

Appunti

Topografia

Orientamento

GPS

Livello elementare:

Prima parte

Elementi di topografia e lettura delle
carte Elementi di orientamento
Elementi di uso della bussola

Esercizi;

Riconosci le pendenze
Individua il punto di stazione tramite
riferimenti Trova l'azimut del punto obiettivo
Controllo della rotta carta/bussola

Seconda parte

Elementi di cartografia
I reticoli cartografici
La cartografia Italiana
Trovare un punto date le coordinate
Individuare le coordinate di un punto
Tracciare una rotta

Livello avanzato:

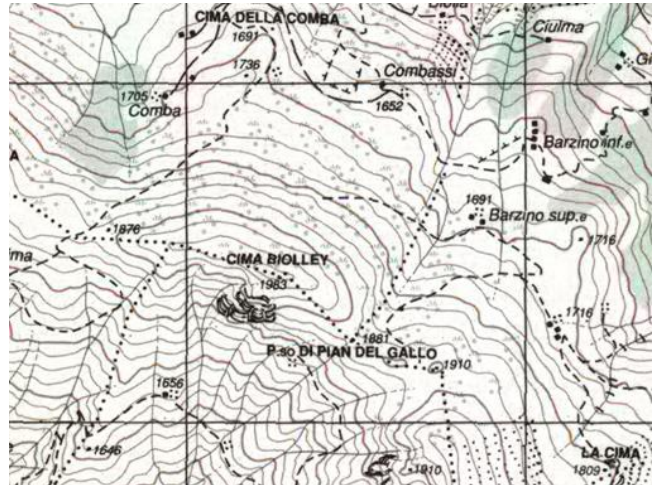
Prima parte

Funzionamento del GPS
Uso del dispositivo GPS
Trovare un punto sul campo con il GPS
Fare il punto di stazione su carta col
GPS
Marcare un punto
Impostare una rotta con la funzione GO TO
Tracciare una rotta
Cartografia per il GPS
Aprire un file DWG\DXF
georeferenziato con
Autocad
Costruire un reticolo di riferimento
Coordinateli file immagine e/o stampare la
mappa

Elementi di topografia e lettura delle carte

La "carta" è il ridisegno di una porzione di superficie terrestre realizzata su una superficie piana; la carta restituisce informazione sull'esistenza, la posizione e la distanza fra determinati elementi (strade, centri abitati, boschi, cime montane). Essa indica inoltre variazioni del terreno, altezze di elementi naturali, superfici boscate etc. In una carta vengono rappresentati principalmente;

- Forme del suolo (orografia)**
- Corsi d'acqua (idrografia)**
- Strade**
- Insedimenti**
- Vegetazione



Si intende come "forme del suolo" l'insieme dei rilievi e delle depressioni del terreno.

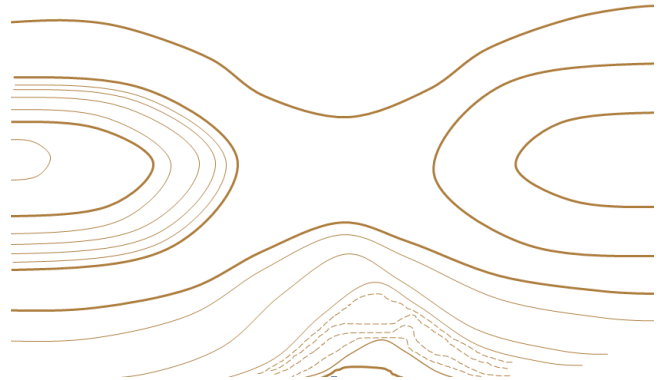
Sulle carte le forme del suolo

Sono rappresentate attraverso le cosiddette "curve di livello" o "isoipse".

Bisogna pensare alle "curve di livello" come l'insieme dei punti che stanno alla stessa quota.

Quindi **seguire una curva di livello significa nella realtà camminare in piano**, mentre

seguire un percorso perpendicolare ad una curva di livello significa scendere o salire.

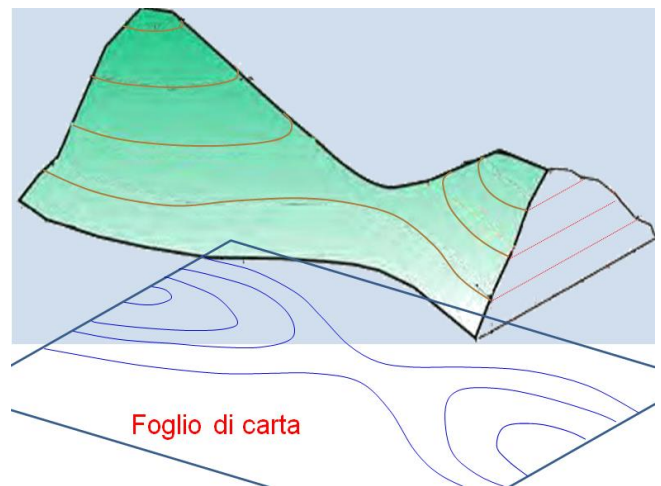


Le curve di livello rappresentano la pendenza del suolo.

Il numero delle curve di livello rappresentate dipende dalla scala della carta (vedi sezione relativa alle carte). Ciò significa che se su una curva troviamo scritto 100 e sulla successiva 110, significa che tra quei due punti c'è un dislivello in altezza di 10mt (come un edificio di 3 piani circa).

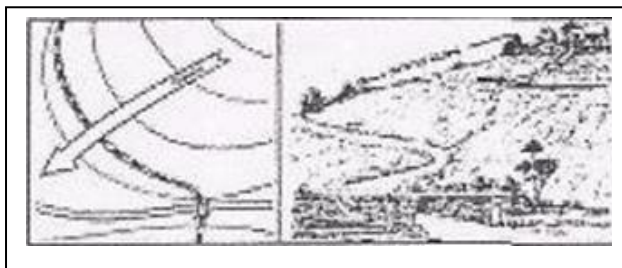
Più le curve sono ravvicinate e più il terreno è ripido, se tendono perfino a sovrapporsi allora il terreno è una parete scoscesa per rocciatori. Viceversa se le curve sono ben distanziate la pendenza è dolce o addirittura lieve, anche se non è detto che sia transitabile.

La lettura della forma e della distanza delle curve di livello ci consente di comprendere la forma del terreno e di conseguenza i percorsi che verosimilmente saranno più agevoli.



Ciascun tipo di pendenza ha un nome convenzionale, di seguito sono descritte le più comuni:

Gentile: Sulla carta le curve di livello sono disegnate ben distanziate ed equidistanti. I difensori hanno una visuale chiara mentre le forze in attacco devono percorrere una leggera salita;

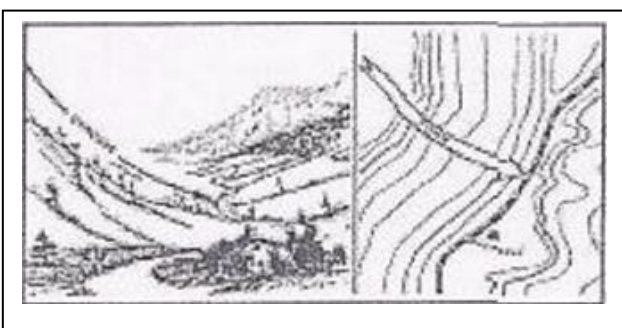


Ripida: Sulla carta le curve di livello sono disegnate molto ravvicinate ed equidistanti. Più le curve di livello sono ravvicinate maggiore è la pendenza. I difensori hanno una visuale chiara e nessun ostacolo al tiro; le forze in attacco devono percorrere una salita rapida che deve essere percorsa in modo obliquo alla pendenza;



Concava

Sulla carta le curve di livello sono disegnate molto ravvicinate sulla parte alta della collina e via via più distanziate verso il basso. I difensori hanno una visuale molto chiara e nessun ostacolo al tiro; le forze in attacco devono percorrere una salita gentile nella parte basse e via via più rapida e difficoltosa a quota più alta;



Convessa

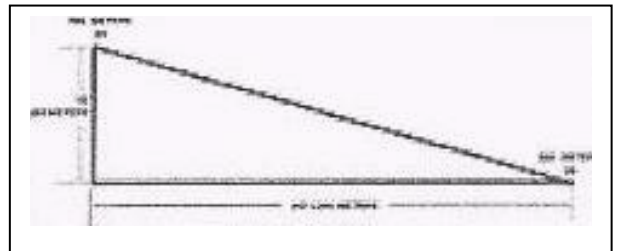
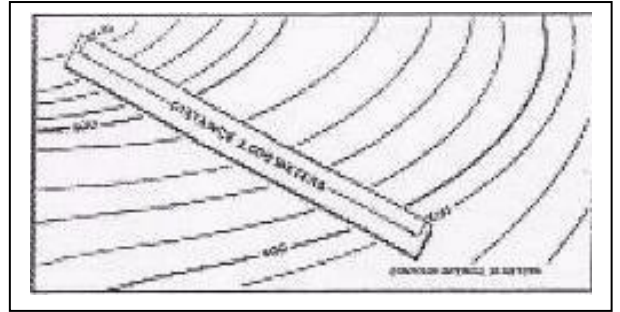
Sulla carta le curve di livello sono disegnate più distanziate sulla parte alta della collina e via via più ravvicinate verso il basso. I difensori hanno una visuale poco chiara e possono ostacolare l'avanzata degli attaccanti solo quando questi si sono avvicinati alle loro posizioni; le forze in attacco percorrono il quasi tutto il versante celati agli occhi nemici ed avrà una scalata rapida mano a mano **che si avvicina** alla cima della collina.



Percentuale di pendenza

Talvolta può essere utile farsi un'idea della percentuale di pendenza di una rotta, ecco come fare:

1. Misuro la distanza sulla mappa; con un righello misuro la distanza tra due punti.....>
2. Annoto le altezze dei due estremi;
3. Calcolo:



Distanza =

$\frac{\text{quota A} - \text{quota B}}{\text{Distanza tra i due punti}} \times 100 = \text{pendenza in percentuale } \%$

Ricordarsi che pendenza in % non è uguale a pendenza in gradi....

Esempio:

50% corrisponde a 22,5°

100% corrisponde a 45°

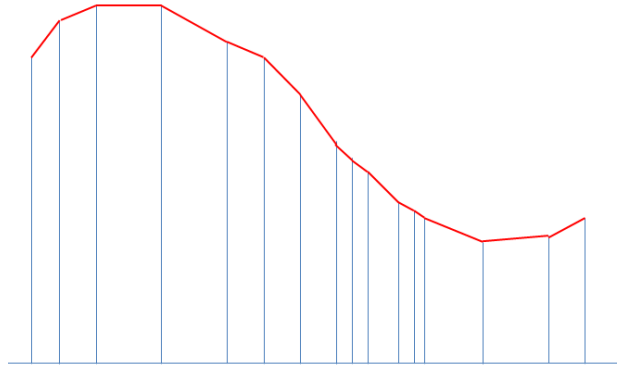
(ricordarsi : 100m in altezza su 100m in distanza....)

∞% (infinito%) corrisponde a circa 90° (quasi verticale)

Profili

Può essere utile rappresentare l'andamento del terreno lungo una direzione attraverso un disegno che si chiama "profilo". I profili servono:

- a determinare tempi di percorrenza;
- a disegnare aree nascoste o punti morti;
- comprendere meglio l'andamento del percorso che si affronta;
- ad aiutare alla individuazione di elementi del territorio



I profili sono utili soprattutto per individuare se lungo la nostra rotta c'è una **"rottura di pendenza"**, cioè un brusco cambiamento di inclinazione del terreno che può far arrestare il nostro cammino, ad esempio un dirupo, una scarpata o un muro.



Quota di un punto

Le curve di livello servono anche a stabilire la quota di un punto sul terreno. Se la carta non riporta la quota (in genere sono riportate solo quelle principali) la si può ricavare per "interpolazione".

Si imposta la seguente equazione:

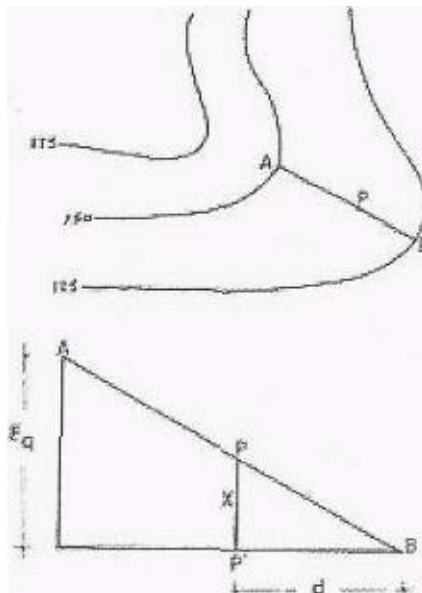
$$\text{Eq} : X = D : d$$

dove **D** è la distanza topografica AB

e **d** è la distanza PB

Sul campo raramente sarà necessario operare l'equazione.

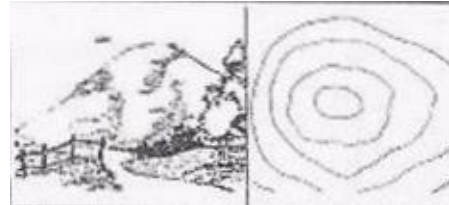
Lo si può fare per approssimazione leggendo le quote delle curve superiori e inferiori e facendo una media ragionevole.



Morfologia del suolo denominazioni

Ogni Forma caratteristica del terreno ha un suo nome che è necessario conoscere per comunicarlo in maniera univoca ai nostri compagni

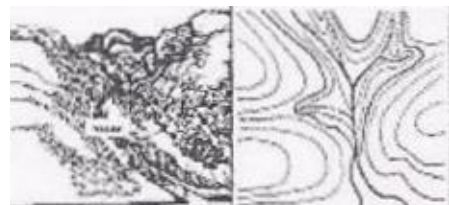
Collina: curve crescenti uniformi



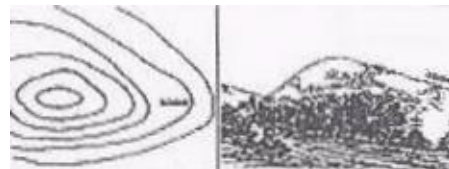
Sella: passaggio tra due colline



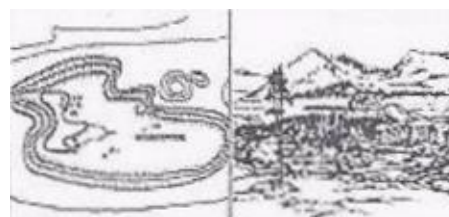
Valle: area pianeggiante tra più colline



Cresta: linea che passa per il profilo della collina



Depressione: area del suolo più bassa delle zone limitrofe



Valle stretta; interstizio tra più colline



Vallecole: incisioni profonde delle colline – calanchi - canyon



Dirupo: parete a picco



Incisioni: Strade, ferrovie, canali, scavi e riporti



Elementi di orientamento

Saper riconoscere le forme del terreno

Se sei in grado di riconoscere i segni della mappa e se riesci a confrontarli con le forme che hai davanti agli occhi, allora correggere un eventuale errore di navigazione, chiedere aiuto, segnalare problemi altrui, restituire informazioni logistiche, diviene immediato e semplice.

Confrontare le morfologie de» rilievi con quelli rappresentati sulla carta.

Dall'osservazione delle curve di livello è facile identificare le forme principali dei rilievi e dalle forme che si dispiegano davanti. Uno alla volta, si cercano le forme reali e le loro reciproche disegnate sulla mappa; così, per raffronto, riusciamo ad individuare la nostra posizione sulla mappa. Questa procedura diviene difficile in terreni ristretti o all'interno di vegetazioni arboree a causa della scarsa visibilità.

Confrontare la vegetazione con quella disegnata sulla carta.

La vegetazione può aiutarci a confrontare i disegni della mappa con le forme delle coperture vegetali. Aver familiarità anche con i simboli della vegetazione ci può aiutare a capire molte cose: a seconda che il bosco sia fitto o ceduo avremo ambienti diversi, così per i sottoboschi:

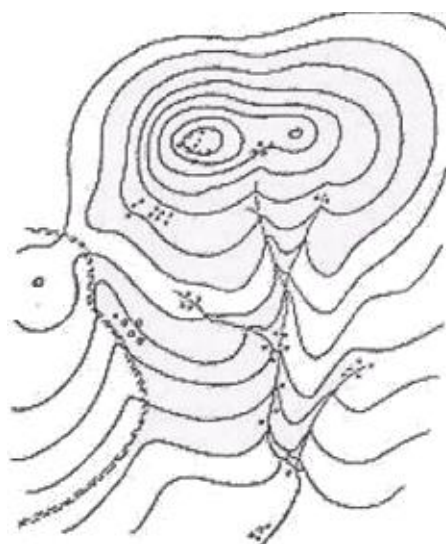
pressoché assenti sotto un bosco di conifere fitti ed intricati sotto le latifoglie.

La vegetazione nasconde le forme del territorio, per questo è bene che il navigatore non faccia affidamento solo a ciò che vede ma faccia ricorso alla carta appena possibile.

L'idrografia, le forme e le dimensioni dei laghi insieme alla dimensione ed alla direzione dei corsi d'acqua, divengono un valido aiuto per riconoscere le forme del territorio.

Usare i manufatti antropici. Le opere antropiche sono un importante fattore durante la fase di riconoscimento. Il navigatore deve essere così in grado di riconoscere i simboli della legenda che raffigurano questi materiali. La direzione e la forma degli edifici, delle strade, dei ponti, delle linee dell'alta tensione, semplifica lo studio del territorio.

Potete provare a disegnare una mappa cartacea di ciò che vedete; è un primo passo per orientarsi. Questa associazione tra le forme che vedete e ciò che è rappresentato su mappa si chiama "terrain association" ed è la base della navigazione a vista.



Sistema dei riferimenti incrociati

E' la chiave della navigazione a vista. Imparate a riconoscere le forme particolari del territorio o ad individuare alcuni manufatti umani (es un campanile o un elettrodotto) che vi serviranno da elemento di riferimento.

Ricordate che per orientarvi vi servono almeno due riferimenti sempre visibili!

Es.: *"Ho la cresta della collina sempre alla mia sinistra e il campanile dritto di fronte a me"*

Se ad un certo punto mi trovo lì campanile a sinistra e la cresta alle spalle significa che ho girato a destra e così via.

L'associazione fra i riferimenti a vista e la loro individuazione sulla carta si chiama "terrain association"

La carta ci descrive in anticipo cosa troveremo lungo il percorso attraverso un sistema di simboli che rappresentano i manufatti costruiti dall'uomo (es. Le strade e i ponti) e le forme (es. montagne, fiumi, corsi d'acqua naturali etc)

Con l'ausilio di una carta possiamo quindi "cercare" a vista un campanile o un ponte o una cresta montuosa o ancora un fiume che guidi il nostro percorso. Questa associazione tra ciò che è rappresentato sulla carta e ciò che vediamo si chiama "associazione".

Il metodo dell'associazione non è però sufficiente nella maggior parte dei casi.

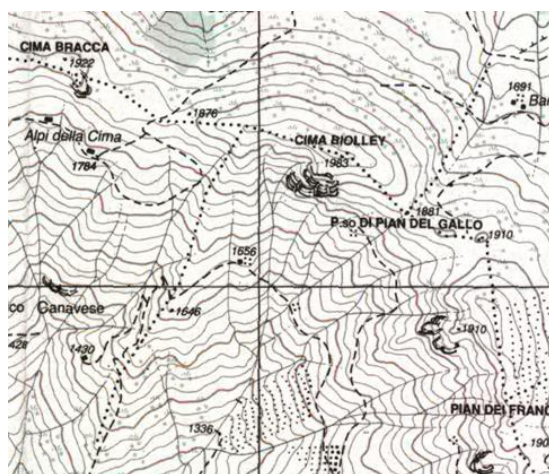
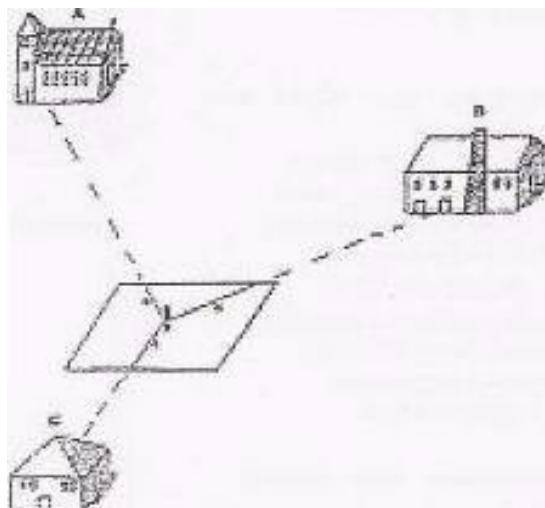
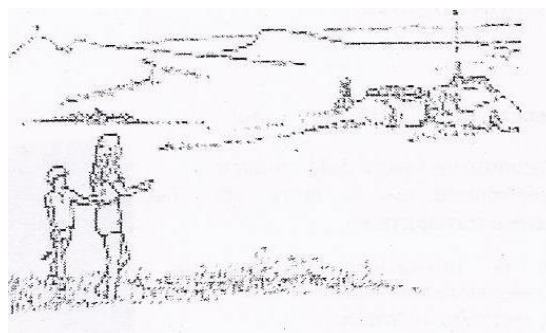
E' fondamentale avere altre nozioni di orientamento, In particolare;

La simbologia delle carte

L'uso della bussola o di altri strumenti di navigazione.

Se infatti individuiamo un fiume, non sappiamo se e dove esso è attraversabile, a meno di non saper riconoscere i simboli sulla carta.

Inoltre al buio o con nebbia non è possibile navigare a vista!



Orientamento della carta a vista

Metodi diurni

Quando sappiamo il punto di stazione sulla carta è facile orientare la carta stessa; basterà riconoscere sul terreno un particolare o un elemento riportato anche sulla mappa. Es. Se io sono nel punto B e la chiesa è nel punto A, moto la carta fino a che il tratto BA sulla carta coincide con l'allineamento tra me e la chiesa nella realtà. Nota che poiché tutte le carte sono disegnate con l'orientamento dei punti cardinali, il lato superiore della carta ci indica il nord. Ricordarsi sempre che le scritte hanno andamento Ovest-Est, per cui il Nord è sempre sul lato alto della carta.

Quando **non sappiamo esattamente** dove ci troviamo possiamo utilizzare altri sistemi:

Allineamenti

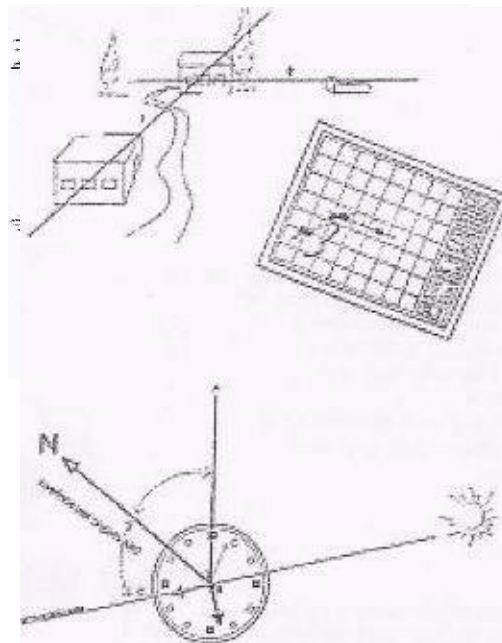
Individuiamo sulla carta due allineamenti corrispondenti; per esempio, un tratto rettilineo di strada (oppure un rusco, un torrente, un filare di alberi, un muro, una strada Ferrata etc.) Si dispone la carta orizzontale e la si fa ruotare finché i due allineamenti (carta e terreno) non risultano paralleli e disposti nello stesso senso. Allora la carta è orientata. Per evitare che la carta risulti orientata alla rovescia, bisogna essere sicuri dei riferimenti ricorrendo al controllo con altri due o tre punti caratteristici.

Orientare la carta per mezzo del sole

Ci serve un comune orologio con le lancette. Si appoggia uno spillo verticalmente al centro dell'orologio. Ecco costruita la nostra meridiana. Si ruota l'orologio fino a quando l'ombra dello spillo coincide con la lancetta delle ore. In quella condizione la bisettrice tra la lancetta delle ore e il mezzogiorno è la direzione NORD con un'approssimazione di circa 30°.

Orientamento mediante la bussola

La bussola è uno strumento dotato di un ago magnetico che tende ad orientarsi naturalmente verso il NORD MAGNETICO della terra. Quindi orientando la carta secondo la direzione indicata dalla freccia abbiamo un'indicazione approssimata. Notare che il NORD MAGNETICO non coincide con il NORD CARTOGRAFICO perché il polo magnetico della terra è spostato di circa 5° e tende a cambiare nel corso degli anni! Per distanze brevi questa differenza nella "declinazione magnetica" è trascurabile, mentre su lunghi tragitti diventa determinante (vedi sezione U30 della bussola).

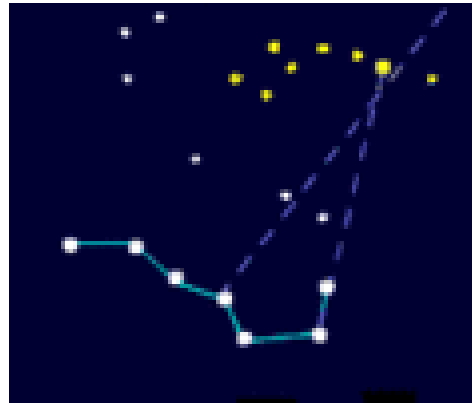


Metodi notturni

La stella Polare

La stella polare indica con sufficiente approssimazione la direzione del NORD. Per rintracciarla è sufficiente ci si riferisce alla costellazione dell'Orsa Maggiore (gran carro) che è abbastanza appariscente perché formata da , stelle molto luminose. La stella polare si trova sul prolungamento della congiungente, le assi, dette ruote posteriori del gran carro, a una distanza pari a cinque volte l'intervallo tra le due ruote.

Polaris è anche la prima stella del piccolo carro o Orsa minore.



Orientamento della carta con la Luna

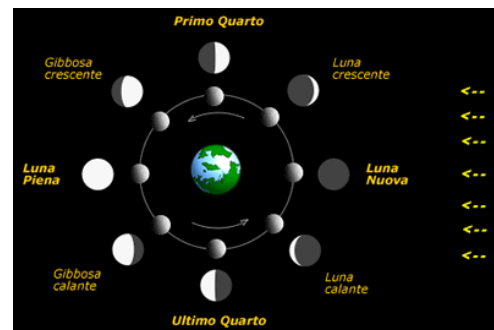
La luna ruota intorno alla terra compiendo un intero giro in circa 29 giorni. Durante tale periodo è più o meno visibile, o addirittura invisibile, dalla terra a seconda della sua posizione rispetto al sole.

I vari aspetti sotto cui la si vede determinano le quattro "fasi lunari", ciascuna delle quali dura poco più di sette giorni:

Luna nuova (non visibile) Primo quarto o crescente
Luna piena

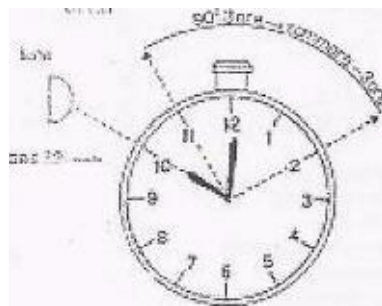
Ultimo quarto o calante o "con gobba a ponente" Potendo disporre di un orologio con le lancette e avendo la Luna in una fase visibile, ci si può

orientare trovando la direzione del NORD.



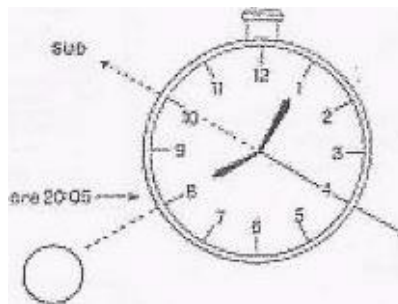
Luna al primo quarto

Con l'orologio orizzontale [o si ruota finché la lancetta delle ore sia diretta verso la Luna. La bisettrice dell'angolo fra la direzione della luna e il mezzogiorno indica la direzione dell'OVEST.



Luna piena

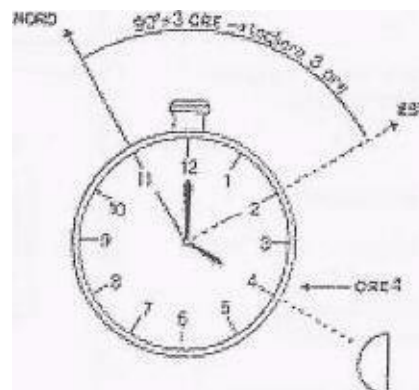
Con l'orologio orizzontale lo si ruota finché la lancetta delle ore sia diretta verso la Luna. La bisettrice dell'angolo fra la direzione della luna e il mezzogiorno indica la direzione del SUD



Luna calante

Con l'orologio orizzontale lo si ruota finché la lancetta delle ore sia diretta verso la Luna. La bisettrice dell'angolo fra la direzione della luna e il mezzogiorno indica la direzione dell'EST

Come si vede il metodo è simile a quello descritto per il Sole ma bisogna ricordare



Luna primo quarto > bisettrice a OVEST

Luna piena > bisettrice a SUD

Luna calante > bisettrice a EST

Elementi di uso della bussola

Le bussole e il loro utilizzo pratico Le bussole sono il più semplice strumento per misurare la direzione.

Tutte le bussole sono strumenti delicati che debbono essere adeguatamente maneggiati. Gli oggetti in metallo e le linee elettriche possono alterare il comportamento della bussola. Le seguenti distanze sono suggerite al fine di assicurare un corretto comportamento della bussola:

- 50mt da linee elettriche;
- 18mt da camion, treni o vetture;
- 10mt da cavi telefonici;
- 2mt da bidoni metallici;

Nella pratica dell'orientamento e degli sport all'aria aperta le bussole più diffuse che vengono impiegate sono: la bussola da rilevamento e quella cartografica

La bussola da rilevamento

E' composta da tre parti:

Copertura > protegge il quadrante e contiene il filo metallico di mira, e, spesso due riferimenti fosforescenti luminosi necessari alla navigazione notturna;

Base > che contiene il quadrante della bussola che indica i punti cardinali, la linea di direzione disegnata sul vetro, la ghiera di direzione, la "maniglia";

Lente > che serve a leggere i numeri e grazie al mirino puntare i riferimenti per impostare la rotta.



E' facile e rapida;

Può essere usata in tutte le condizioni di visibilità;

Può essere usata per la navigazione in tutti i tipi di terreno;

Può essere usata senza riporre attrezzi come i bastoncini; Può essere usata senza rimuovere gli occhiali

Come si usa

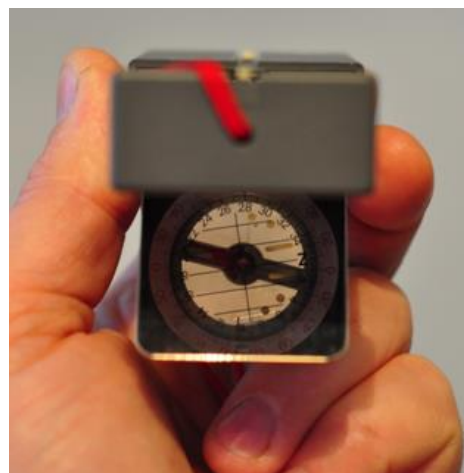
1. Aprire la copertura della bussola contenente il filo metallico di mira fino a fargli assumere la posizione verticale

2. Guardare attraverso il mirino posteriore ed allinearla con il filo metallico di mira

3. Puntare verso l'oggetto desiderato; leggere attraverso la lente il numero presente sulla bussola corrispondente alla linea nera sul quadrante

4. Ruotare la ghiera sino a quando la linea luminosa non è allineata con la direzione nord segnata dalla bussola.

Questa tecnica è usata quasi esclusivamente per mirare ed è la migliore tecnica per questo scopo.



Le bussole da carteggio

Questo tipo di bussola consiste in una base piatta a forma rettangolare, in cui è segnata una freccia fissa diretta verso l'asse longitudinale e un quadrante che ruota, sul quale sono segnati i gradi (360°). Sulla base del quadrante della bussola c'è una freccia e una serie di linee parallele ad essa.

Le caratteristiche supplementari possono includere una scala per misurare le distanze sulla carta, una lente d'ingrandimento per la lettura dei dettagli e della simbologia disegnata sulla carta, e le forme di un cerchio e di un triangolo per aiutare a disegnare i percorsi.



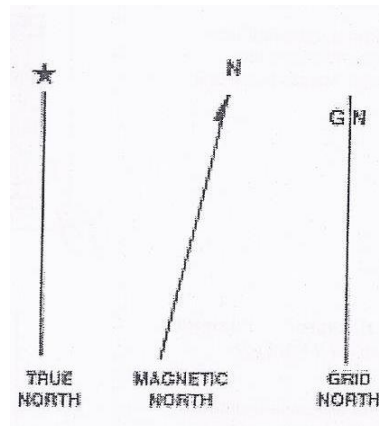
Uso della bussola

La bussola è uno strumento versatile che può essere utilizzato per risolvere molti problemi cartografici. Tuttavia è bene ricordare alcune avvertenze:

La bussola va tenuta sempre orizzontale in modo che l'ago sia libero di girare intorno al suo asse. Le masse ferrose possono alterare il rilevamento della bussola;

Il Nord magnetico non coincide col Nord geografico;

Quando si cerca il Nord conviene essere in piedi con la bussola in mano e ruotare il corpo se necessario in modo da tenere a memoria la direzione trovata.



Declinazione magnetica

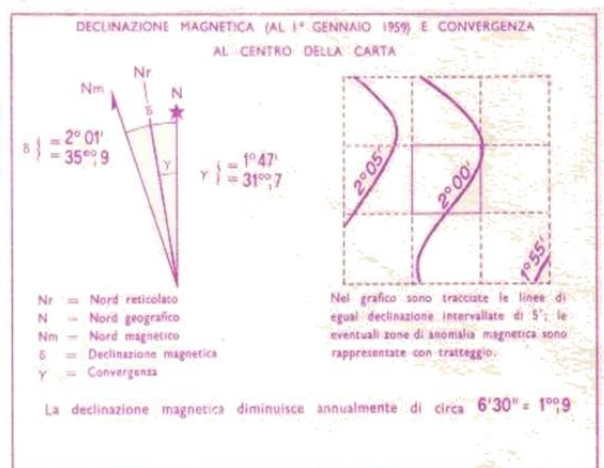
Per orientare correttamente la carta vengono raffigurate su di essa le relazioni angolari tra il nord vero, il nord magnetico ed il nord della griglia

Nord vero; la linea che congiunge qualsiasi punto della terra con il polo nord; di solito viene raffigurato da una linea che termina con una stella;

Nord magnetico: è la direzione indicata dagli strumenti magnetici come le bussole; è simbolizzato da una linea che termina con una freccia;

Nord della Griglia: è il nord definito dalle linee verticali disegnate sulla carta; viene raffigurato da una linea che termina con le lettere GN o Y

La declinazione del Nord magnetico è generalmente indicato sulla carta (vedi lettura delle carte). Per distanze inferiori al chilometro la declinazione magnetica è trascurabile, specie se si utilizzano punti di controllo per ridurre la divergenza dall'obiettivo.



La bussola per orientare la carta

Orientare la carta è lo scopo più importante che ha una bussola cartografica:

1 - appoggiare la carta su un piano orizzontale non metallico (terreno, tavolo)

2 - per avere un orientamento speditivo della carta: appoggiare la bussola sulla carta ed allineare l'asse longitudinale della bussola con le linee dei meridiani della carta (attenzione alle diverse declinazioni del nord magnetico)

3 - se sulla carta è presente l'orientamento del nord magnetico (rapportatore) allineare l'asse longitudinale della bussola con questa linea: la mappa è adesso orientata con il nord magnetico

Se la declinazione magnetica è trascurabile è sufficiente ruotare la carta fino a quando il lato superiore (nord) si trova perpendicolare alla direzione indicata dalla freccia.

Adesso la carta è orientata a Nord.

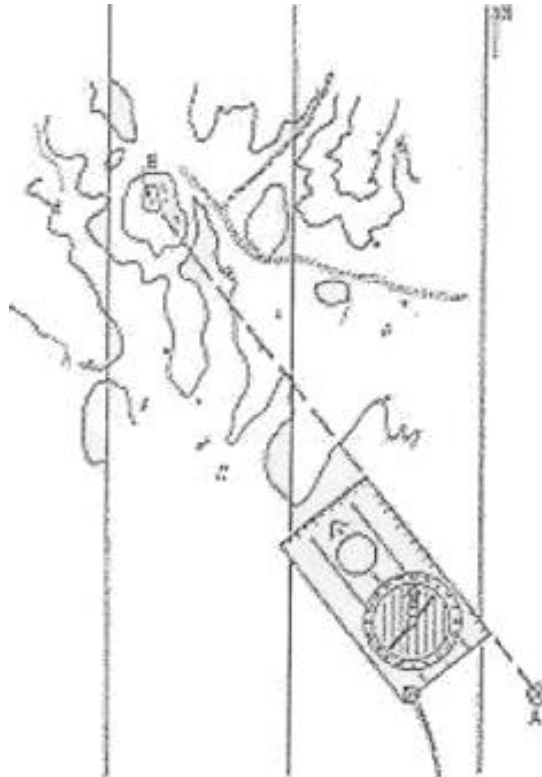
La bussola per ricavare l'Azimut

L'Azimut è l'angolo compreso tra il Nord e la direzione di marcia.

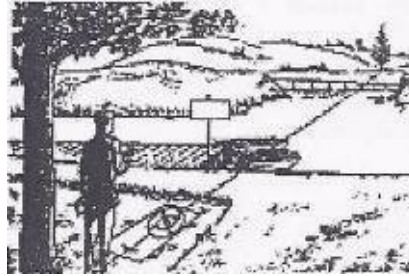
Se il nostro obiettivo è su una direzione inclinata di 30° Est rispetto al Nord della bussola significa che il nostro AZIMUT è 30° . Se non conosciamo la direzione di marcia da intraprendere per raggiungere la destinazione il nostro problema è trovare l'AZIMUT.....

Se avete carta e bussola potete ricavare la direzione di marcia:

1. Disegnare la linea che congiunge la nostra posizione attuale e il nostro obiettivo;
2. Mettere la bussola sulla carta in modo che la direzione della freccia fissa segnata sulla base della bussola sia allineata con la linea appena disegnata. Appoggiate il bordo alla linea;
3. Far girare la ghiera della bussola in modo che le frecce segnate sulla base del quadrante siano parallele, per quanto possibile, alle linee del nord disegnate sulla carta e il Nord del quadrante coincida con il Nord della carta (fare attenzione che la punta della freccia indichi il nord e non il sud);
4. Leggete il valore dell'angolo compreso tra il Nord della bussola e la freccia disegnata, quello è il vostro AZIMUT

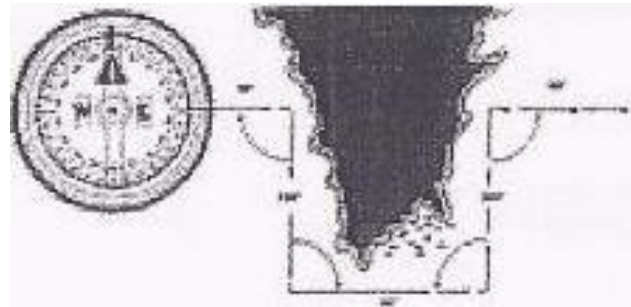


5. Togliere la bussola dalla carta e tenerla di fronte in modo che la freccia Fissa sia puntata davanti a noi;
6. Far ruotare il corpo finché l'ago della bussola non è allineato con le frecce disegnate sulla base del quadrante della bussola;
7. Scegliere un riferimento di fronte a noi, lungo la direzione della freccia fissa;



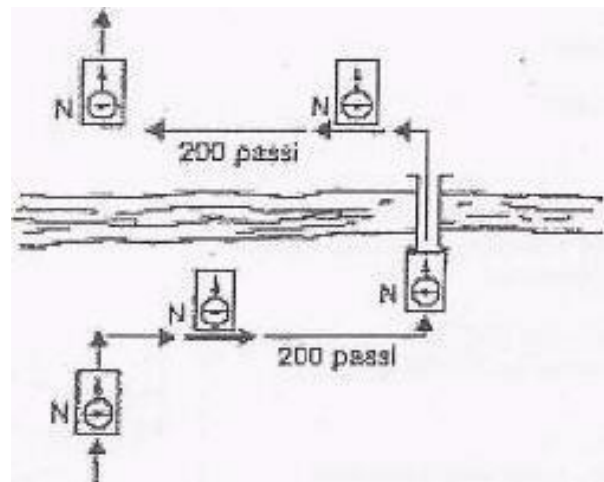
Aggirare gli ostacoli e cambiare direzione

Per superare un ostacolo o una posizione nemica e rimanere orientati, deviare intorno all'ostacolo muovendosi ad angolo retto per distanze definite. Questa tecnica consente ai compagni di seguire la direzione in modo più sicuro specie di notte.



Esempio:

1. mentre si segue un azimut di 90° ci imbattiamo in un lago profondo o in un fiume;
2. Cambiarne il nostro azimut di 90° per *tanti* passi quanti sono necessari ad arrivare al margine "inferiore" dell'ostacolo;
3. Cambio di direzione di 90° per tanti passi quanti sono necessari ad arrivare al margine dell'ostacolo;
4. Cambio di direzione di 180° per tanti passi quanti sono stati necessari a superare l'ostacolo;
5. A questo punto riprendiamo di nuovo l'azimut iniziale per raggiungere il nostro obiettivo



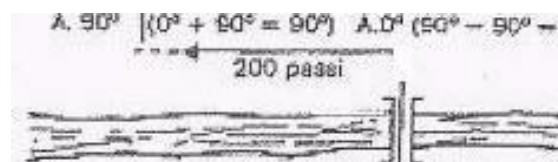
Pianificare la rotta

Tralasciando le considerazioni "tattiche" che saranno oggetto di un'altra sezione, bisogna ricordare che la rotta deve essere l'esito di un attento studio della carta.

Per pianificare una rotta è utile la tecnica dei *check points* o *way points*. Un CP separa i segmenti della nostra rotta ed ogni cambio di direzione.

Ad ogni CP è buona norma controllare la rotta. I migliori checkpoint sono quelli lineari che vanno ad incrociare la nostra rotta: fiumi, strade pavimentate, ferrovie e linee elettriche. Ancora, cambi di pendenza possono essere ottimi CP.

La vegetazione e gli edifici sono soggetti con il tempo a mutare: per considerarli CP è dunque necessario conoscere la data di redazione della carta; i CP collocati nei punti dove è stata individuata un cambio di direzione nella rotta vengono definiti "decision point" (DP); è dunque necessario durante la navigazione fare attenzione al riconoscimento di questi punti.



Andata e ritorno con la bussola e la carta.

Metodo degli azimut reciproci

Supponiamo di voler raggiungere un punto di raccolta, un Rifugio o altro, non visibile dal nostro punto di osservazione ma del quale conosciamo l'azimut o siamo in grado di ricavare l'azimut.

Una volta raggiunta la destinazione possiamo tornare al punto di partenza in due modi:

1. Usiamo la bussola al rovescio, considerando il sud come Nord e viceversa
2. Calcoliamo l'azimut reciproco o di ritorno.

Come si calcola?

Se l'azimut di andata è minore di 180° si aggiunge 180° :

$$AA > 180^\circ + 180^\circ$$

Se l'azimut di andata è maggiore di 180° si sottrae 180° :

$$AA < 180^\circ - 180^\circ$$

Esempio:

1) $AA = 60^\circ$

allora

$$AR = 180^\circ + 60^\circ = 240^\circ$$

2) $AA = 190^\circ$

allora

$$AR = 190^\circ - 180^\circ = 10^\circ$$

Controllo dell'azimut di ritorno

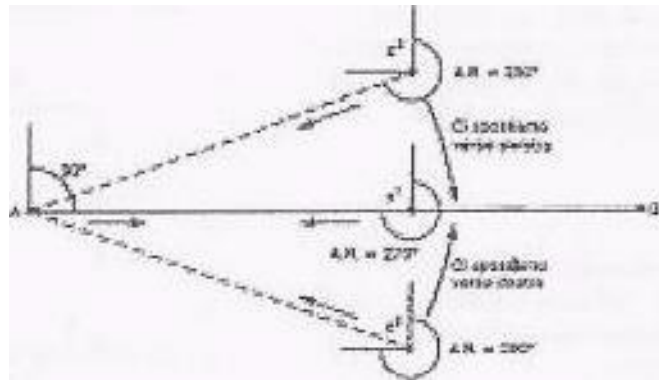
Percorrendo il tratto AB con azimut 90° , giunti al punto C controlliamo la nostra posizione.

Calcoliamo l'azimut di ritorno (270°) e traggiamo il punto di partenza A (se ancora visibile):

Se il suo azimut è 270° , la posizione è corretta;

Se risulta maggiore (per esempio 290°), stiamo deviando a destra rispetto alla direzione di marcia stabilita;

Se inferiore (per esempio 250°), stiamo deviando a sinistra.



Metodo combinato

Al fine di verificare la correttezza della rotta che si sta seguendo, diviene indispensabile controllare gli elementi più caratterizzanti del paesaggio che ci si fanno incontro, con gli elementi che sono disegnati sulla mappa e che abbiamo preso per riferimento per la nostra navigazione.

La tecnica basata unicamente sul controllo degli azimut e delle lunghezze dei segmenti di percorso si chiama DEAD RECKONING.

La navigazione basata sui riconoscimenti delle forme del paesaggio sulla carta si chiama TERRAIN ASSOCIATI ON o HAND RAILING.

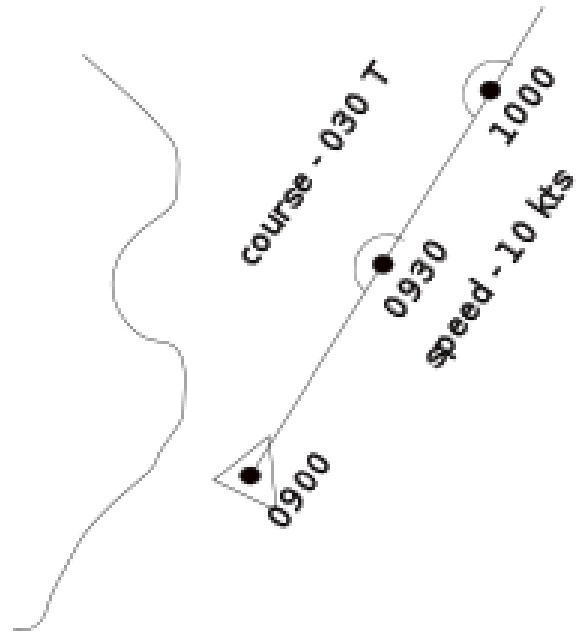
Le due tecniche trovano profitto nell'applicazione combinata.

Si divide sulla carta il percorso sino a B di destinazione in un insieme di segmenti uniti da punti di controllo o CP.

Si calcola con un goniometro AZIMUT e lunghezza del segmento,

Si identificano le principali forme del terreno che possono aiutare la navigazione a vista, ad esempio una collina o un fiume.

Si provvede per passi successivi, controllando ad ogni CP la correttezza della propria direzione.



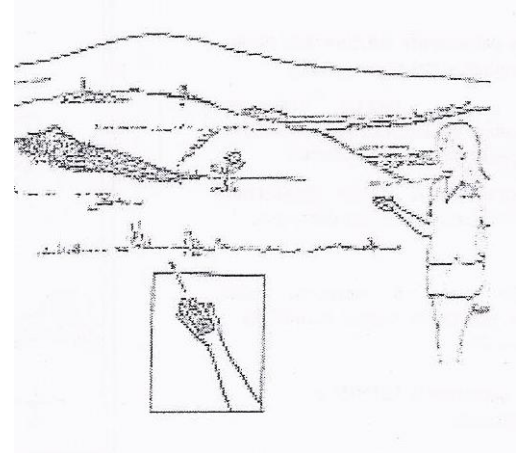
La bussola per trovare la propria posizione

Oltre che per individuare la direzione di marcia, la bussola serve a trovare il proprio punto di stazione.

Questa operazione si chiama fare il punto in carta.

Metodo degli azimut reciproci o riferimenti incrociati

1. Individuate visivamente almeno tre obiettivi la cui posizione sia cartografata
2. Puntando la bussola nella direzione dell'obiettivo, se ne rileva l'azimut, quindi si traccia sulla carta una linea passante per l'obiettivo con la medesima inclinazione dell'azimut rilevato
- 3 Si ripete l'operazione per l'altro obiettivo
4. il proprio punto di stazione si trova all'incrocio delle due rette



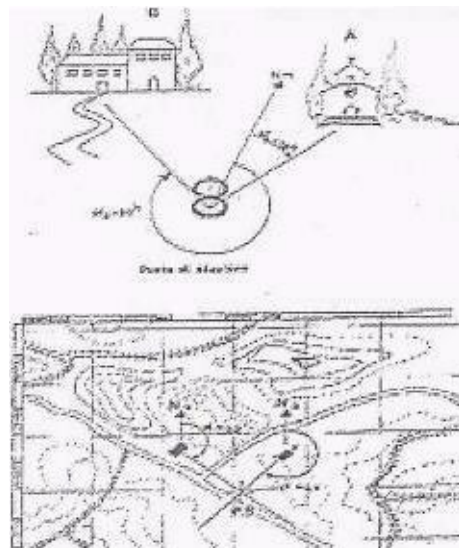
Metodo della misura della distanza

Per ottenere la propria posizione con questo metodo è necessario conoscere due valori:
L'azimut;

La distanza dell'elemento di riferimento.
Il rilevamento della distanza può essere fatto con uno strumento chiamato "telemetro".

Il telemetro proietta un raggio laser attraverso il quale viene letta la misura.

E' sufficiente riportare sulla carta la misura a ritroso lungo la semiretta che parte dal punto oggetto del rilevamento (Es. Un campanile)



La bussola per verificare la direzione un sentiero

Quando si imbecca un sentiero dopo un bivio o semplicemente si giunge su di esso provenendo dal bosco, è sempre meglio verificare se si è veramente sul sentiero su cui si crede di essere sulla carta. Un ottimo sistema è quello di verificarne la direzione con la bussola.

Su quale sentiero mi trovo?

Nell'esempio si ha il dubbio di essere sul sentiero A o B in quanto, pur avendo svoltato a sinistra al bivio provenendo da sud ovest, potrebbe che non si è visto il bivio precedente.

1. Porre sulla carta il lato lungo della bussola parallelo a) sentiero su cui si crede di essere (Per esempio è A).

2. Ruotare l'insieme carta e bussola in modo che la freccia di direzione della bussola punti in direzione del sentiero che si vede dritto davanti. Abbiamo ora due possibilità';

A) l'ago della bussola è parallelo al meridiano della carta, allora si è sul sentiero A o al limite su un altro sentiero che ha la sua stessa direzione.

B) l'ago della bussola non è parallelo al meridiano della carta. Allora non si è sul sentiero A ma su un altro e non è detto che sia il sentiero B. Occorre ripetere la procedura ponendo il lato lungo della bussola parallelo al sentiero B e verificare il parallelismo dell'ago con il meridiano

Su quale tratto del sentiero mi trovo? Si può procedere per verificare in quale tratto di un sentiero tortuoso ci troviamo.

1. Porre sulla carta il lato lungo della bussola parallelo al tratto su cui credo di essere (Es. A);

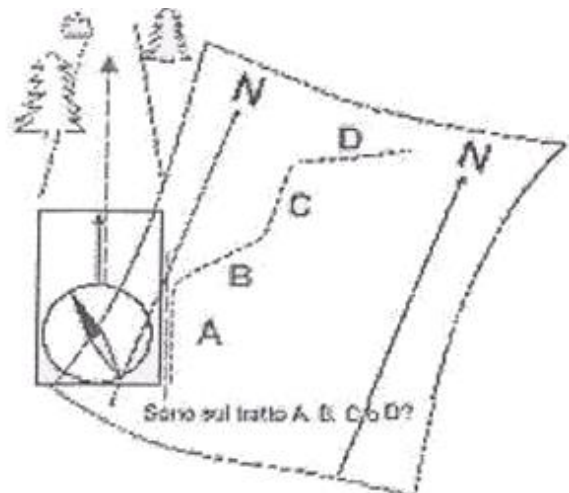
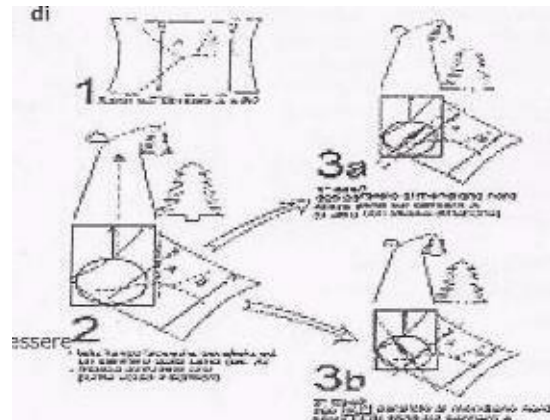
2. Ruotare l'insieme carta e bussola in modo che la freccia di direzione della bussola punti in direzione del sentiero;

3. Verificare il parallelismo dell'ago col meridiano della carta più vicino.

4. Se è parallelo allora sono su quel tratto o al limite su un tratto che ha la stessa direzione.

5. Se non è parallelo riprovare con un altro tratto e così' via sino a trovare quello in cui si verifica il parallelismo.

Lo stesso sistema può essere utilizzato per qualsiasi riferimento lineare come ad esempio delle ramificazioni o cambi di direzione di ruscelli, canaletti, muretti o recinzioni



Misura delle distanze del percorso

L'uso della bussola da sola non è sufficiente a navigare con sicurezza se non si riesce a stimare la distanza percorsa.

Per misurare la distanza si usano metodi empirici come la "conta dei passi" che hanno un grande margine di approssimazione specie se il terreno è impervio e pieno di ostacoli o se non si riesce a tenere un'andatura costante.

Può essere fondamentale per il navigatore conoscere la lunghezza del suo passo nelle diverse condizioni es.:

A passo normale scarico;

A passo di corsa;

Affardellato con zaino pesante;

Dati orientativi;

3,5/4 Km percorribili a piedi in piano, più 1 ora per ogni 350/400mt di dislivello in salita.

sforzo equivalente, ovvero i Km complessivi da percorrere sono la somma di:

* 1 km lineari (in piano)

* 1 Km di dislivello, calcolando +1Km per ogni 100mt di dislivello in salita

Uno strumento per tenere a mente il numero dei passi percorsi è il "contapassi"

Esistono contapassi elettronici e altri più rudimentali.

Il classico contapassi da ricognitore è un pezzo di spago con delle palline che vengono sgranate ogni tot passi. Es. Palline per le decine e palline per le centinaia.

Quindi ogni tre palline grosse e 2 piccole abbiamo fatto trecentoventi passi. Moltiplicando per la lunghezza del passo medio dovremmo avere una distanza approssimativa.

Ricordiamoci che esiste il GPS.....

Ma le batterie possono esaurirsi, lo strumento guastarsi, e avere qualche nozione vecchia maniera non guasta....

Elementi di cartografia

La "carta" è il ridisegno di una porzione di superficie terrestre realizzata su una superficie piana; essa è una rappresentazione prodotta con scopi cognitivi e operativi.

La carta restituisce informazione sull'esistenza, la posizione e la distanza fra determinati elementi (strade, centri abitati, boschi, cime montane). Essa indica inoltre variazioni del terreno, altezze di elementi naturali, estensioni di superfici boscate

La carta per essere interpretabile deve appoggiarsi su "codici".

I codici riguardano i seguenti aspetti;

Proiezione;

Selezione;

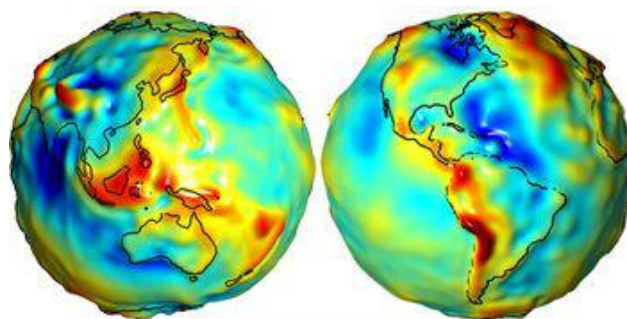
Vestizione.

La **proiezione** è il dispositivo che fa in modo che nella mappa esista una corrispondenza univoca tra la posizione degli oggetti e dei fenomeni nello spazio reale e la posizione dei segni sul piano della superficie dell'immagine. Elementi di questo dispositivo sono la scala, la proiezione geografica, ed i sistemi di coordinate.

Selezione. L'informazione che riproduce la carta è funzionale al suo scopo: la rappresentazione non riproduce una copia del proprio referente, il territorio, ma riduce la sua complessità rispetto alla massa di informazioni disponibili *al fine di renderlo decodificabile, e oggetto di decisioni.*

Vestizione. L'efficacia comunicativa della rappresentazione è garantita da un codice che regola la corrispondenza fra gli oggetti ed i fenomeni reali ed i segni che costituiscono gli elementi dell'immagine cartografica;

L'informazione viene vestita attraverso repertorio grafico a disposizione del cartografo (simboli puntuali, tratti, spessori, campiture, texture)



Metodi di proiezione

Un metodo di proiezione è una funzione matematica che mette in corrispondenza biunivoca un sistema di coordinate sferiche con un sistema di coordinate lineari

Un metodo di proiezione è dunque un insieme di regole per restituire uno spazio tridimensionale della superficie terrestre su un piano bidimensionale.

Proiezione di Mercatore (1569)

la proiezione di Mercatore è derivata dalla proiezione cilindrica diretta. A differenza della proiezione cilindrica diretta la proiezione di Gauss è conforme, ossia capace di conservare le misure degli angoli nella trasformazione dalla superficie ellissoidica alla superficie piana

La proiezione di Gauss (1820.)

La proiezione di Gauss è una proiezione conforme derivata dalla proiezione cilindrica inversa.

Si consideri che, soprattutto nella terminologia anglosassone, la proiezione di Gauss è anche definita proiezione **inversa** di Mercatore.

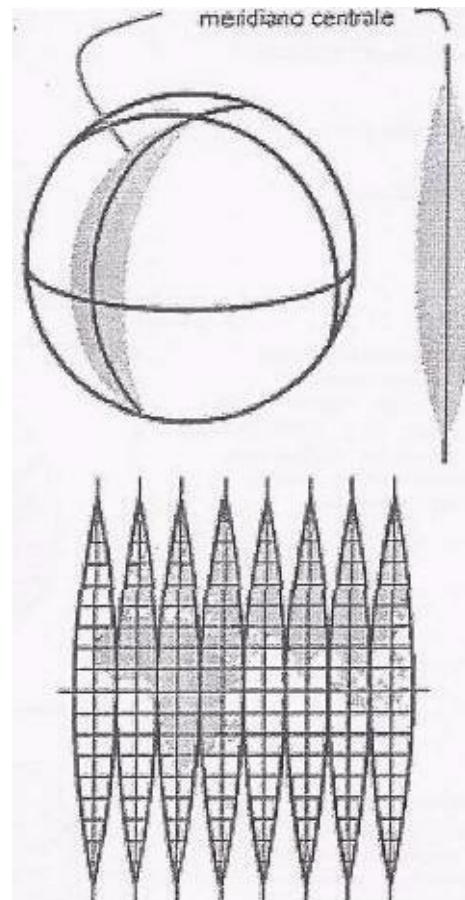
Rappresentazione per fusi della proiezione di Gauss

Nella proiezione inversa di Mercatore le deformazioni sono limitate in prossimità del meridiano centrale.

La proiezione inversa di Mercatore diventa universale facendo ruotare il cilindro orizzontale di una misura angolare costante e proiettando ogni fuso in modo indipendente.

Sistema di coordinate

Un metodo di proiezione deve essere associato a un sistema di coordinate, ossia a una griglia regolare collocata su una proiezione per misurare posizioni, distanze ed aree rispetto ad un sistema di riferimento.



I sistemi di coordinate

Un sistema di coordinate è una griglia regolare collocata su una proiezione per misurare posizioni, distanze ed aree rispetto ad un sistema di riferimento.

1. Coordinate geografiche Il sistema di coordinate geografiche è formato dal disegno di una serie di anelli paralleli All'equatore (paralleli), e da una serie di anelli che incrociano l'equatore ad angolo retta e che convergono ai poli (meridiani).

Il primo meridiano del GCS è quello di Greenwich.

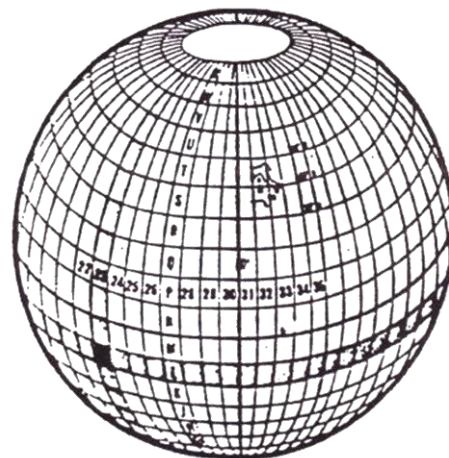
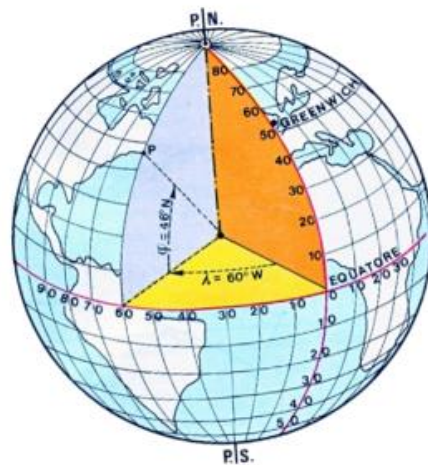
La distanza di un punto dall'equatore è conosciuta come latitudine mentre la distanza di un punto dal primo meridiano, come longitudine.

Il GCS è espresso in misure angolari. Ciascuna circonferenza è divisa in 360 gradi °, ciascun grado in 60 minuti ', e ciascun minuto in 60 secondi ''.

Esempio:

Battistero di Firenze in GCS-WGS 84:
43°46'23,4" N

11°15'18,6" E



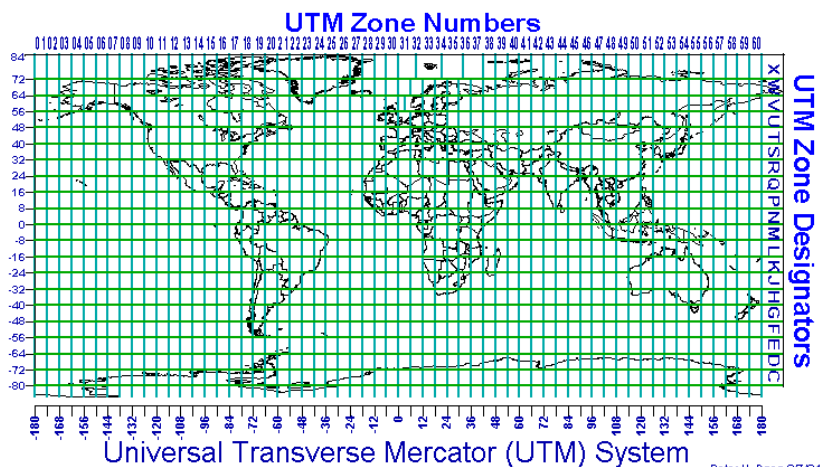
2. UTM - Unìversale Trasversa di Mercatore

Il sistema di coordinate UTM non è una singola proiezione ma è invece composto da 60 zone di longitudine, ciascuna delle quali definita da una proiezione Trasversa di Mercatore.

La proiezione su di un piano di queste 60 zone rende così possibile calcolare le distanze in modo semplice ed immediato avendo invece che a che fare con angoli come nel GCS, con dimensioni lineari (metri).

Le zone di latitudine a loro volta sono suddivise in 20 parti ciascuna della quali viene identificata con una lettera dell'alfabeto inglese. Punto di origine del sistema UTM che è dato dall'intersezione del meridiano di riferimento con l'equatore.

Es. La Sardegna è tra le zone 32S e 32T



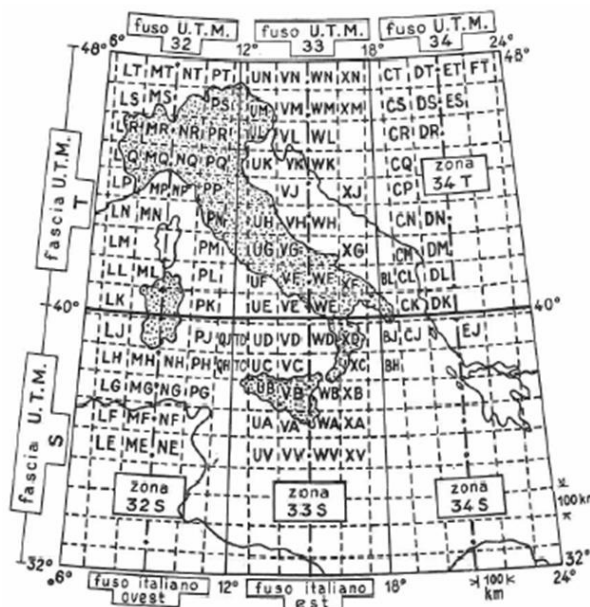
A questo punto è facile dedurre che la posizione di un punto sulla terra sia data da due numeri **Esting** e **Northing** e **dalla zona di longitudine UTM**.

La posizione è individuata in metri: la coordinata X (Easting) misura la distanza dal meridiano centrale;

la coordinata Y (Northing) misura la distanza dall'equatore;

Nota che per non avere coordinate x negative, è considerata una falsa X (false casting) di 500000 m per lo stesso motivo, nell'emisfero meridionale è considerata una falsa Y (false northing) di 10000000 metri.

Quindi nel nostro emisfero, applicando il sistema UTM tutte le distanze dal meridiano centrale hanno un valore che parte da 500000 metri.



Firenze in UTM/WGS:
32 T 681.490 E 4.849.142 N

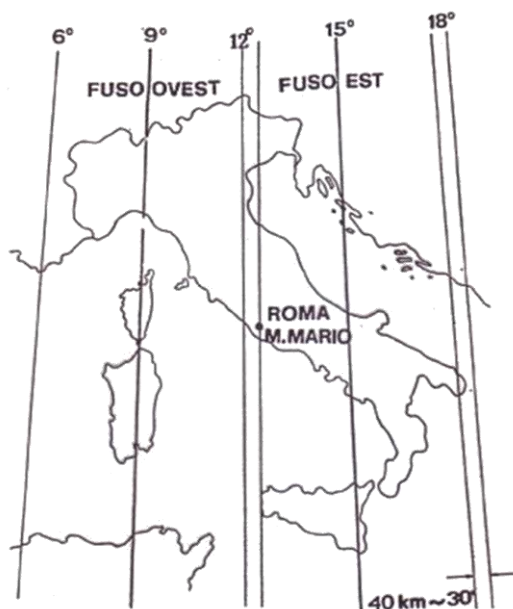
3, Sistema di coordinate Gauss-Boaga

Il sistema GB, al contrario di quello GCS e UTM è un sistema di coordinate locali, proiettato, in uso in Italia.

Le coordinate sono espresse in metri: per la latitudine il riferimento è l'equatore, per la longitudine il meridiano centrale del fuso ovest del sistema nazionale (Monte Mario). Il false easting è pari a 1.500.000 m.

Es.: Firenze in GB_Roma 1940:

1.681.528 E
4.849.157 N



Sistemi di coordinate utilizzati in Italia

L'IGMI. Istituto geografico militare italiano Fino al 1941 le carte prodotte dall'Istituto Geografico Militare sono state basate sull'ellissoide di Desse! orientato a Roma Monte Mario; la proiezione adottata fu quella equivalente (o naturale) di Flamsteed. Dal 1948 è stato utilizzato il sistema di coordinate Gauss-Boaga, proiezione di Gauss riferita all'ellissoide Internazionale Hayford orientato a Monte Mario.

L'IGM ha abbandonato questo sistema dall'inizio degli anni '80; si consideri che questo sistema è tuttavia ancora in uso per la produzione di carte tecniche regionali (C.T.R.)

A partire dagli anni '80 la produzione cartografica IGMI si appoggia a un sistema di riferimento europeo, basato su sistema di coordinate internazionale UTM riferito a DATUM ED50.

Si consideri che le carte continuano a riportare anche il reticolato Gauss-Boaga. Quindi è importante **non invertire il DATUM**

Le carte IGMI > reticolo UTM

DATUM ED50;

Le carte CTR > reticolo GB

DATUM ROMA40;

Tuttavia nelle carte CTR sono riportati gli estremi per la ricostruzione del reticolo UTM e nelle IGMI quelli per la ricostruzione del reticolo in Gauss

La scala

Scala = distanza sulla mappa/distanza sul terreno

Esempio:

1:25.000 = 1 / 25.000 ovvero,

1 cm sulla mappa equivale a 25.000 cm (250 m) sul terreno.

Maggiore è il denominatore, minore sarà la scala della mappa e minore sarà il dettaglio rappresentato.

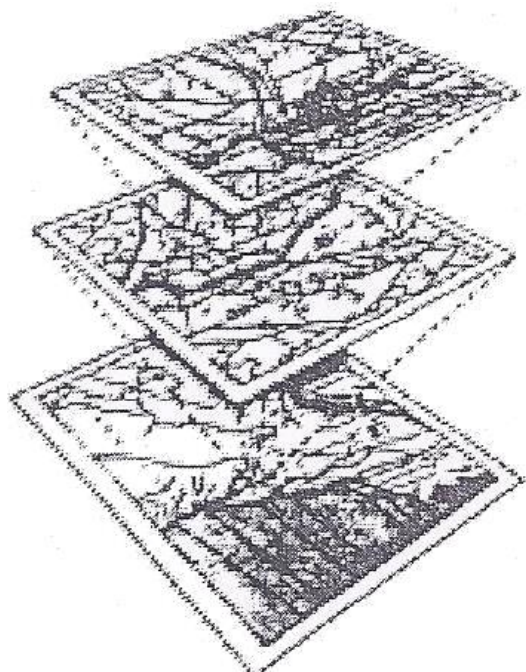
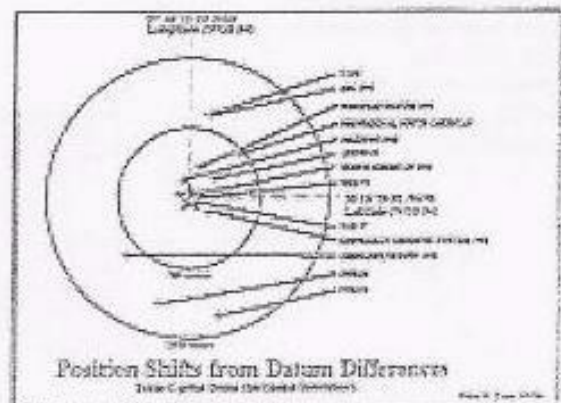
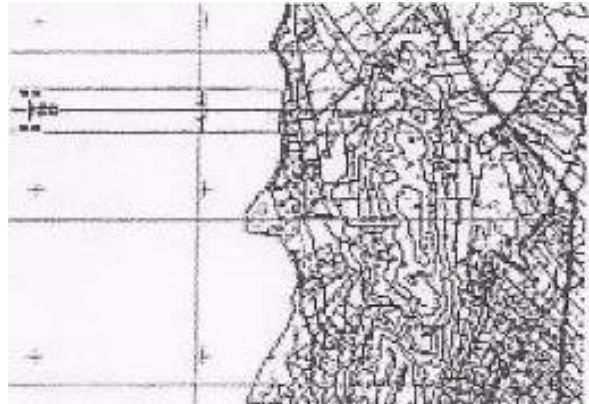
Il termine "piccola scala", "media scala", "grande scala" può allora trarre in inganno se facciamo riferimento al numero, ma è assolutamente chiaro se facciamo riferimento al risultato della frazione.

Piccola scala: 1:1.000.000 è più piccola

Media scala: compresa fra 1:1.000.000 e 1:75.000

Grande scala:

minore di 1:75000



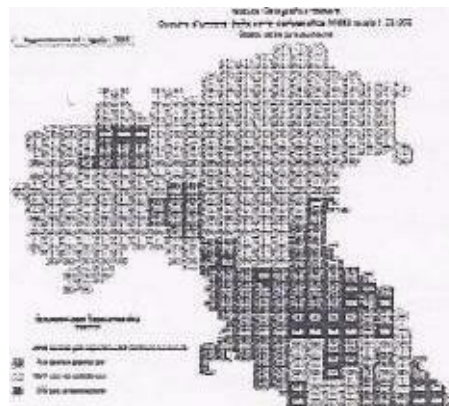
La cartografia italiana

Attuale edizione IGMI

La carta si compone di 2298 elementi denominati "sezioni".

Le sezioni elaborate con rilievo aerofotogrammetrico numerico o analogico o successivamente con metodologie automatiche o manuali, **sono inquadrare nel reticolo internazionale UTM ED 50**

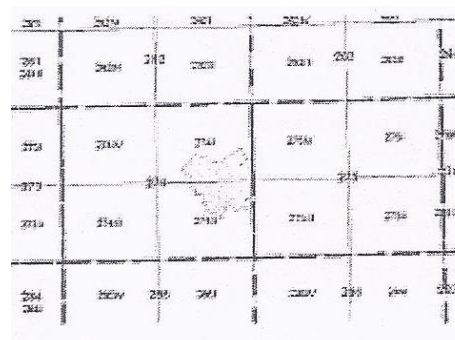
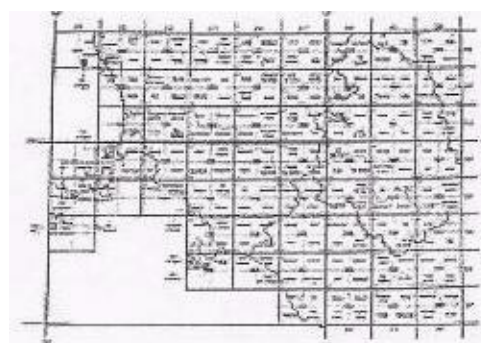
Il taglio geografico di una sezione 1/25000 è un sotto multiplo della carta d'Italia 1:50000 (1/4) ed abbraccia una zona di terreno pari a 150 kmq.



Ogni sezione è indicata attraverso il nome della località principale e da un numero che indica il foglio 1/50000 della carta d'Italia di appartenenza e da un numero ordinale (I, II, III, IV), che indica il settore (da alto a destra in senso orario) corrispondente del foglio.

Individuazione del numero di una sezione il comune di Empoli è quasi completamente contenuto nel foglio 274 della carta d'Italia 1/50000.

In particolare il comune di Empoli è contenuto nei settori NE e SE del foglio 274, e dunque nelle sezioni 274I e 274II della edizione 1/25000.

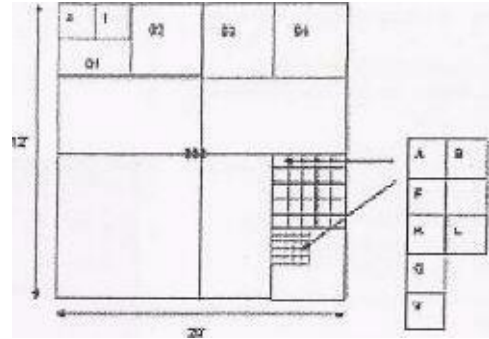


La carta tecnica regionale

Ogni Regione provvede con proprie risorse alla elaborazione della propria cartografia regionale. Dagli anni '70 si son andate così a costituire archivi cartografici prodotti con modalità di selezione e vestizione diverse da Regione a Regione.

Il quadro è comunque in evoluzione. In quanto finalmente tutte le regioni si stanno accordando per redigere una cartografia basata su procedure condivise.

La scala di riferimento per la cartografia regionale è inferiore o uguale alla scala 1:25.000 e arriva fino ad una scala molto dettagliata (1:2000) per quel che riguarda i centri abitati.



Ogni foglio è un sottomultiplo di un foglio IGM 1:50000 e di un quarto in scala 1:25000 (le tavolette serie 25IGMF). Ogni foglio CTR 1/10000 è individuato da 6 cifre:

le prime tre corrispondono al foglio IGM 1:50000

al quale appartiene.

Es. Matzaccara è nel foglio 564

Le altre 2 (da 01 a 16) alta posizione del sedicesimo (dall'alto al basso, da sinistra a destra), l'ultima dicitura è sempre lo 0

Es. Matzaccara è nella sezione 160

A margine della carta c'è uno Specchietto che consente di individuare il nome della sezione che ci interessa.

La cartografia CTR può essere reperita in formato numerico georeferenziata.

In questo caso l'operazione di giunzione delle sezioni è semplicissima. L'unione è il più facile argomento dei livelli successivi.

MATZACCARA CARTA TECNICA REGIONALE NUMERICA

Scala 1:10000



SPECCHIETTO DEL FOLIO						
FOLIO	CARTOGRAFIA I.G.M. 1:50.000			CARTOGRAFIA I.G.M. 1:25.000		
	A	B	C	D	E	F
560						
561						
562						
563						
564						
565						
566						
567						
568						
569						
570						
571						
572						
573						
574						
575						
576						
577						
578						
579						
580						

Il foglio 564 della serie I.G.M. 1:50.000 è stato sostituito dal foglio 564 della serie I.G.M. 1:25.000. Il foglio 564 della serie I.G.M. 1:25.000 è stato sostituito dal foglio 564 della serie I.G.M. 1:10.000.

SPECCHIETTO DEL FOLIO			
FOLIO	01	02	03
560			
561			
562			
563			
564			
565			
566			
567			
568			
569			
570			
571			
572			
573			
574			
575			
576			
577			
578			
579			
580			

Rintracciare punti in coordinate UTM e Gauss-Boaga

La CTR è realizzata in coordinate

**Gauss BOAGA con MAP DATUM
ROMA 1940**

Se il CTR che avete a disposizione è in formato numerico sarà sicuramente geo referenziato, ossia sarà collocato in modo tale da corrispondere alla sua reale posizione all'interno della griglia di Gauss.

Questo significa che è possibile leggere le coordinate in Gauss di ogni punto rappresentato sulla mappa direttamente dal software CAD

(Sarà argomento dei livelli successivi).

Se non disponiamo di un file georeferenziato, oppure se vogliamo ottenere una mappa con coordinate leggibili abbiamo bisogno di un reticolo.

Il reticolo di Gauss è rappresentato sulle carte CTR attraverso crocette che corrispondono alle intersezioni delle linee del reticolo chilometrico.

Sarà sufficiente estendere i tratti delle crocette per ottenere un reticolato in GAUSS-BOAGA con DATUM

Roma1940 con linee ogni 1000 mt.

Esempio di coordinate in Gauss-Boaga

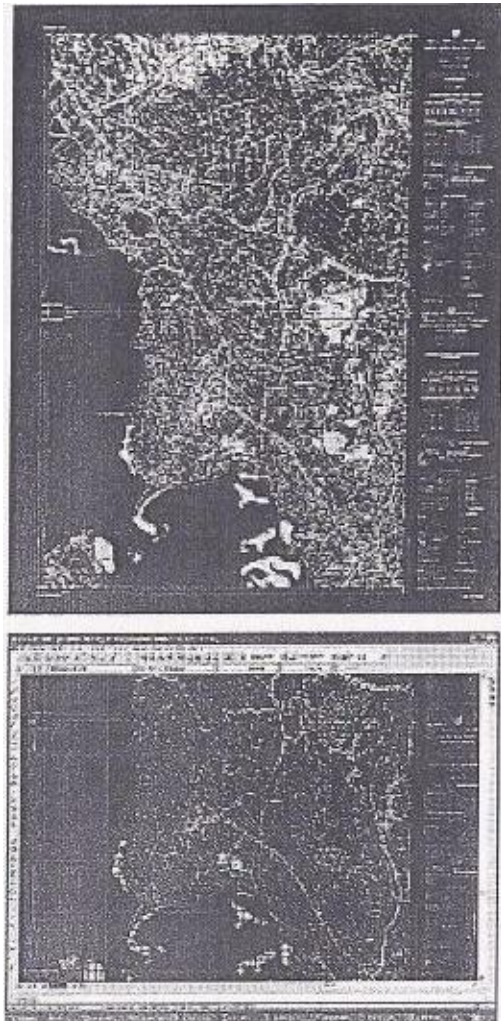
Es.: Firenze in GB Roma 40:

1681528 E

4849157 N

Esprese con due numeri di 7 cifre

Ricordatevi di settare gli apparati GPS con i dati della carta in possesso, a pena di errori grossolani.



Il reticolo UTM

Le coordinate sono espresse da una "zona" e da due numeri:

l'EASTING che è di 6 cifre

Il NORTHING che è di 7 cifre

La zona è la combinazione tra la "Fascia" e il "fuso".

In questo esempio la ZONA è **32T**

Es. coordinate in UTM di Firenze in UTM ED 5.0

32T 681490 E 4849142 N

Nelle figure a destra, vediamo rappresentata una carta derivata da una carta numerica CTR **ma basata su reticolo UTM Ed50**. E' infatti possibile costruire un reticolo UTM sulla carta CTR usando gli appositi riferimenti a bordo carta. Il reticolo UTM è più facilmente leggibile e comodo da usare in abbinamento ai GPS.

Come fare?

1. Innanzitutto individuare il fuso italiano in cui si trova il nostro campo: fuso Est o fuso Ovest rispetto al meridiano di Monte Mario che corrispondono al 32 e al 33 del reticolo UTM.

Se il fuso è ovest a bordo mappa troveremo questo simbolo:



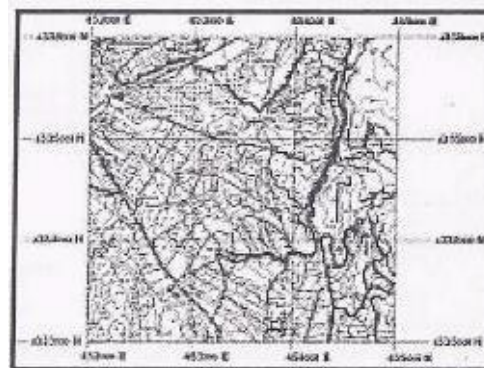
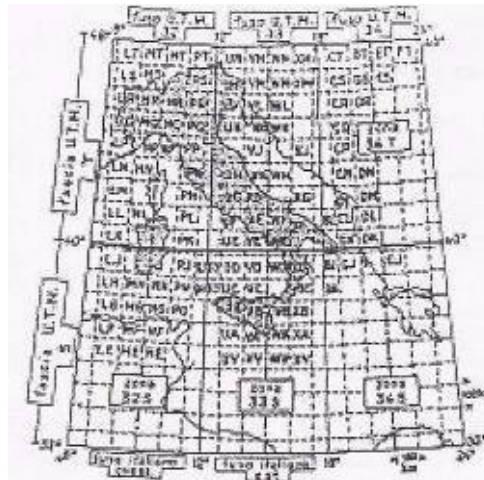
Se il fuso è EST a bordo mappa troveremo quest'altro simbolo



Unire i segni ai lati opposti della mappa ed otterrete il vostro reticolo UTM ED50

Notate che le coordinate dei vertici della mappa sono indicate in un riquadro in basso a destra e riportate nei due formati. Inoltre a bordo carta sono indicati i valori in cifra tonda.

Il reticolo UTM e quello in Gauss possono discostarsi di alcune centinaia di metri.



	GAUSS - BOAGA		UTM	
	N	E	N	E
AO	470044	7892735	4906225	692285
AO	450043	7888881	4906224	689433
SO	4502540	7838856	4902770	690003
SO	4502540	7832897	4902571	692349

Il reticolo UTM è indicato nella cartina con i segni convenzionali. Area ovest = fuso 32T, Area est = fuso 33T.



Rintracciare punti in coordinate UTM

Nelle figure a destra, vediamo rappresentata una carta derivata da una carta numerica **CTR basata su reticolo UTM**

Il reticolo chilometrico UTM consente di stabilire le coordinate di un punto sulla mappa (o sul campo) avendo a disposizione uno semplice scalimetro rapportatore o coordinatometro, in scala con la mappa in uso.

Esempla: il punto indicato dalla freccia coincidente con l'incrocio inferiore del reticolo avrà coordinate 32S (Zona corrispondente alla Sardegna meridionale) e

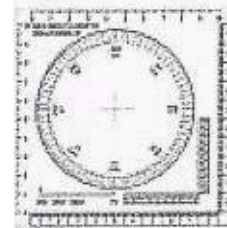
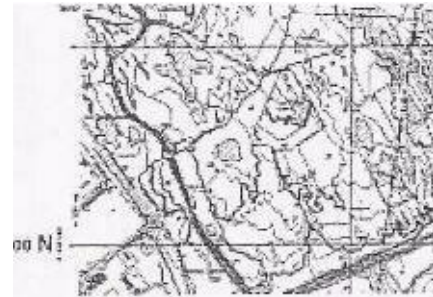
451000E e 4388000N

Mentre il punto indicato dalla freccia più piccola trovandosi a 200mt ad ovest del punto precedente avrà coordinate (451000 -200 E e 4388000N)

450800E e 4388000N

Il reticolo di riferimento indica le cifre intere alle quali possiamo sommare le distanze su ascisse e ordinate, misurate col rapportatore o coordinatometro

Il procedimento non cambia con un reticolo Gauss-Boaga



Trovare un punto date le coordinate

Immaginiamo di dover raggiungere un punto di cui si conoscono le coordinate (Es. un rifugio)
Le coordinate saranno espresse con delle cifre, la proiezione e un MAP DATUM
Es.UTM Europa 50 32T 450640 E 4338872 N

Se non è presente il MAP DATUM e la proiezione, state attenti al numero delle cifre.
Se sono entrambi i numeri formati da 7 cifre, allora la coordinata è in GB altrimenti è in UTM.
Non scambiate i sistemi di coordinate e i reticoli perché i risultati possono discostarsi di centinaia di metri.

1. Individuate sul bordo del reticolo la cifra di EASTING più vicina al vostro valore. Es 450000 Poggiate li coordinato metro sui reticolo e "aggiungete" 640 metri. Segnate con un trattino la misura e ripetete l'operazione per il NORTHING.

2. Tracciate due linee perpendicolari che partano dai valori individuati e troverete il vostro punto sulla carta.

Ricordate che se non siete nelle condizioni di fare una misura precisa potete provare ad approssimare. Ad esempio 450640 è circa a metà del quadrante e 4338872 un po' prima la linea di reticolo corrispondente al 4339000. Se si sa che il rifugio è su una strada ad esempio, il punto dovrebbe ricadere più o meno sul segno corrispondente sulla carta.

Fare il punto carta in coordinate Conoscere le proprie coordinate nello spazio senza l'ausilio di strumenti GPS è possibile con l'ausilio di una mappa dotata di reticolo e con le nozioni di osservazione del terreno di cui si è parlato nelle sezioni precedenti.

1. Individuate il vostro punto carta con le tecniche riportate nelle sezioni precedenti; potete farlo anche in maniera approssimativa "a vista" o con l'ausilio di una bussola.

2. Tracciate una linea parallela all'asse delle ascisse (verticale) a partire dal punto della mappa sul quale ritenete di essere Individuando sul bordo della mappa il valore del vostro EST

3. Tracciate una linea orizzontale parallela all'asse delle ordinate a partire dal punto della mappa sul quale ritenete di essere individuando sul bordo della mappa il valore del vostro NORTHING. Praticamente si tratta del procedimento inverso del punto precedente

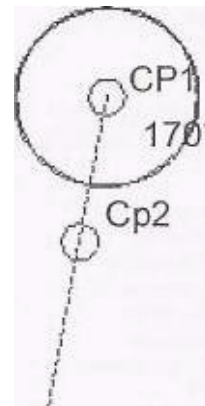
Coordinata e compasso tondo

Immaginiamo di dover raggiungere un obiettivo di cui si conoscono le coordinate, a partire da un punto noto.

Quello che bisogna fare è disegnare una rotta. La rotta si esprime, come abbiamo visto con una serie di segmenti intervallati da check point

Ciascun segmento, per aggirare gli ostacoli o seguire una pista avrà necessariamente la sua direzione e quindi il suo azimut. Per stabilire l'azimut del punto di direzione o dei CP successivo procedete come segue:

1. Orientare la carta a Nord con l'ausilio della bussola o in direzione del nostro senso di marcia;
2. Tracciare una retta tra il punto di partenza e quello di destinazione;
3. Poggiare il compasso tondo o goniometro, rappresentato dal cerchio graduato al centro del coordinatometro, con il centro nel punto esatto di stazione;
4. Orientare il compasso coi nord della carta;
5. Leggere l'angolo azimutale del punto obiettivo.
6. Ripetere questo passaggio per tutti i CP



Vestizione delle carte

Le carte prodotte da enti cartografici hanno loro codici attraverso il quale sono rappresentati gli elementi del territorio.

Questi codici si chiamano "Legende" e sono riportate a margine delle carte, nelle IGM, o in documenti di accompagnamento alla cartografia stessa.

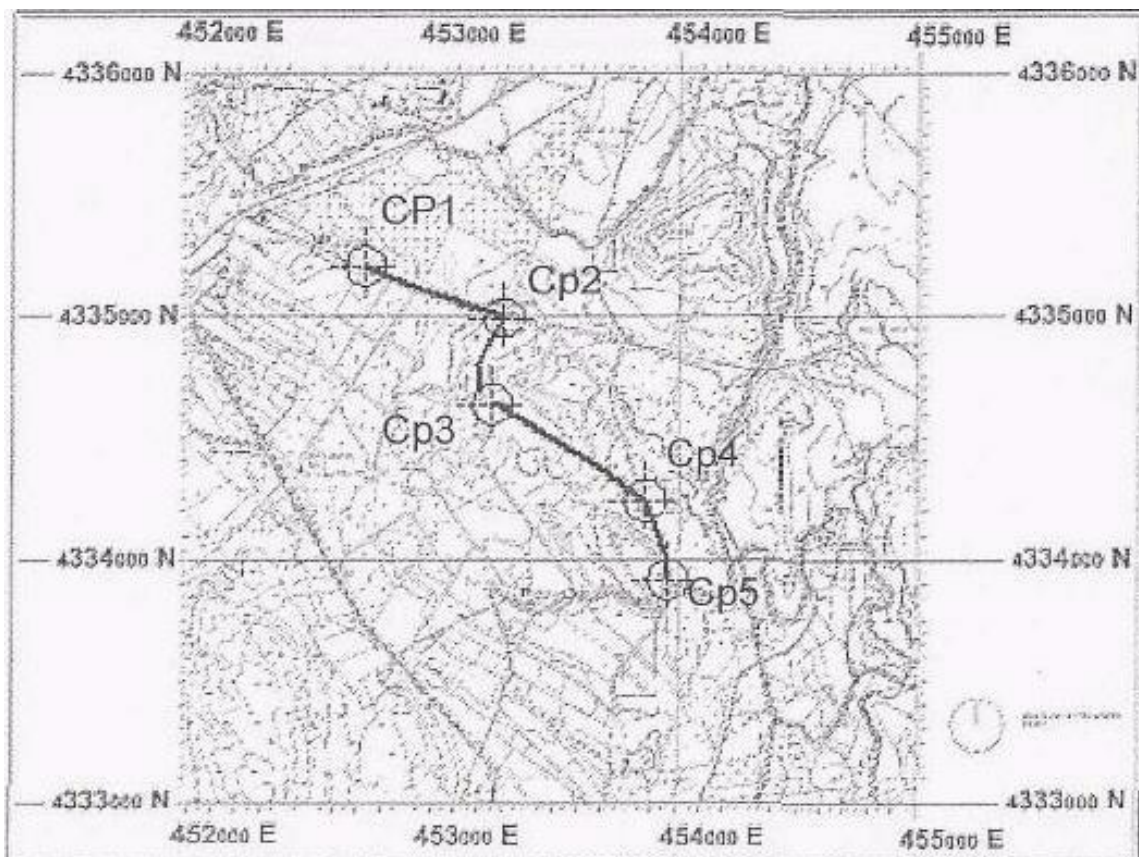
E' necessario impararli a memoria, dopo un pò di allenamento non sarà più necessario far ricorso alla legenda



Tracciare una rotta

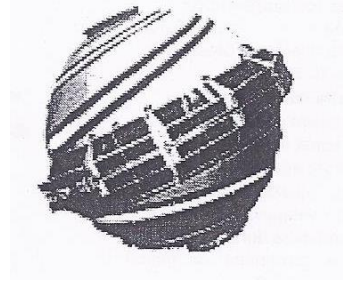
Operazioni da fare per tracciare una rotta:

1. Analizzare il tipo di mappa; la scala, il reticolo e il Datum;
2. Individuare gli elementi del terreno che si vogliono sfruttare o evitare (es. Sentieri o dirupi);
3. Scegliere la rotta e disegnarla come una linea spezzata;
4. A ciascun vertice della spezzata attribuire un nome univoco come CP;
5. Calcolare le coordinate di ciascun CP;
6. Calcolare l'azimut di partenza;
7. Calcolare l'azimut di ogni successivo CP;
8. Calcolare l'azimut reciproco se si ha intenzione di tornare indietro sulla stessa rotta;
9. Misurare in metri la distanza tra i CP;
10. Rapportare la distanza in metri in passi a seconda dei terreni, della lunghezza media del passo e della velocità di marcia prevista;
11. Calcolare il tempo previsto per coprire un segmento del percorso;
12. Individuare elementi guida visibili



GPS

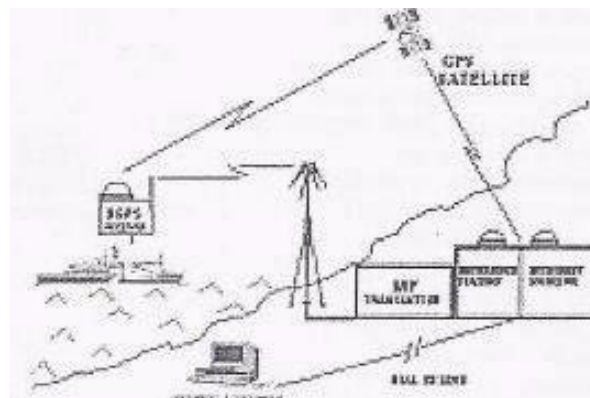
Il Global Positioning System, è un sistema satellitare a copertura globale e continua gestito dal dipartimento della difesa statunitense, che consente ad un utente posto a contatto o in prossimità della superficie terrestre di conoscere la propria posizione geografica.



Storia del GPS

Il sistema NAVSAT e oggi rinominato GPS Navstar, fu realizzato dopo un lungo periodo di sperimentazione come progetto destinato a fornire ai sommergibili USA dotati di missili Polaris un sistema di navigazione preciso e con copertura mondiale.

Nel 1991 gli USA aprirono al mondo il servizio differenziato da quello militare denominato PPS (Precision Positioning System). Fino al maggio 2000, il segnale per uso civile veniva degradato per ridurre la precisione attraverso la Selective Availability (SA), consentendo precisioni nell'ordine di 100-150 m. Da quella data, invece, per decreto del Presidente degli Stati Uniti Bill Clinton, è stata disabilitata la degradazione del segnale, consentendo la precisione attuale.



Funzionamento del sistema

Il sistema di navigazione si articola nelle seguenti componenti:

1. un complesso di 24 satelliti
2. una rete di stazioni di tracciamento (tracking station)
3. un centro di calcolo (computing station)
4. due stazioni di soccorso (injection stations)
5. un ricevitore GPS

Sono disposti su orbite inclinate di 55° rispetto al piano equatoriale (quindi non coprono le zone polari) a forma di ellissi a bassa eccentricità. La loro quota è di 20200 Km. Ciascun satellite emette sulle frequenze di 1,2 e 1,5 Ghz derivate da un unico oscillatore ad alta stabilità. Lo scopo della doppia frequenza è quello di eliminare l'errore dovuto alla rifrazione atmosferica. Su queste frequenze portanti, modulate in fase, vengono emessi i messaggi di effemeride ciascuno della durata di due minuti; essi iniziano e terminano ai minuti pari interi del T.M.G. Questi messaggi di effemeride contengono il segnale orario e i parametri orbitali del satellite.

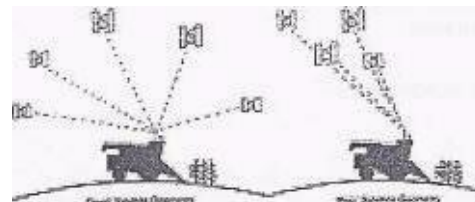
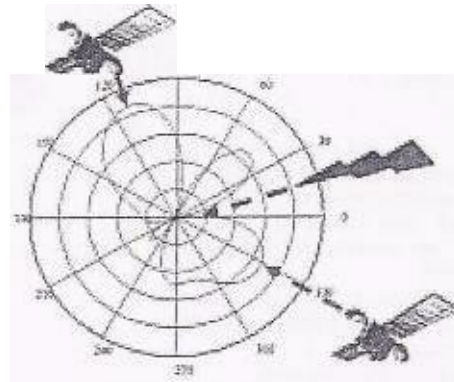
In tal modo il ricevitore GPS, mentre effettua il conteggio doppler, riceve i parametri dell'orbita da cui deriva la posizione del satellite: viene così a disporre di tutti gli elementi necessari a definire nello spazio la posizione.

Nelle Stazioni di tracciamento e nel centro di calcolo, avviene il tracciamento dei satelliti, comprendente tutte quelle operazioni atte a determinare i parametri dell'orbita. A ciò provvedono 4 stazioni principali dette appunto di tracciamento (main tracking stations) ed ad un centro di calcolo (computing center), tutti situati in territorio USA.

Ogni volta che ciascun satellite nel suo moto orbitale sorvola il territorio americano le stazioni di tracciamento ne registrano i dati doppler che vengono inviati al centro di calcolo e qui valorizzati per la determinazione dei parametri orbitali. Per risolvere questo problema è stato necessario realizzare un fedele modello matematico del campo gravitazionale terrestre. La costruzione di questo modello è stata uno dei problemi di più ardua soluzione nello sviluppo del progetto Transit da cui è derivato l'attuale Navstar. I risultati di questa indagine sul campo gravitazionale terrestre, che sono di vasta portata da un punto di vista geodetico, possono riassumersi in una immagine del globo dove vengono riportate le linee di eguale scostamento del Geoide (LMM) dall'ellissoide di riferimento APL.

Stazioni di soccorso

I parametri orbitali di ciascun satellite, appena determinati presso il centro di calcolo, sono riuniti in un messaggio che viene inoltrato ai satelliti interessati mediante una delle stazioni di soccorso. Il satellite registra i parametri ricevuti nella sua memoria e li reirradia agli utenti.



Ricevitore GPS

Intersecando tre circonferenze il cui raggio è la distanza dal satellite (che conosciamo) con la superficie terrestre si può individuare un punto su di essa.

Il principio di funzionamento si basa su un metodo di posizionamento sferico, che consiste nel misurare il tempo impiegato da un segnale radio a percorrere la distanza satellite-ricevitore,

Conoscendo l'esatta posizione di almeno 3 satelliti per avere una posizione 2D (bidimensionale) e 4 per avere una posizione 3D (tridimensionale) ed il tempo impiegato dal segnale per giungere al ricevitore, è possibile determinare la posizione nello spazio del ricevitore stesso. La precisione può essere ulteriormente

incrementata grazie all'uso di sistemi come il **WAAS** (statunitense) o l'**EGNOS** (europeo), perfettamente compatibili tra di loro. Consistono in uno o due satelliti geostazionari che inviano dei segnali di correzione.

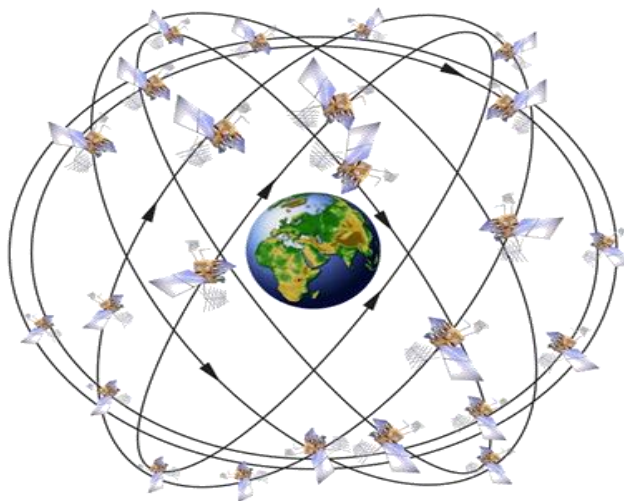
La modalità Differential-GPS (DGPS) utilizza un collegamento radio per ricevere dati DGPS da una stazione di terra e ottenere un errore sulla posizione di un paio di metri. La modalità DGPS-IP sfrutta, anziché onde radio, la rete internet per l'invio di informazioni di correzione.

All'interno di palmari, navigatori satellitari ed altri dispositivi è implementato il software necessario a interpretare i dati dei ricevitori satellitari e a localizzarlo.

Esistono in commercio ricevitori GPS ("**estemi**") connettabili mediante porta USB o connessioni senza fili come il Bluetooth che consentono di realizzare navigatori GPS su vari dispositivi: palmari, PC, computer portatili, cellulari se dotati di sufficiente memoria.

Ad eccezione dei GPS satellitari, tutti gli altri sono impostati per trasmettere ad un baudrate di 4800 baud (simboli al secondo) su porta seriale. Trattandosi di una scelta dei costruttori, aumentare questa velocità non reca alcun beneficio. Del resto, la frequenza tipica con cui viene rilevata la posizione è di 1Hz (ossia un posizionamento al secondo), e velocità trasmissive superiori sarebbero sostanzialmente inutili.

ricevitori cartografici



Uso dei dispositivo GPS

Ormai esistono dispositivi GPS di tutte e marche e per tutti i prezzi. Le più note sono Garmin, Alan e Magellan, MyNav, Holux etc....

Ci riferiremo ai GPS della Garmin perché tra quelli più comuni.

Fate riferimento al manuale del GPS per ciò che riguarda le procedure di accensione e manutenzione del dispositivo.

Accendere il GPS

Quando accendete il GPS per la prima volta, dopo un tempo prolungato o dopo che vi siete spostati per alcune centinaia di chilometri il vostro strumento ha la necessità di aggiornare la posizione dei satelliti, pertanto potrebbe impiegare un tempo molto lungo per completare il procedimento.

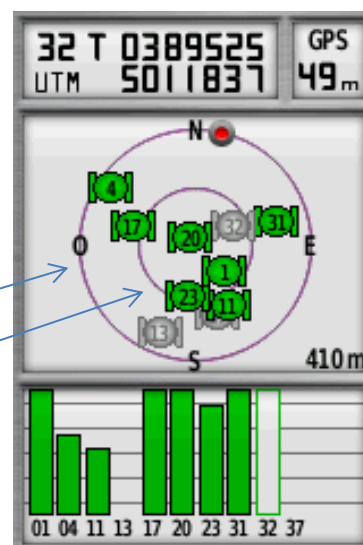
Questa fase si chiama "cold start". Se dovete fare un'escursione, accendete il vostro GPS prima possibile e lasciate che aggiorni la posizione dei satelliti rispetto al nuovo punto.

Potete iniziare ad utilizzare il GPS senza acquisire i satelliti > Usa con GPS OFF
Oppure lasciare che il GPS trovi da solo la posizione > Continua acquisizione satelliti
Oppure ancora dargli un aiuto indicandogli la nuova posizione > Nuova localizzazione
Se il cielo è sgombro e la ricezione è sufficiente, nella pagina "satelliti" cominceranno a comparire i nomi dei satelliti trovati e la potenza del segnale ricevuto,
Il cerchio più grande corrisponde all'orizzonte, il cerchio intermedio all'anello che intercetta un angolo di 45° dalla vostra posizione mentre il centro rappresenta lo Zenit della vostra posizione (sopra la vostra testa).

Es.: i satelliti n°20, 01 stanno quasi sulla vostra testa e il vostro GPS li riceve bene mentre il n°13 non appare quindi in questo momento è probabilmente sopra l'Australia o comunque al di sotto del vostro orizzonte

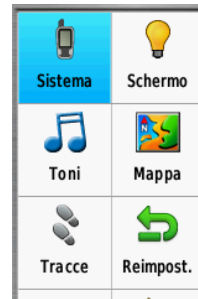
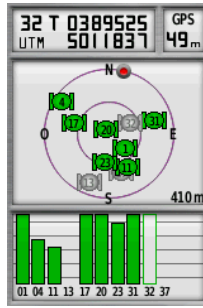
Appena il GPS ha finito di trovare i satelliti vi comunica di essere pronto alla navigazione.
Nota che **più satelliti avete in ricezione e maggiore sarà l'accuratezza** del rilevamento.

Le coordinate del punto sono espresse nel formato di default. Se volete cambiare il formato andate alla pagina Setup > Unità



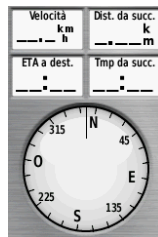
Settaggi del GPS

Il software dei GPS da outdoor e in particolare quelli della Garmin, hanno diverse finestre o "pagine", ciascuna delle quali consente di accedere ad una opzione o ad un dato specifico. Le più comuni e importanti sono:



Satelliti;
Setup;
Computer di viaggio;

Mappa;
Bussola elettronica (se disponibile)
Altimetro (se disponibile)
Navigazione;
Menù principale;
Waypoints



Impostare il GPS per i nostri usi

La prima cosa da fare è andare alla pagina

>SETUP dal Menù principale

Quindi selezionare prima la pagina dell'ora, dove imposterete il fuso orario della vostra posizione (es. Roma) quindi andate sull'icona Unità e selezionate il formato delle coordinate:

>Selezionate UTM o Gauss-Boaga

Ad esempio, poniamo di voler impostare il GPS con la mappa della sezione precedente che è in formato UTM ED 50. Selezionate il Map Datum e impostatelo su Europa 1950.

>Selezionate Europa 1950 o ED 50

in ultimo impostate le unità di misura in metri.

Adesso il GPS è pronto per la navigazione in abbinamento alla carta con reticolo UTM



Trovare un punto sul campo col GPS

Immaginiamo di dover raggiungere un punto di cui si conoscono le coordinate (Es. un rifugio)

Le coordinate saranno espresse con delle cifre, il formato e un MAP DATUM

Es. UTM Europa 50 32S 450640 E 4338872 N

Assicuratevi di avere settato il formato coerente con la mappa

Andate nella schermata satelliti e leggete la localizzazione attuale.

Tracciate la vostra rotta con i metodi tradizionali e seguitemela controllando ogni tanto di quanto vi state avvicinando al punto desiderato.

Nota: questa procedura ormai è obsoleta, si riferiva infatti ai GPS non cartografici e/o privi di indicatore di direzione.

La procedura più corretta è quella che prevede l'uso della funzione **GOTO**

Punto di stazione e punto di destinazione.

Nella stessa schermata dei satelliti individuate le coordinate della vostra localizzazione e appuntatele su un foglio o a bordo mappa.

Con l'ausilio del coordinatometro o di un righello trovate il vostro punto sulla carta.

Questo è il vostro punto di destinazione, lo chiamiamo **000**

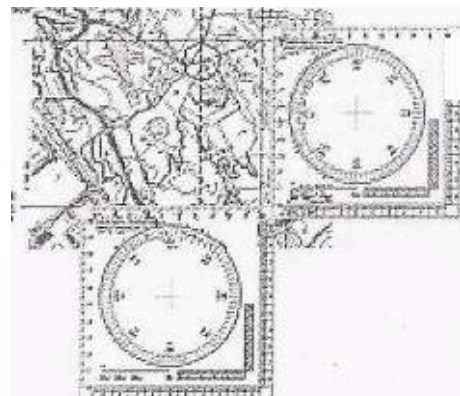
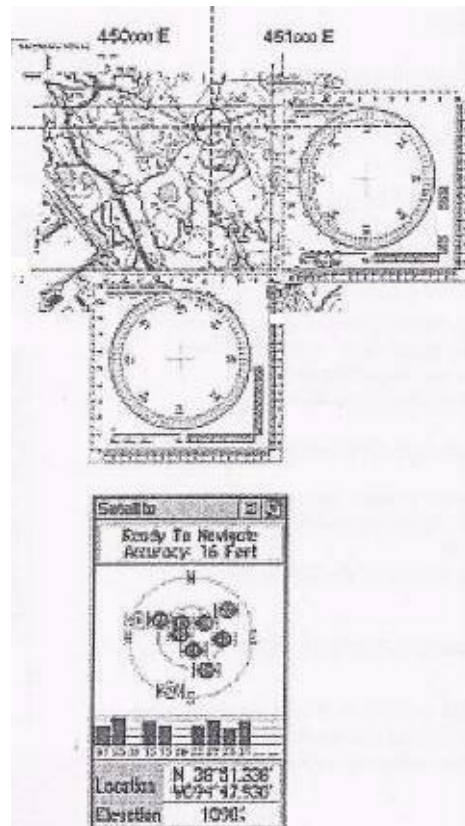
Adesso applicate la procedura inversa. Scegliete il vostro punto di destinazione sulla carta,

utilizzate il coordinatometro per trovare le coordinate del punto di destinazione e appuntatele su un foglio oppure sulla mappa stessa. Il punto di destinazione lo chiamiamo **001**

Tracciamo una linea retta tra il punto di stazione e il punto di destinazione.

Vedrete che, a meno di non aver scelto due punti sulla stessa strada tra i due punti ci sono degli ostacoli.

Questo significa che dovremo aggirarli.



Per aggirare un ostacolo senza perderci, fino ad ora abbiamo usato la bussola, adesso useremo li GPS. Vediamo come.

Marcare un punto

Cercate la pagina WAYPOINTS e attivate la finestra Mark Waypoint. Alcuni GPS hanno un pulsante direttamente dedicato

Ne! riquadro grande un omino tiene in mano una bandiera (dipende dal modello) col nome e il simbolo di un punto (generico). Inizialmente il punto si chiamerà 001 (se non avete salvato altri punti) altrimenti continuerà a numerarli progressivamente in automatico. Le coordinate sono quelle di rilevamento del punto di stazione. Andate sul nome col joystick e cambiate il nome in 000 (o altro a piacimento) . Cliccate su OK.

Questo è il vostro punto di stazione e la vostra "Partenza".

Adesso ripetete la procedura ma andate col joystick (o con frecce su giù dx sx) sulle cifre che rappresentano le coordinate e cambiatele inserendo quelle del punto di vostra destinazione. Dovrete cambiare anche il nome che sarà 001.

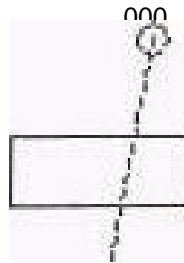
Notate che la stessa procedura si applica per marcare il punto di un rifugio (o altro), sia che abbiate le coordinate su carta ,sia che vi ci troviate sopra.

Adesso andiamo sul punto.

Dalla stessa finestra nella quale avete caricato le coordinate di destinazione cliccate su **GOTO**.

Il GPS adesso sa che vi deve portare sul punto 001.

Quello che li GPS non sa, è che magari in mezzo c'è un dirupo e **se non lo sapete neanche voi è un problema**. Utilizzare questa funzione solo come indicatore approssimativo di direzione **tenendo sempre d'occhio la carta**.



Funzione GOTO e navigazione

Adesso che avete il vostro punto di destinazione e il GPS sa dove volete andare, nell'esempio il punto è Springfield Missouri, andate nella pagina NAVIGATION.

Nella pagina di navigazione c'è una bussola e al centro del quadrante una freccia. La freccia nera indica la direzione da seguire.

Camminate e ruotate il corpo fino a che la freccia non indica dritto davanti a voi.

Ricordate che la bussola dei GPS ha bisogno che voi camminate per leggere il Nord altrimenti non darà indicazioni, salvo che lo strumento abbia una bussola elettronica (e non GPS)

A questo punto se **vi** doveste trovare un ostacolo di fronte potrete aggirarlo con una certa tranquillità, perché il vostro GPS ricorderà la direzione da riprendere successivamente.

Sopra la bussola un riquadro indica la distanza **in linea** d'aria dall'obiettivo, non quella reale. Un altro modo per seguire la rotta a destinazione è dalla pagina MAP.

Infatti se la funzione GOTO è selezionata sarà visibile una l-linea che come un elastico congiunge il vostro punto di stazione con la destinazione. Utilizzate la funzione zoom della mappa per leggere meglio questo segno.

Alcune considerazioni e avvertenze

La funzione GOTO può produrre facili entusiasmi, invece tutti i navigatori più esperti mettono sull'avviso circa le trappole insite nell'uso cieco di questa tecnologia. La raccomandazione è sempre quella di **utilizzare il GPS come strumento di controllo della posizione e della destinazione** non rinunciando alla capacità di leggere la mappa, ecco perché:

- 1- Camminare guardando la freccia dei GPS vi rende distratti e ciechi e dunque più soggetti ad errori, inoltre è pericoloso.
2. Tra due punti c'è una retta solo sul computer e sul GPS, nella realtà in genere c'è una montagna e/o altro.
3. Il GPS si può rompere o si possono scaricare le batterie, cosa che avviene con una certa frequenza.
4. Se siete stanchi può capitare di sbagliare nell'inserimento delle coordinate. Basta anche un numero, magari il terzultimo, e vi ritrovate fuori rotta di qualche centinaio di metri (o anche di più...)



Tracciare una rotta

La rotta è un insieme di punti che abbiamo chiamato check point o way point, uniti da tratti più o meno lunghi.

Dividere in percorso in segmenti controllando la propria posizione alla fine di ogni tratto è la procedura che si applica anche con la navigazione con bussola e carta.

E' sempre possibile utilizzare la funzione GOTO ad ogni punto di controllo specie se non sappiamo esattamente dove dobbiamo andare, lo sapremo per esempio all'obiettivo successivo, ma se la destinazione è nota è meglio tracciare una rotta che comprenda tutti i WP.

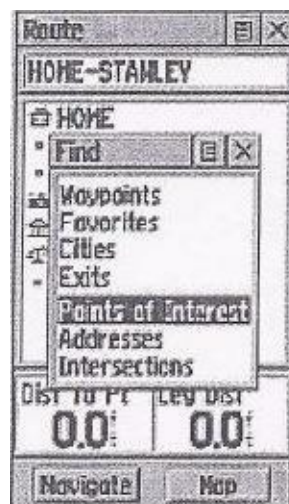
Con il GPS questa procedura è semplificata dalla funzione "rotta".

E' possibile definire una sequenza di punti memorizzati (WP) che definisce una "rotta". E' possibile richiamare la rotta e seguirla.

Il GPS ci informerà quando raggiungiamo uno dei WP e subito dopo ci indicherà il successivo. Come fare?

1. Andate sulla pagina rotte e createne una nuova, cliccate per accedere al setup;
2. Con la funzione FIND individuate il primo WP che volete aggiungere alla lista e inseritelo con "aggiungi", poi inserite il secondo, il terzo etc.; Potete modificare la rotta successivamente Editando (modificando) i WP.

Vi suggeriamo di riportare la rotta e le coordinate dei WP anche sulla carta (Road Book) specie se non disponete sul GPS di una mappa aggiornata e dettagliata dei luoghi.



Il limite dei GPS cartografici, paradossalmente è proprio nelle carte che dovremmo poter caricare. I GPS della GARMIN in particolare utilizzano delle carte che sono realizzate dalla casa madre per tutto il globo precaricate o caricabili con un software specifico Garmin che si chiama Mapsource.

A prescindere da questioni legate al costo, bisogna dire che l'utilità di queste carte per i nostri scopi è sostanzialmente nulla. Il dettaglio e l'aggiornamento è ridicolo rispetto alla quantità di informazioni che ci occorrono per navigare in montagna o addirittura di notte.

Questo problema è stato risolto da Garmin con le mappe TrekMapItalia, discretamente dettagliate, ma comunque decisamente insufficienti in Piemonte.

Problema risolvibile con la creazione di mappe proprie (dette custom maps), ovvero si scansiona qualsiasi supporto cartaceo, si georeferenzia, e si inserisce nel GPS.

A questo punto abbiamo nel GPS una carta topografica della zona di interesse.

Attenzione però:

occorre avere un supporto cartaceo di qualità, un buon scanner (o reperirle già in formato elettronico), pazienza, un buon PC abbastanza veloce, pazienza e minuziosità nell'eseguire la georeferenziazione.

Le mappe autoprodotte sono di tipo raster, mentre le TrekMapItalia sono vettoriali-

Un chiarimento su RASTER e VETTORIALE

Una carta RASTER è un'immagine (come una fotografia) della mappa, essa può essere ridimensionata o distorta (non fatelo) ed elaborata con un software di fotoritocco. Naturalmente la carta non sa di essere una carta ma pensa di essere una foto, quindi se provate a "chiederle" informazioni di tipo cartografico (come la posizione di un punto) non ci sarà modo di saperlo a **meno** che non vi siano già riportate le indicazioni del reticolo. Una carta vettoriale è invece un'insieme di punti, linee, superfici e informazioni numeriche ciascuno dei quali è editabile singolarmente con un software CAD o GIS. Inoltre se la carta è GEOREFERENZIATA (cioè disposta sulle sue coordinate corrette nel piano) ci dirà il nome e il cognome (e spesso molto altro) di ciascun elemento.

Correnti formati raster: JPG, TIF, BMP etc

Qui a destra una mappa RASTER, stampabile utilizzabile come mappa cartacea, o come file da importare in programmi appositi per la georeferenziazione.

Anche una mappa RASTER può essere portata "in coordinate" ma è necessario disporre di software specifici come "ozi explorer". Lo trovate in versione trial su www.oziexplorer.it Il funzionamento di ozi è semplice; si tratta di imporre ad alcuni punti della figura le coordinate reali in formato coerente con la carta, oppure, con Garmin, utilizzare GoogleEarth e altri software.

In sostanza si attribuiscono (con apposita procedura) coordinate note ad almeno 3 o 4 punti; portando a termine la procedura, la mappa è calibrata e ciascuno punto avrà coordinate proprie, ovvero è "Georeferenziata".

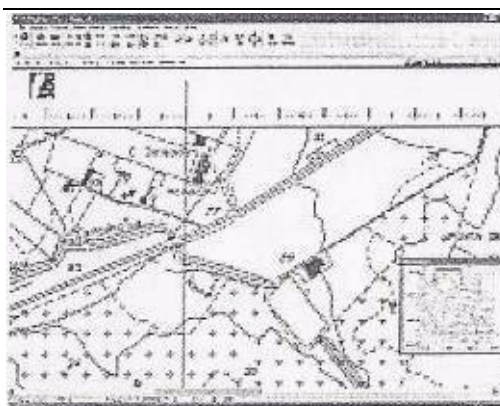
Nota che gli elementi come le strade continuano ad essere immagini e dunque non potete selezionarli singolarmente.

Al contrario **ciò può essere fatto con le mappe vettoriali.**



OziExplorer

Ozi è un programma che utilizza immagini bitmap in diversi formati grafici (principalmente "TTF, BMP, JPEG e PNG) come sfondo di navigazione sullo schermo del vostro PC per la visualizzazione, la modifica e la creazione dei dati GPS, ovvero waypoint, rotte e tracce. OziExplorer non è in grado di caricare cartografia nella memoria di qualsiasi modello di GPS, portatile o fisso. Per questa operazione è indispensabile l'utilizzo del programma ImgOZF

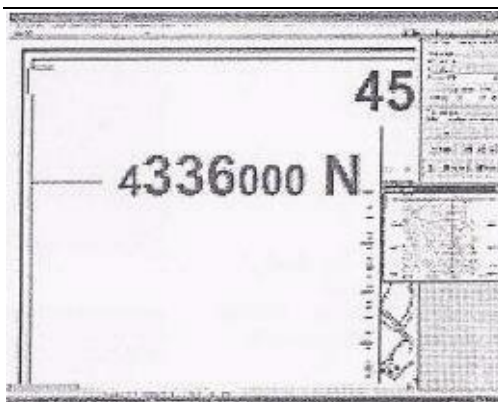


Durante il percorso, utilizzando un notebook o un PC palmare, è possibile avere sempre sotto controllo la propria posizione, in tempo reale, sulla cartografia migliore del mondo: la vostra.

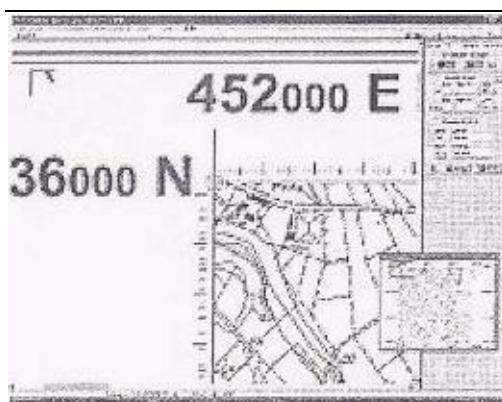
Geo riferire un raster con OZI EXPLORER

Procuratevi una copia di Ozi explorer.

Immaginate di non disporre di un file vettoriale georeferenziato in formato UTM ED 50 ma solo di un raster proveniente da una stampa virtuale o da una scansione del cartaceo



All'apertura dal menù file selezionate "apri e calibra mappa". Importate il file da calibrare. Nella finestra di setup impostate formato e **DATUM in modo coerente** col reticolo UTM realizzato. Nota che N/S sta per emisfero nord o emisfero sud. La zona invece sarà 32 o 33 i pugliesi anche il 34.



Adesso con il puntatore di precisione segnate un punto sulla mappa di cui conoscete le coordinate (ad esempio un angolo o l'incrocio del reticolo) e impostate le coordinate note. Ripetete l'operazione per quanti più punti possibili (fino a nove) e calibrate salvando. Dopo qualche secondo la mappa dovrebbe essere "In coordinate". Il cursore dovrebbe "leggere" automaticamente le coordinate sullo schermo. Scorrete il cursore su un punto di coordinate note della carta. Se l'indicazione è corretta la mappa è calibrata altrimenti ripetete la procedura.

Adesso potete procedere alla pianificazione delle rotte in modo comodo e versatile.

Aggiungere waypoints

Immaginata di voler definire obiettivi o CP intermedi.

Spostate selezionate "aggiungi" waypoint, spostate il cursore sul punto ed inserite il punto. Questo punto adesso è una entità VETTORIALE. Ad esso corrisponde una scheda che descrive le caratteristiche del punto stesso e le sue coordinate.

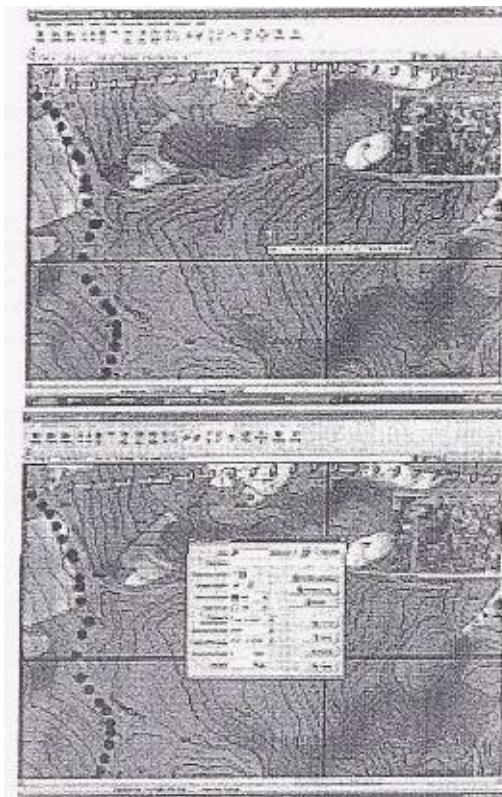
Con la stessa procedura potete inserire centinaia di punti.

Tutti questi elementi non possono essere caricati manualmente sul GPS, ci vorrebbero ore. Ozi consente di trasferire i WP al GPS mediante l'uso di un cavo di connessione.

Il collegamento del GPS

Il programma si collega con il GPS in due modi fondamentali: utilizzando il protocollo del produttore ed attraverso il protocollo standard NMEA, tramite connessione seriale o USB (per gli strumenti compatibili).

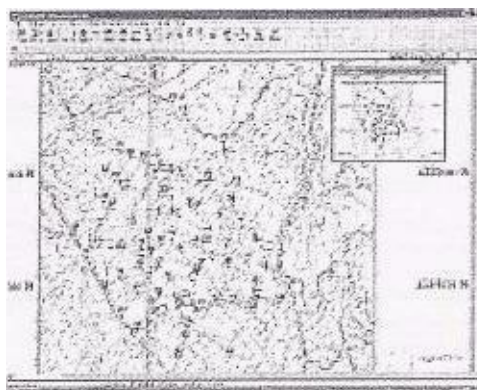
Utilizzando il protocollo del produttore è possibile scaricare e caricare waypoint, rotte e tracce da e verso il GPS usando il vostro PC. Collegare il cavetto e selezionare "invia dati al GPS"



Moving Map

Utilizzando Il protocollo NMEA è invece possibile ricevere in tempo reale i dati di posizione per utilizzarli nell'utilissima funzione di Moving Map. Questa funzione consente, usando un PC portatile o un PC palmare, o il medesimo GPS, di visualizzare in tempo reale la vostra posizione sullo schermo del PC, con la cartografia prescelta come sfondo di navigazione.

Il software fa scorrere la mappa, aggiornando la vostra posizione ai centro dello schermo, e passa automaticamente da una mappa a quella adiacente senza necessità di intervento da parte dell'utente.



Alcune immagini e parti di testi sono tratti da vari siti web di libero accesso e da scritti vari dell'autore.

Bibliografia

Giancarlo CORBELLINI	Manuale dell'alpinista	Ed. PIEMME
Francesco GARGAGLIA	Manuale illustrato di topografia e orientamento	
Enrico MADDALENA	Orienteering, elementi di Topografia ed orientamento per escursionisti, alpinismo, trekking, survival, soft air	Hoeppli
Giovanni Di Gregorio	Manuale di orientamento e topografia e Nozioni di sopravvivenza	
C.A.I.	Quaderno di Alpinismo Giovanile: Introduzione alla didattica dell'orientamento	
Emanuele LUCCHETTI	GPS Start	
Gianmario MISSAGLIA	Green-sport manuale sport nuovo allegro	
Roberto BIELLA	Orienteering nella scuola	
AAVV	GPS – La guida satellitare per l'outdoor	
Ludovico BIAGI	I fondamentali del GPS (PDF libero)	Geomatica WorkBook Vol 8