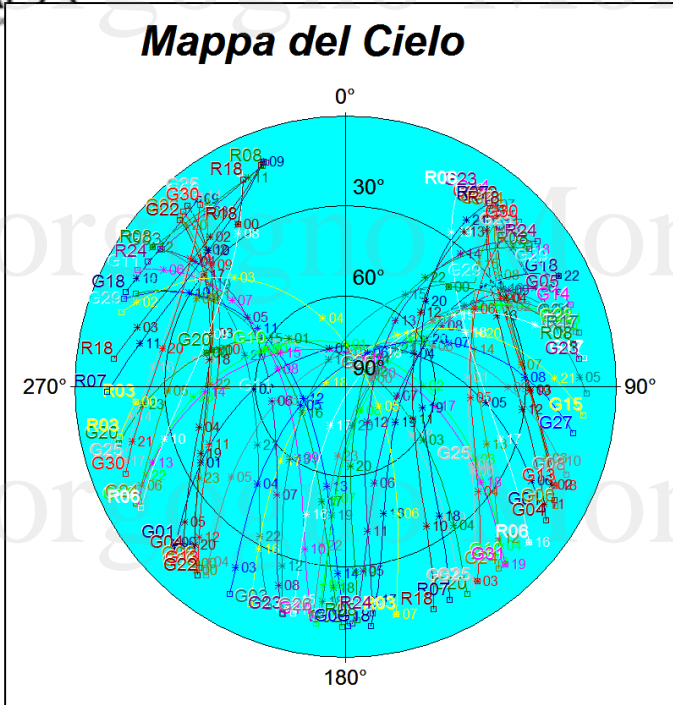
$$\text{PDOP} = \sqrt{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + \sigma_Z^2} \quad \text{Incertezza di posizionamento 3D (plano-altimetrico)}$$

$$\text{HDOP} = \sqrt{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2} \quad \text{Incertezza di posizionamento 2D (planimetrico)}$$

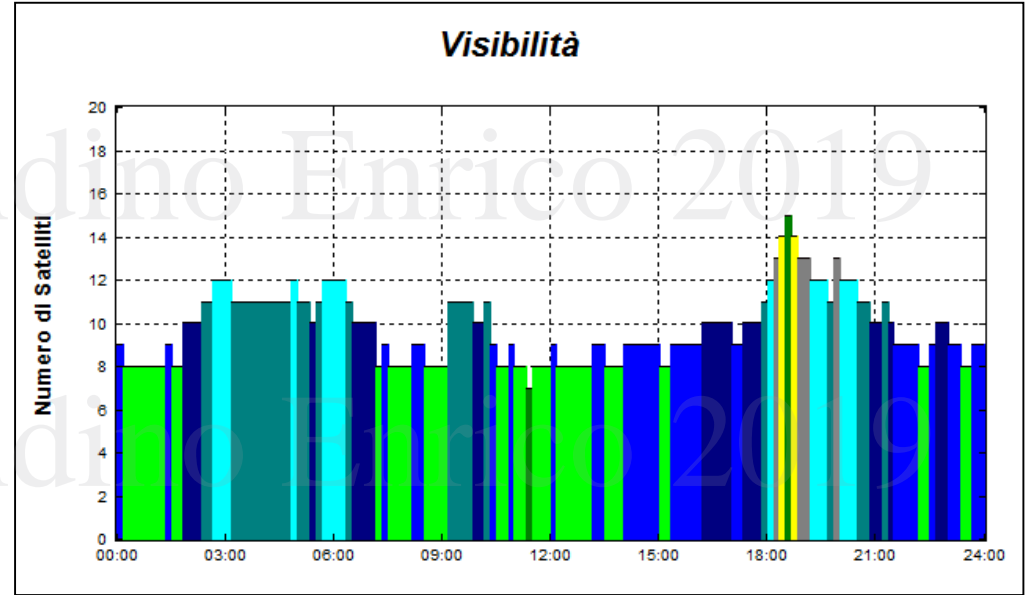
$$\text{VDOP} = \sqrt{\sigma_Z^2} \quad \text{Incertezza di posizionamento altimetrico}$$

$$\text{TDOP} = \sqrt{\sigma_\tau^2} \quad \text{Incertezza di misura temporale}$$

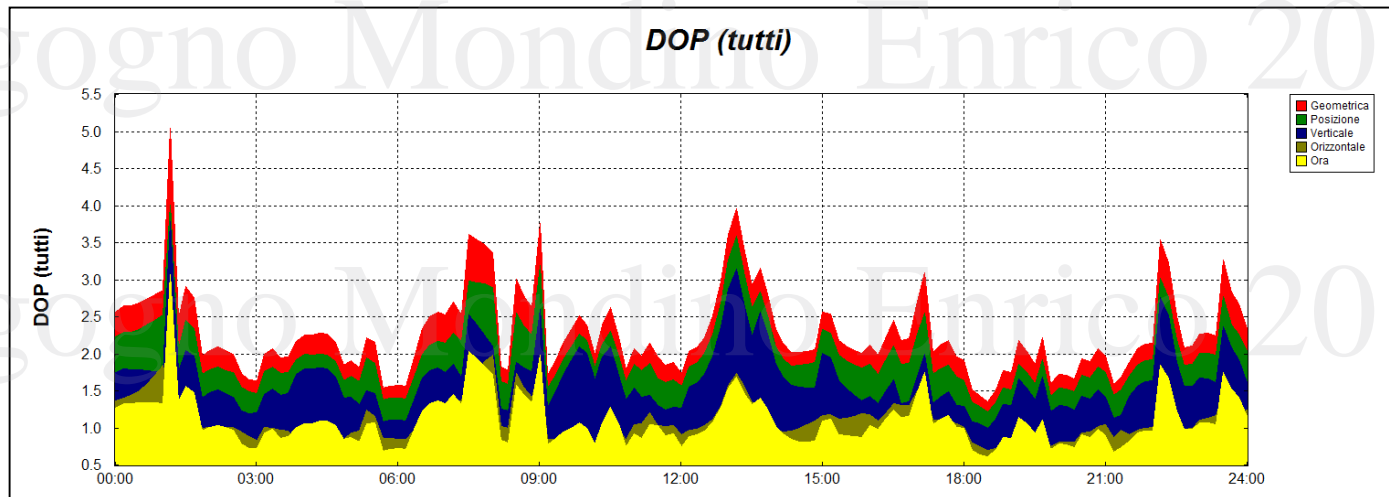
Mappa del Cielo



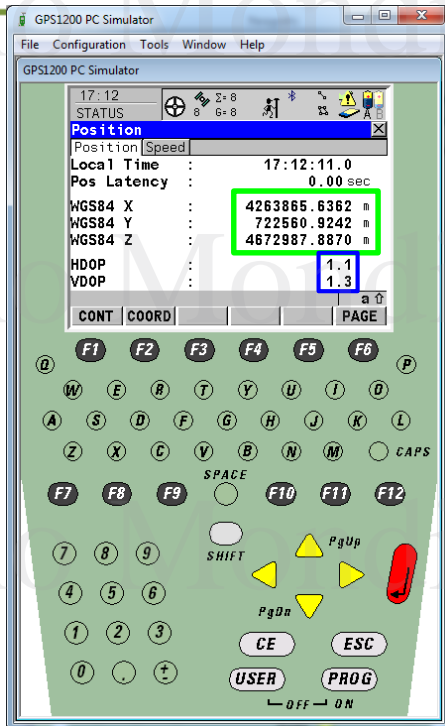
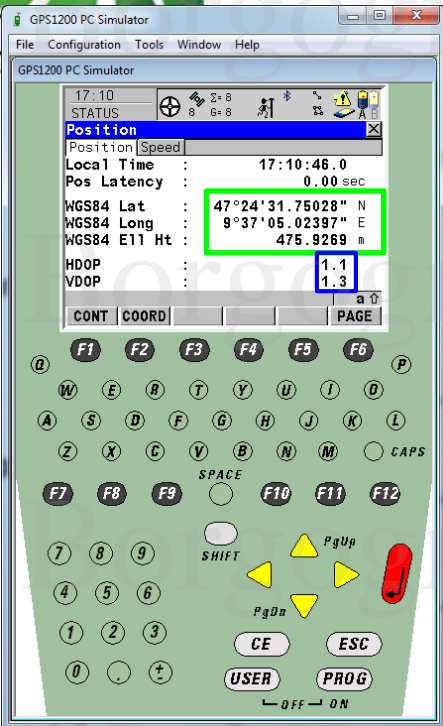
Visibilità



DOP (tutti)

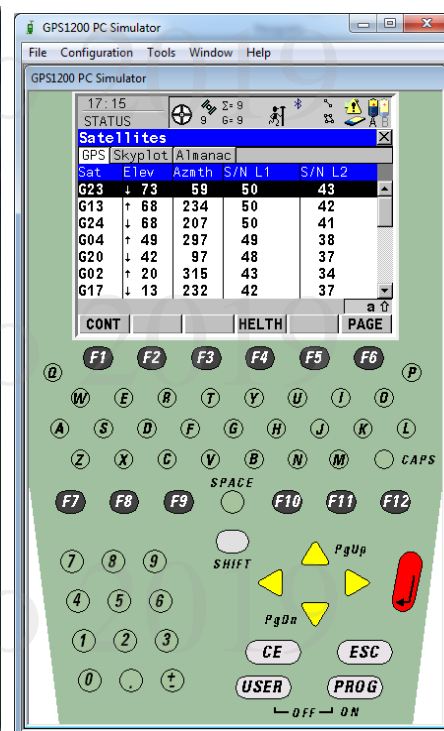
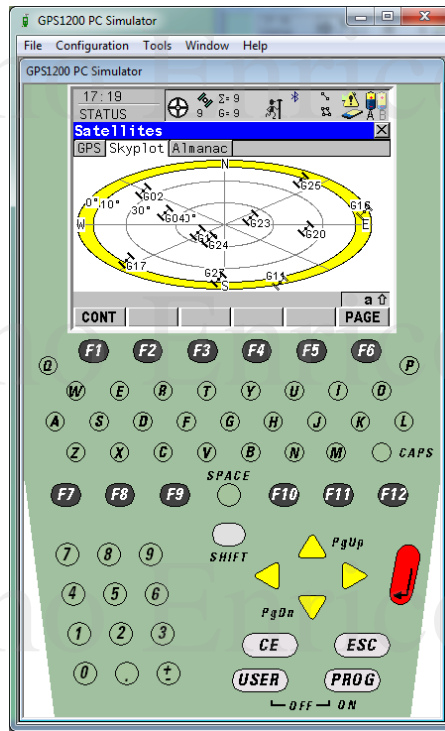


IL RICEVITORE (LEICA GPS1200)



In ogni istante è possibile controllare la geometria della costellazione satellitare. Questa determina la possibilità di risolvere la posizione del punto di misura con maggiore o minore precisione. I coefficienti DOP (*Dilution of Precision*) misurano la precisione potenziale nella determinazione delle coordinate geocentriche (sono in metri e rispondono alle definizioni date precedentemente)

Accesso alle coordinate di posizione (PSEUDO RANGE).
 Sx - Coord. Geografiche, Dx - Coord. Geocentriche. In blu sono evidenziati i valori di HDOP e VDOP corrispondenti alla costellazione satellitare in quel momento visibile dal punto di misura.



Effemeridi e SKYLOT