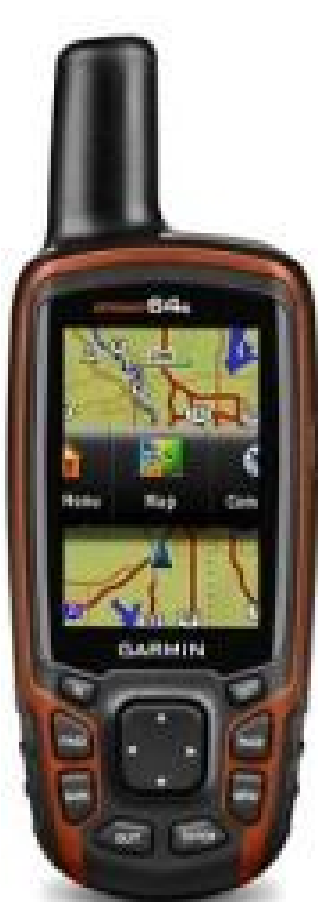




Johanniter International
S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

Global Positioning System





Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”

STABILIRE UNA POSIZIONE

Quando dobbiamo determinare con esattezza la nostra posizione, rispetto ad una mappa o ad una cartina, la prima cosa che ci viene in mente di fare è di stabilire dei punti di riferimento.

A questo punto possiamo determinare dove siamo con una certa approssimazione valutando la nostra distanza dai punti di riferimento che ci siamo scelti. Questo ragionamento che può apparire banale in realtà è la base di tutti i sistemi di navigazione e di georeferenziazione che ad oggi abbiamo a disposizione.

Quindi se un nostro amico che stiamo aspettando a casa per il pranzo ci dice che si trova esattamente a quaranta chilometri da Roma e a cento da Napoli, abbiamo in realtà una posizione sufficientemente accurata qualora facessimo dei semplici calcoli matematici.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"



Riportando i dati sopra indicati in una cartina stradale, tracciamo due circonferenze, la prima con centro in Napoli e con raggio di cento km, la seconda con centro in Roma e raggio di 40 km.

E' palese a questo punto la posizione del nostro amico lungo la A1 Roma-Napoli.

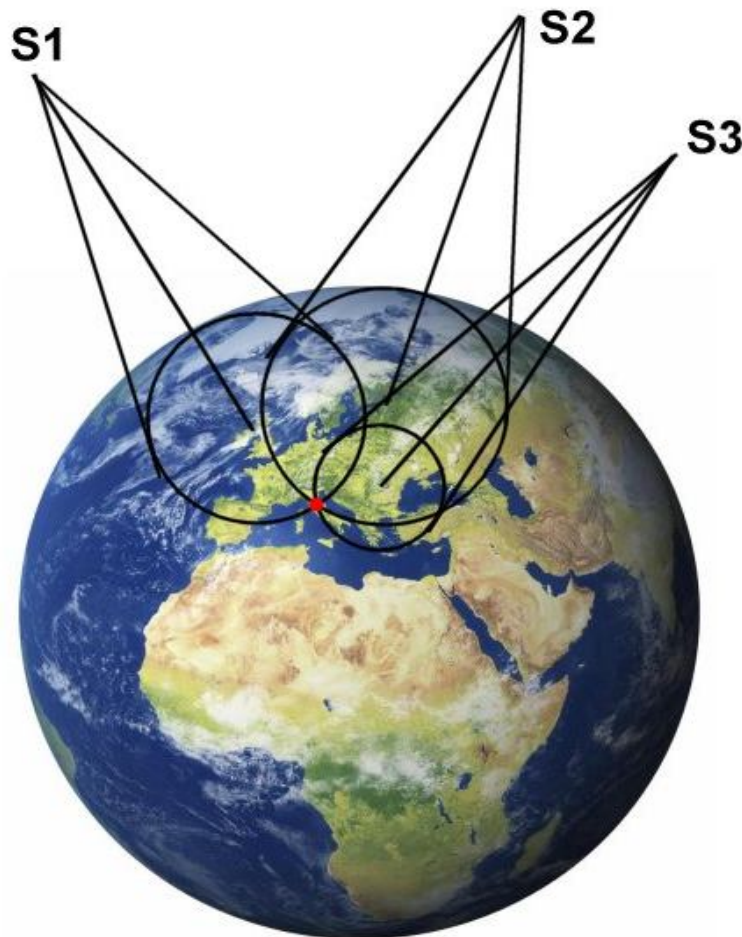
In realtà l'accuratezza della informazione non è massima, in quanto esiste un altro punto sulla costa, che soddisfa alle suddette condizioni. Ecco perché avremmo bisogno di un terzo riferimento, e quindi di una terza distanza, per avere una soluzione univoca e quindi una posizione esatta.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”

Cosa succede se decidessimo di prendere come punti di riferimento dei satelliti in orbita intorno alla terra? In questo modo dovremmo sapere la distanza del punto che vogliamo georeferenziare da questi riferimenti:



Tracciando dal punto di riferimento in esame una sfera con raggio pari alla distanza, otterremo tre sfere che si intersecheranno tra loro individuando un punto sulla superficie terrestre. Questo punto rappresenta la posizione che dobbiamo determinare.

Da un punto di vista matematico quindi, il problema da risolvere è quello di passare da tre grandezze misurate (le tre distanze da tre satelliti) a tre grandezze che individuano la posizione del punto sulla superficie terrestre, che potremmo indicare come latitudine, longitudine e altezza.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”

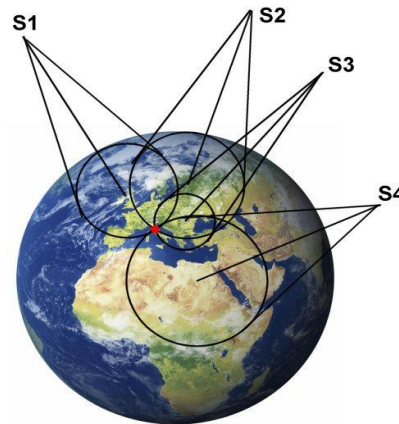


Quindi un ricevitore GPS è un dispositivo che misura le distanze dai satelliti di riferimento che sono per lui visibili al momento e, partendo da questi, con calcoli che non stiamo qui ad eseguire, calcola la posizione del punto sulla superficie terrestre.

Nell'esempio precedente abbiamo visto che con tre satelliti possiamo ricavare un unico punto con una accuratezza sufficiente. Fino a questo punto, però, siamo sempre rimasti nel campo della teoria.

Questa teoria però, come vedremo in seguito, si scontra con problematiche di tipo pratico e tecnico. **In realtà abbiamo bisogno di almeno quattro satelliti per avere una misurazione con un buon grado di attendibilità.**

Nelle pagine che seguono riusciremo anche a capire il perché.

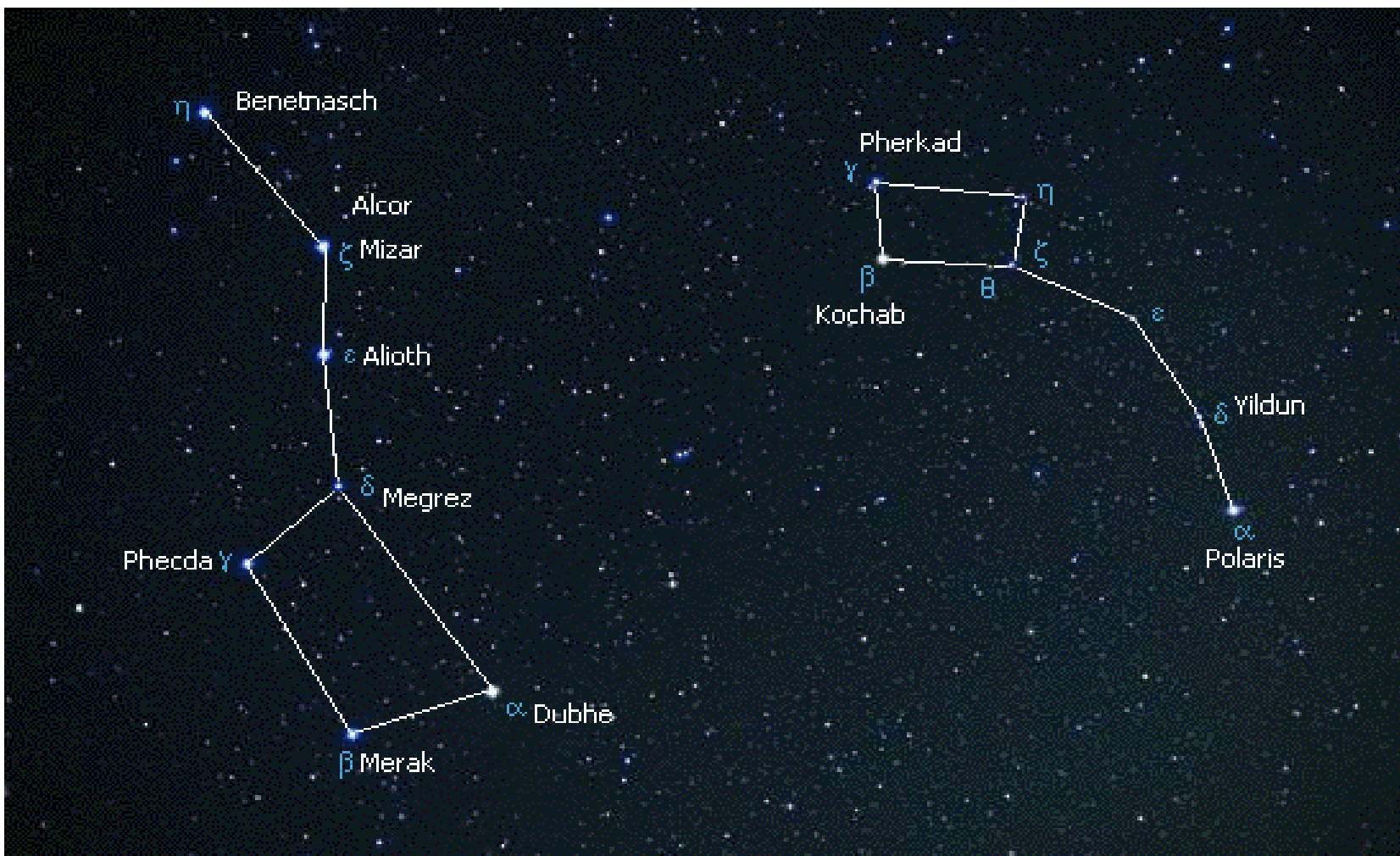




Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

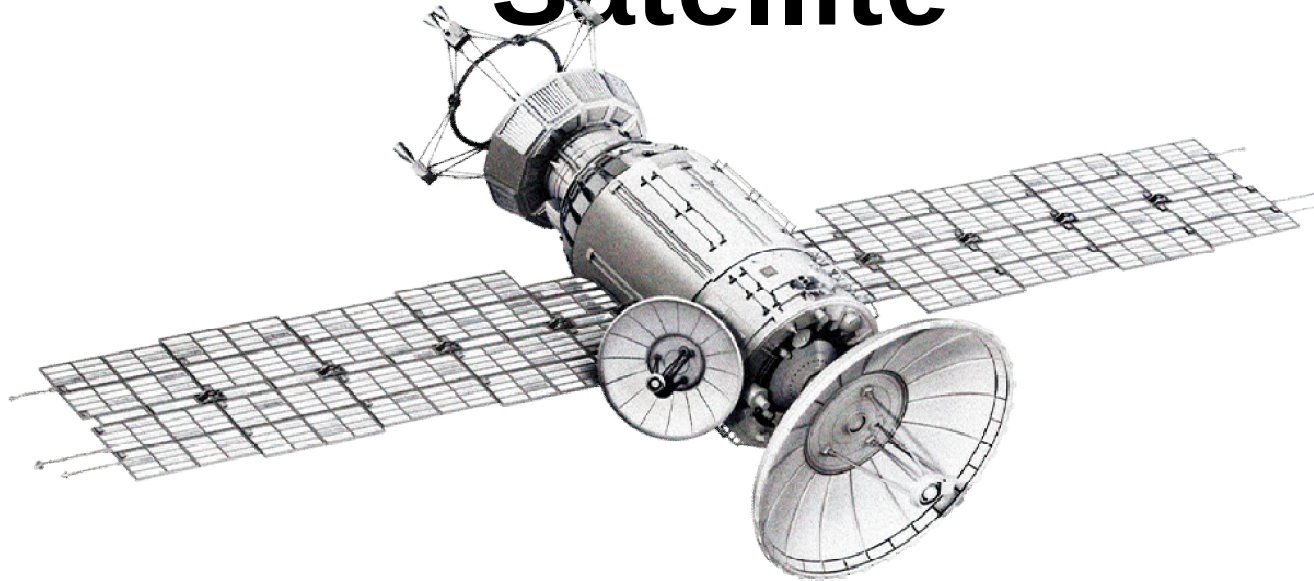
Del resto fin dall'antichità si utilizzano stelle fisse o pianeti nella volta celeste. Iniziando dalla Stella Polare che indica sempre il Nord qualunque sia la nostra posizione corrente.





JoS.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE” ---

Satellite



Satellite naturale - corpo orbitante intorno a corpi celesti, es. le lune dei vari pianeti.

Satellite artificiale - corpo artificiale posto volutamente in orbita di un corpo celeste. L'insieme di più satelliti artificiali adibiti ad uno stesso scopo forma una costellazione o flotta di satelliti artificiali.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

Sistemi di georeferenziazione



GLONASS: gestito dalle forze spaziali russe, dopo varie vicissitudini legate alla crisi economica sovietica è entrato pienamente in funzione nel 2010 con 21 satelliti funzionanti su 24. Attualmente esistono numerosi devices in grado di connettersi al sistema russo. Il primo è stato l'Iphone 4S, ma da 2012 in poi la compatibilità si è allargata a molti altri devices quali Samsung, Nokia. L'accuratezza del segnale è leggermente inferiore al sistema americano.

NAVSTAR GPS: Il sistema GPS è gestito dal governo degli Stati Uniti d'America ed è liberamente accessibile da chiunque sia dotato di un ricevitore GPS. Il suo grado attuale di accuratezza è dell'ordine dei metri, in dipendenza dalle condizioni meteorologiche, dalla disponibilità e dalla posizione dei satelliti rispetto al ricevitore, dalla qualità e dal tipo di ricevitore, dagli effetti di radiopropagazione del segnale radio in ionosfera e troposfera (es. riflessione) e dagli effetti della relatività.



GALILEO: è un sistema di posizionamento e navigazione satellitare civile, sviluppato in Europa come alternativa al sistema americano e sovietico. La sua entrata in servizio è prevista per la fine del 2019 e conterà 30 satelliti orbitanti su 3 piani inclinati rispetto al piano equatoriale terrestre di circa 56° e ad una quota di circa 23.000 km (23.222 km).



UNITÀ CINOFILIA DA SOCCORSO

UCS - LE AQUILE

Gruppo di Spoleto

I principali scopi di Galileo sono:

- una maggior accuratezza nella geo-localizzazione degli utenti rispetto a quella attualmente fornita dal NAVSTAR GPS;
- un aumento della copertura globale dei segnali inviati dai satelliti, soprattutto per le regioni a più alte latitudini ($> 75^\circ$);
- un'alta disponibilità del segnale nelle aree urbane;
- una certificata affidabilità, supportata anche dall'invio del "messaggio di integrità" che avverte immediatamente l'utente di eventuali perdite di integrità nel segnale della costellazione o, viceversa, ne conferma l'esattezza del segnale ricevuto;
- una elevata continuità di servizio che, essendo indipendente dagli USA, potrà funzionare sempre e non verrà disattivato senza preavviso (come successo in tempi di guerra per il GPS).

Sebbene il sistema Galileo sia stato pensato per essere completamente indipendente ed autosufficiente, sarà compatibile ed interoperabile con il sistema GPS; cioè, le caratteristiche di Galileo saranno tali da non interferire con il funzionamento del GPS ("principio di compatibilità") ed esso potrà anche essere utilizzato congiuntamente con il GPS ("principio di interoperabilità").



Johanniter International S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”

E prima di GPS NAVSTAR?

E' fin dagli anni '50 che l'esercito statunitense cercava di mettere a punto un sistema di georeferenziazione in grado di determinare la posizione di navi e sommergibili in qualsiasi condizione meteorologica. Il progetto **Transit** prese vita proprio in quegli anni quando si fece strada il progetto di mandare in orbita una flotta di satelliti statunitensi (**Oscar** o **Nova**). Ma fu soltanto nel 1960 che il primo dei sei satelliti del progetto raggiunse la sua orbita polare ad una altezza di 1.100 km.

Il primo tentativo del 17 settembre 1959 infatti fallì per la mancata accensione del terzo stadio del razzo vettore Thor-Able che avrebbe dovuto portare in orbita il satellite.

A partire dal luglio 1967 il sistema di navigazione basato su tali satelliti fu reso disponibile all'uso civile. Tale sistema, denominato Navy Navigation Satellite System (NNSS) è costituito da un gruppo di 6 satelliti identici posti in orbite diverse.

Il sistema Transit venne reso obsoleto dall'introduzione del Global Positioning System e cessò il servizio di posizionamento nel 1996. Da allora i satelliti sono mantenuti in uso come *mailboxes* spaziali e per il Navy's Ionospheric Monitoring System.

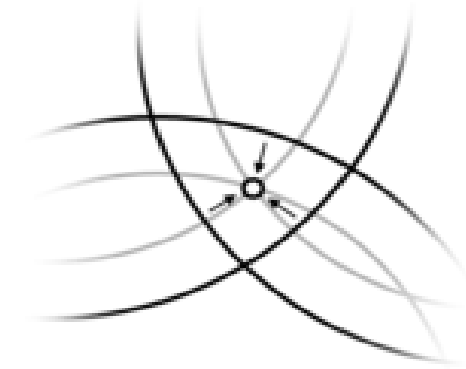
Si noti che questi satelliti **OSCAR**, non sono gli stessi della serie di satelliti **OSCAR**, destinati all'uso radioamatoriale satellitare.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA GPS NAVSTAR



Intersecando con la superficie terrestre tre circonferenze, luogo dei punti che soddisfa la misura della distanza dal satellite (che conosciamo), si può individuare un punto su di essa.

La posizione di un punto nello spazio viene determinato dalla conoscenza delle distanze di detto punto da almeno quattro satelliti.

L'intersezione delle sfere aventi come centro il satellite e come raggio detta distanza individua il punto che ci interessa (**Trilaterazione**).

Geometricamente questo vuol dire risolvere un sistema di quattro equazioni le cui incognite sono le coordinate del punto soluzione. Ma come è possibile determinare il valore della distanza del satellite dal punto di interesse? Questo dato può essere ottenuto determinando il tempo impiegato da un segnale radio a percorrere la distanza satellite-ricevitore. Vediamo come:

Tutti i satelliti trasmettono un segnale radio contenente come informazione l'orario corrente, determinato da un orologio atomico al cesio. Poiché l'orario del satellite e del ricevitore sono sincronizzati, il nostro ricevitore riceverà dal satellite l'orario nel quale il segnale è stato inviato. Confrontandolo con l'orario del ricevitore, per differenza potremo determinare il tempo che è stato necessario per percorrere la distanza satellite-ricevitore.

A questo punto è banale risalire al dato distanza.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”

OROLOGIO ATOMICO??



L'orologio atomico è un tipo di orologio in cui la base del tempo è determinata dalla frequenza di risonanza di un atomo.

Al giorno d'oggi i migliori orologi per la determinazione del tempo standard si basano su principi fisici più complessi implicanti l'uso di atomi freddi e fontane di atomi.

L'accuratezza di simili orologi è dell'ordine di 10^{-9} secondi (un miliardesimo di secondo) al giorno!!



Ma c'è un orologio atomico qua dentro???
Purtroppo no, c'è semplicemente un orologio al quarzo...

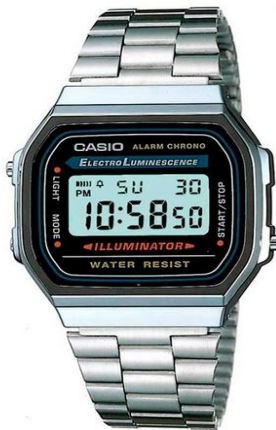
L'orologio al quarzo è un tipo di orologio in cui la misura dello scorrere del tempo è determinata dalle oscillazioni di un cristallo di quarzo.

L'accuratezza di un orologio al quarzo è dell'ordine di 10^{-1} secondi (un decimo di secondo) al giorno!!



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"



Come abbiamo già visto, l'orologio a bordo dei ricevitori GPS è di gran lunga molto meno sofisticato di quello a bordo dei satelliti, e deve essere corretto frequentemente, non essendo altrettanto accurato sul lungo periodo. Per l'accuratezza di cui abbiamo bisogno tali orologi al quarzo dovranno essere sincronizzati spesso, meglio se per mezzo del dato scaturito da un orologio atomico.

Per questo motivo, la sincronizzazione di tale orologio avviene all'accensione del dispositivo ricevente, utilizzando l'informazione che arriva dal quarto satellite, venendo così continuamente aggiornata.

Se il ricevitore avesse anch'esso un orologio atomico al cesio perfettamente sincronizzato con quello dei satelliti, sarebbero sufficienti le informazioni fornite da 3 satelliti, ma un simile ricevitore sarebbe difficilmente trasportabile e dunque, utilizzando il dato ottenuto dal quarto satellite, il ricevitore dovrà risolvere un sistema di 4 incognite (latitudine, longitudine, altitudine e tempo) e per riuscirci necessita dunque di 4 equazioni.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

analog



digital



1 0 1 0 1 0 1 0

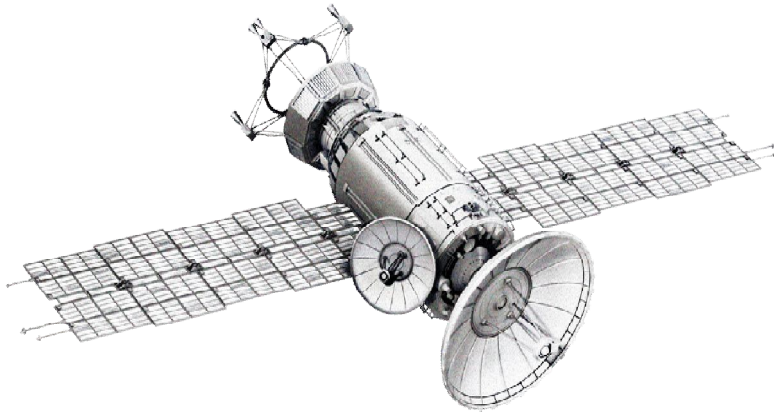
Il segnale che viene trasmesso contiene delle informazioni codificate in forma binaria e modulate in fase con un segnale portante di tipo sinusoidale. La trasmissione dei dati avviene con una velocità di 50 bit/secondo e contiene le seguenti informazioni:

- tempo della trasmissione del satellite (satellite time-of-transmission);
- effemeridi satellite (satellite ephemeris);
- grado di funzionalità del satellite (satellite (SIS) health);
- correzione relativistica dell'orologio satellitare (satellite clock correction);
- effetti di ritardo del segnale dovuti alla ionosfera (ionospheric delay effects);
- correlazione con il tempo coordinato universale (UTC) come specificato dallo United States Naval Observatory (USNO);
- stato della costellazione (constellation status).



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"



Ciascun satellite emette su due canali:

L1, l'unico disponibile al servizio per uso civile, e **L2** per l'uso esclusivo per il servizio militare.

Le frequenze portanti sono di **1575,42 MHz** e di **1227,6 MHz** rispettivamente, ottenute da un unico oscillatore (clock) ad alta stabilità pari a 10,23MHz che viene moltiplicato per 154 e 120 per ottenere la frequenza delle due portanti.

Negli ultimi 5-10 anni, alcuni modelli di ricevitori GPS per uso civile in campo ingegneristico hanno la possibilità di usufruire del secondo canale L2 permettendo così di raggiungere un margine di precisione centimetrico.

Lo scopo della doppia frequenza è quello di eliminare l'errore dovuto alla rifrazione atmosferica.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"



La funzione del ricevitore di bordo è prima di tutto quella di identificare il satellite attraverso la banca dati di codici che quest'ultimo ha in suo possesso; infatti ogni satellite ha un codice e il ricevitore lo identifica grazie a quest'ultimo.

L'altra funzione importante del ricevitore è quella di calcolare il delta t , ovvero il tempo impiegato dal segnale per arrivare dal satellite al ricevitore. Esso viene ricavato dalla misura dello slittamento necessario ad adattare la sequenza dei bit ricevuta dal satellite a quella identica replicata dal ricevitore di bordo.

Il ricevitore GPS, mentre effettua il conteggio Doppler, cioè il delta t , 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 superficie di posizione.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"



Nel 1991, quando gli USA aprirono il sistema al mondo civile, con il nome SPS (Standard Positioning System), definirono specifiche ben diverse rispetto a quello riservato all'uso delle forze militari USA denominato PPS (Precision Positioning System).

Il segnale civile era **intenzionalmente degradato** mediante un dispositivo denominato **Selective Availability (SA)**, che introduceva errori casuali intenzionali nei segnali satellitari allo scopo di ridurre l'accuratezza della rilevazione, consentendo precisioni al massimo dell'ordine di 100–150 m.

Tale **degradazione del segnale è stata disabilitata dal mese di maggio 2000, grazie a un decreto del presidente degli Stati Uniti Bill Clinton**, mettendo così a disposizione degli usi civili la precisione attuale di circa 10–20 m, anche se tra i due sistemi permangono delle differenze, sui due canali L1 ed L2 di trasmissione del segnale.

In ogni caso, però, nei modelli per uso civile devono essere presenti alcune limitazioni: **massimo 18 km per l'altitudine e 515 m/s per la velocità, per impedirne il montaggio su missili**. Questi limiti possono essere superati, ma non contemporaneamente.





Johanniter International **S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”**

IL SISTEMA GPS NAVSTAR

Il sistema di geolocalizzazione GPS NAVSTAR è costituito essenzialmente da tre segmenti funzionali:

- Il segmento spaziale
- Il segmento di controllo
- Il segmento utente



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”

IL SEGMENTO SPAZIALE



Dal 2010 il sistema è costituito da una costellazione di 31 satelliti NAVSTAR (navigation satellite timing and ranging), disposti su sei piani orbitali con una inclinazione di 55° sul piano equatoriale. Seguono un'orbita praticamente circolare (con eccentricità massima tollerata di 0,03) con raggio di circa 26.560 km viaggiando in 11 h 58 min 2 s, o metà giorno siderale. I satelliti, osservati da terra, ripetono lo stesso percorso nel cielo dopo un giorno siderale.

Ciascun piano orbitale ha almeno 4 satelliti, e i piani sono disposti in modo tale che ogni utilizzatore sulla terra possa ricevere i segnali di almeno 5 satelliti. Ogni satellite, a seconda della versione, possiede un certo numero di orologi atomici (al cesio o al rubidio).

In orbita vi sono un minimo di 24 satelliti per la trasmissione di dati GPS, più 3 di scorta per garantire copertura globale del servizio. Ciascun satellite dispone di razzi a idrazina per effettuare le correzioni di orbita e di pannelli solari fotovoltaici per la produzione di energia elettrica uniti a una batteria per garantire l'energia per le operazioni anche quando il sole è eclissato.



Johanniter International **S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”**

Satelliti Block 1

Nel 1974 la Rockwell vinse un contratto per costruire otto satelliti Block I. Nel 1978 il contratto fu esteso per costruirne ulteriori tre. A cominciare dal satellite Navstar 1 nel 1978, 10 satelliti Block I furono lanciati con successo. Un satellite, il Navstar 7, andò perduto a causa di un lancio fallito il 18 dicembre 1981.

I satelliti Block I furono lanciati dalla base aerea di Vandenberg usando dei razzi Atlas. I satelliti furono costruiti nello stesso impianto dove furono precedentemente costruiti i secondi stadi dei razzi Saturno V.

Lo scopo principale dei satelliti Block I era la validazione del sistema e del design dei satelliti. L'esperienza acquisita durante la costruzione degli 11 satelliti fu utilizzata nella costruzione della serie Block II.

Un doppio pannello solare era in grado di generare 400W, caricando le batterie al NiCd per poter operare anche in ombra. Per il controllo della telemetria venne usato un canale in Banda S, mentre un canale UHF era usato per le comunicazioni tra satelliti. Per le correzioni orbitali era presente un propulsore a idrazina. Il carico principale consisteva in due trasmettitori in banda L dei segnali di navigazione GPS alle frequenze di 1575.42 MHz (L1) e 1227.60 MHz (L2).



Johanniter International **S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”**

Serie Block II iniziale

La serie di satelliti Block II fu la prima a raggiungere la piena operatività della costellazione GPS, con un design che permetteva al sistema di funzionare anche in assenza di contatto con le stazioni di controllo a terra fino a 14 giorni. Il costruttore principale fu la Rockwell, che costruì 12 satelliti per le qualifiche come aggiunta al contratto dei satelliti Block I. Nel 1993 la compagnia vince un ulteriore contratto per costruire 28 satelliti Block II/IIA

I satelliti Block II sono stabilizzati su 3 assi, con puntamento verso terra basato su reaction wheels. I due pannelli solari erano in grado di erogare ben 710W. Il canale in banda S era usato per il controllo e la telemetria mentre il canale in banda UHF era usato per le comunicazioni tra satelliti. Per le correzioni orbitali veniva usato un propulsore a idrazina. Il carico principale consisteva in due trasmettitori in banda L dei segnali di navigazione GPS alle frequenze di 1575.42 MHz (L1) e 1227.60 MHz (L2). Ogni satellite era equipaggiato con 4 orologi atomici (2 al cesio e 2 al rubidio) e da un sistema per rilevare detonazioni nucleari per un totale di 1660 Kg.

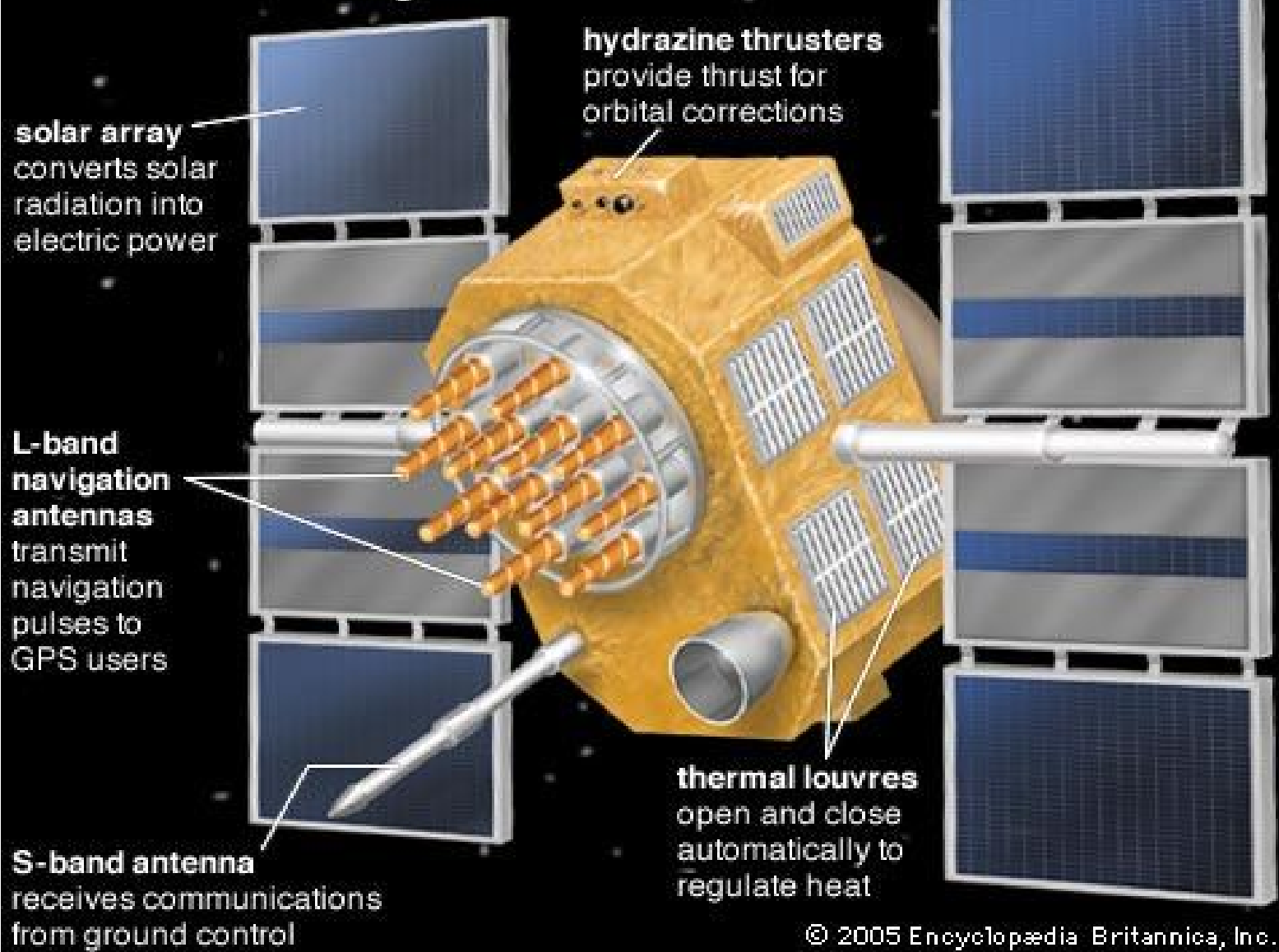
I primi nove satelliti furono lanciati a partire dal 14 febbraio 1988. L'ultimo venne lanciato il 1° ottobre 1990.[4] L'ultimo satellite della serie fu tolto dal servizio il 15 marzo 2007, ben oltre la sua vita per cui fu costruito di 7.5 anni



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

Navstar Block II navigation satellite





Johanniter International **S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”**

Satelliti Block IIIA

I satelliti della serie Block IIIA sono la nuova generazione di satelliti GPS, con nuovi segnali e con livelli di potenza di trasmissione più alti. Saranno realizzati fino a 32 satelliti con una vita operativa prevista di 15 anni. Il primo contratto comprendente 4 satelliti di test più opzione per altri 8 satelliti operativi è stato assegnato a Lockheed Martin. Il lancio del primo satellite della serie è previsto nel 2014.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

IL SEGMENTO DI CONTROLLO



Il segmento di controllo è composto da:

- una stazione di controllo principale (master control station);
- una stazione di controllo principale alternativa (alternate master control station);
- quattro antenne terrestri dedicate;
- sei stazioni di controllo dedicate;

Il segmento di controllo consiste in ultima analisi ad un grosso pannello di controllo per la gestione, la manutenzione e la modifica del settore spaziale. Non entreremo molto nel dettaglio del funzionamento del segmento di controllo.

Diciamo però che uno dei compiti fondamentali è quello di contattare regolarmente ogni satellite GPS per i necessari aggiornamenti con le antenne dedicate o condivise (le antenne dedicate sono a Kwajalein, nell'isola dell'Ascensione, a Diego Garcia, ed a Cape Canaveral).



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”

Gli aggiornamenti servono a sincronizzare gli orologi atomici a bordo dei satelliti a pochi nanosecondi l'uno dall'altro, e ad aggiornare le effemeridi del modello orbitale interno. Gli aggiornamenti sono creati da un filtro di Kalman che utilizza i dati delle stazioni di controllo a terra, le informazioni della meteorologia spaziale e vari altri parametri.

Può capitare che durante particolari operazioni di manutenzione, come ad esempio durante il cambiamento dell'orbita di un satellite, questo venga messo fuori servizio (*unhealthy*), in modo che non venga utilizzato da un ricevitore. Una volta terminata la manovra, l'orbita può essere controllata ed acquisita da terra ed il satellite rimesso in servizio con le nuove effemeridi.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

IL SEGMENTO UTENTE, OVVERO IL RICEVITORE GPS.



Il segmento utente è composto dalle centinaia di migliaia di ricevitori militari che usano il PPS e le decine di milioni di ricevitori degli utenti civili, commerciali e scientifici che fanno uso del GPS. In generale i ricevitori si compongono di una antenna, un microprocessore e una sorgente di tempo (come un oscillatore al quarzo o un TCXO). Possono anche includere un display per fornire le informazioni all'utente.



Un ricevitore viene spesso descritto dal numero di canali di cui dispone che indica il numero di satelliti che è in grado di monitorare simultaneamente. Il numero di canali è stato incrementato progressivamente nel tempo. Tipicamente un moderno ricevitore commerciale dispone di un numero di canali compreso tra 20 e 32 anche se sono disponibili ricevitori con un numero maggiore.

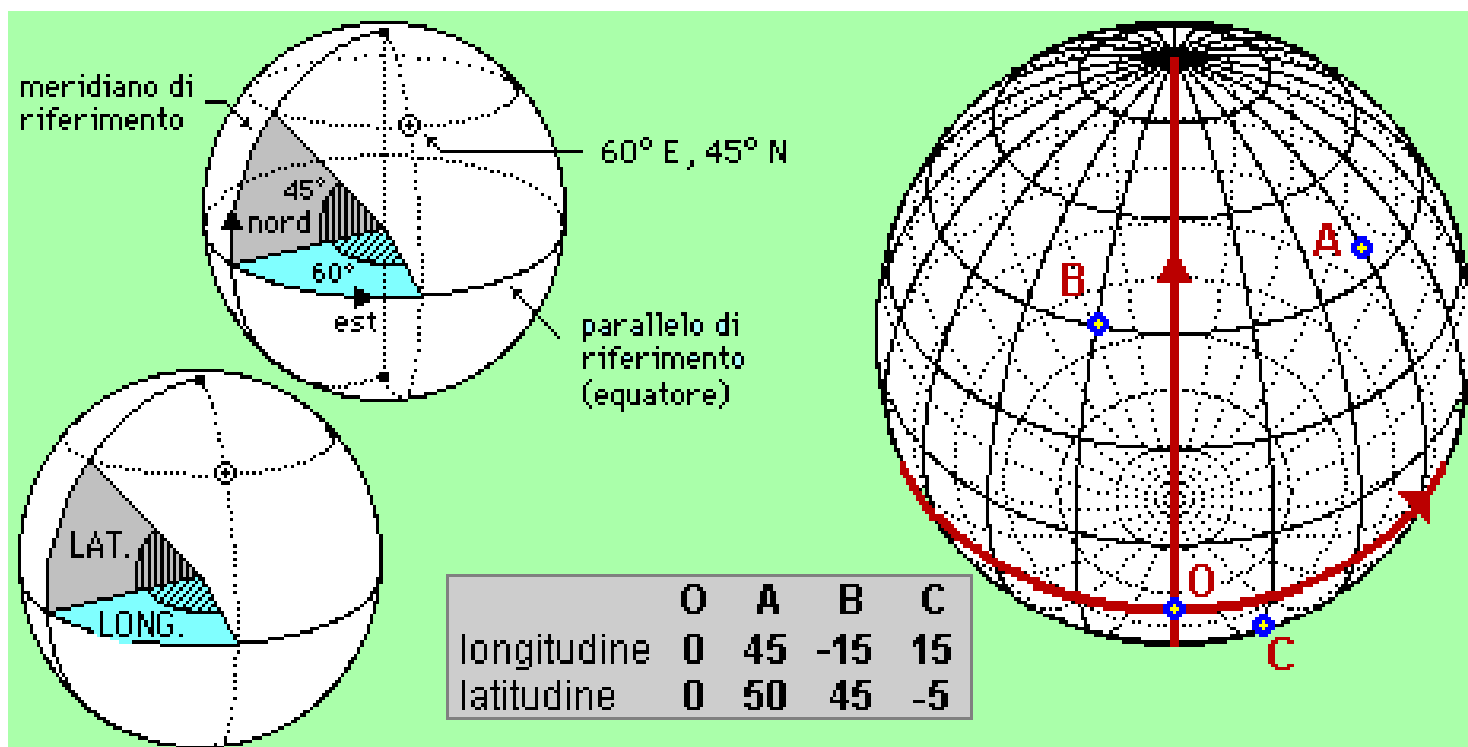


Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

Individuare un punto sulla superficie terrestre. Le coordinate geografiche.

Le coordinate geografiche sono grandezze che servono a identificare la posizione di un punto sulla superficie terrestre. Esse sono la latitudine, la longitudine e l'altitudine.





Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”

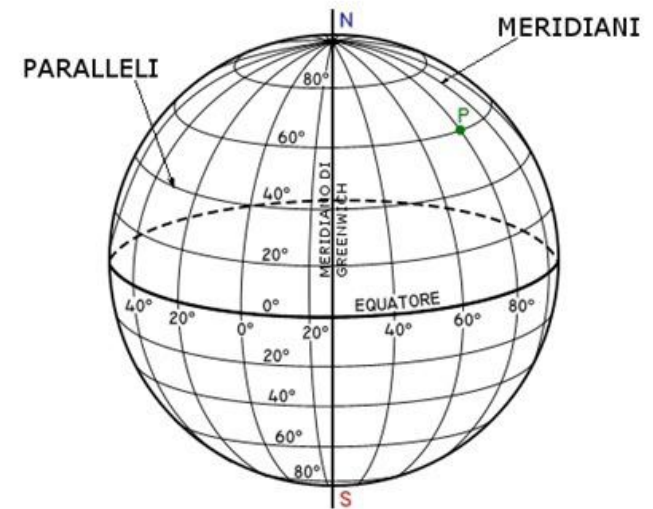
Un **meridiano** o linea di longitudine, in geografia, indica un immaginario arco che congiunge il Polo Nord terrestre con il Polo Sud ovvero una linea che unisce i due punti attraverso i quali passa l'asse di rotazione terrestre.

Un meridiano assieme al suo antimeridiano (diametralmente opposto) forma un cerchio massimo che si ottiene dall'intersezione di un piano che attraversa la Terra passando per il suo centro.

Un **parallelo** è una circonferenza ideale che si ottiene intersecando la superficie terrestre con un piano perpendicolare all'asse di rotazione e dunque parallelo al piano equatoriale.

Per ogni punto della superficie terrestre passa un solo parallelo, che è utilizzato in geografia per stabilire la posizione di una determinata località sulla superficie terrestre, poiché ne rivela la latitudine (che si misura in gradi).

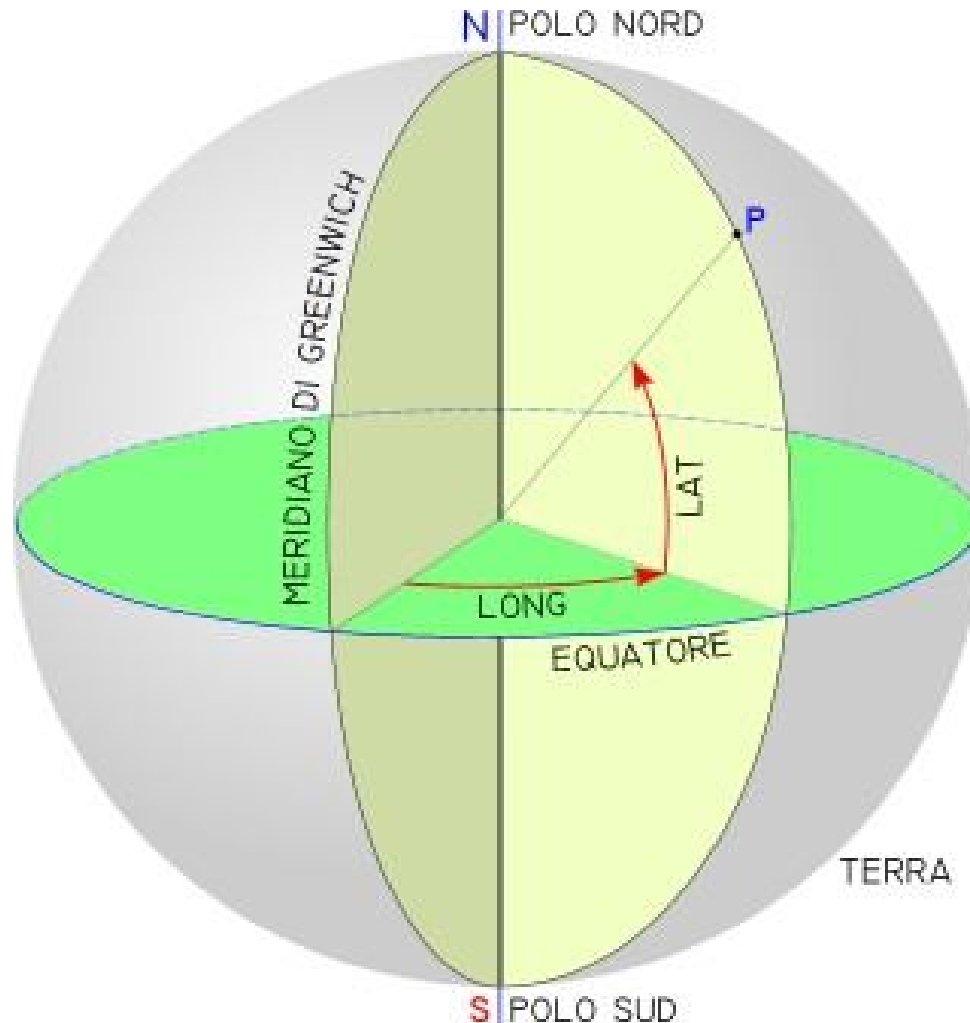
I paralleli, che devono il loro nome all'essere geometricamente paralleli al piano dell'equatore, formano sulla Terra delle circonferenze immaginarie perpendicolari all'asse terrestre, via via più piccole mano a mano che si avvicinano ai due poli terrestri.





Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"



La **latitudine** è la distanza angolare del punto dall'equatore e la **longitudine** è la distanza angolare di un punto **da un arbitrario meridiano di riferimento** lungo lo stesso parallelo del luogo.

Dal 1884 il meridiano di riferimento è stato convenzionalmente fissato a Greenwich, nei pressi di Londra.

L'altitudine è la distanza, misurata lungo la verticale del punto considerato sulla superficie terrestre, dal livello del mare.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

E ora parliamo un po' di misure...

Le **latitudini** e le **longitudini** sono grandezze angolari e come tali sono misurate in gradi.

Storicamente, l'ordine con cui si indicavano le coordinate era sempre lo stesso, prima la latitudine e poi la longitudine, usando diversi formati per scrivere i gradi.

DMS - Gradi minuti secondi

Viene espresso tutto in base sessagesimale. **Esempio:** le coordinate del Colosseo sono $N 41^{\circ} 53' 24'' E 012^{\circ} 29' 32''$.

Per fornire indicazioni più precise, pur utilizzando la notazione DMS, i secondi vengono espressi in formato decimale. **Ad esempio:** $N 41^{\circ} 53' 24.8280'' E 012^{\circ} 29' 32.0136''$.

DM - Gradi minuti decimali

Esempio: le suddette coordinate diventano $41^{\circ} 53.41380', 012^{\circ} 29.53356'$ oppure $41d 53.41380m, 012d 29.53356m$.

DD - Gradi decimali

Di solito da 4 a 6 cifre decimali. **Esempio:** le suddette coordinate diventano $41.8902300^{\circ}, 012.4922260^{\circ}$.

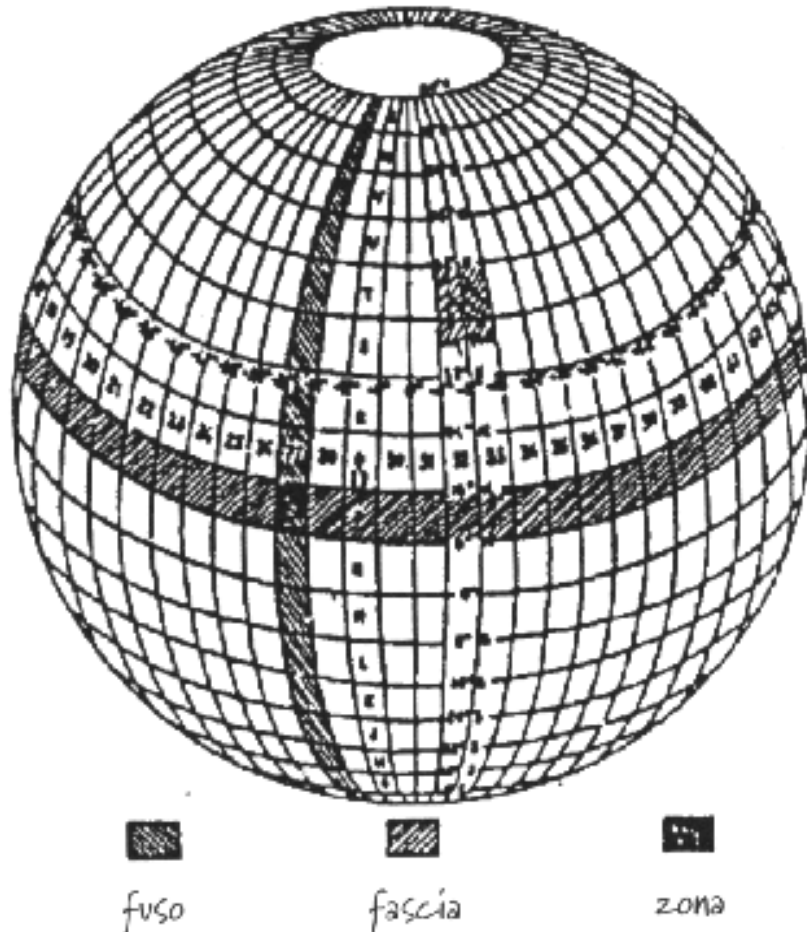
Notare che l'indicazione degli emisferi N (nord) / S (sud) e E (est) / O (ovest) può essere sostituita dal segno. In particolare, avremo valori negativi per latitudini nell'emisfero sud e longitudini ad ovest del meridiano fondamentale.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"

IL SISTEMA UTM



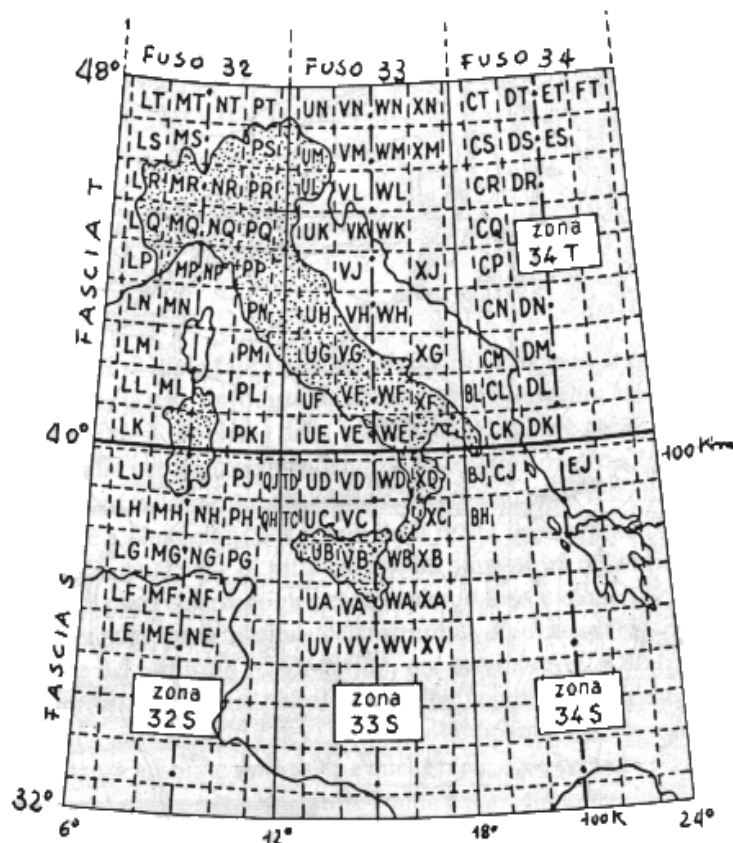
La **proiezione universale trasversa di Mercatore** (in sigla UTM da Universal Transverse of Mercator) o "proiezione conforme di Gauss" è una proiezione, derivata dalla proiezione di Mercatore, della superficie terrestre su un piano, una delle soluzioni meglio riuscite al problema di rappresentare la superficie terrestre a due raggi di curvatura.

Il sistema è basato su di un reticolo, un sistema cartesiano che si affianca al sistema angolare di latitudine e longitudine. La proiezione UTM si utilizza dal parallelo di 80° sud a quello di 84° nord. Per i poli invece viene utilizzata la proiezione UPS (Universale Polare Stereografica).



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"



Nella proiezione UTM la Terra viene divisa in 60 fusi di 6° di longitudine ciascuno: ogni fuso è individuato da un numero crescente, a partire dall'antimeridiano di Greenwich in direzione est.

Inoltre la Terra è divisa in 20 fasce di ampiezza pari a 8° di latitudine: ogni fascia è individuata da una lettera crescente, a partire da sud (si inizia dalla lettera C; sono escluse le lettere I e O, per evitare confusione con le cifre 1 e 0; si arriva alla lettera X).

Dall'intersezione tra i 60 fusi e le 20 fasce si generano le 1200 zone del sistema UTM, ognuna individuata in modo univoco da un numero e una lettera.

L'Italia si estende su tre diversi fusi: 32 (da 6° a 12° di longitudine est), 33 (da 12° a 18° di longitudine est) e 34 (da 18° a 24° di longitudine est; in questo fuso rientra soltanto una zona della penisola salentina). Occupa inoltre due diverse fasce: S (da 32° a 40° di latitudine nord) e T (da 40° a 48° di latitudine nord). Quindi il territorio nazionale è compreso nelle sei zone 32T, 33T, 34T, 32S, 33S, 34S.



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto “LE AQUILE”



Johanniter International

S.O.G.IT. Sezione Spoleto "LE AQUILE"
