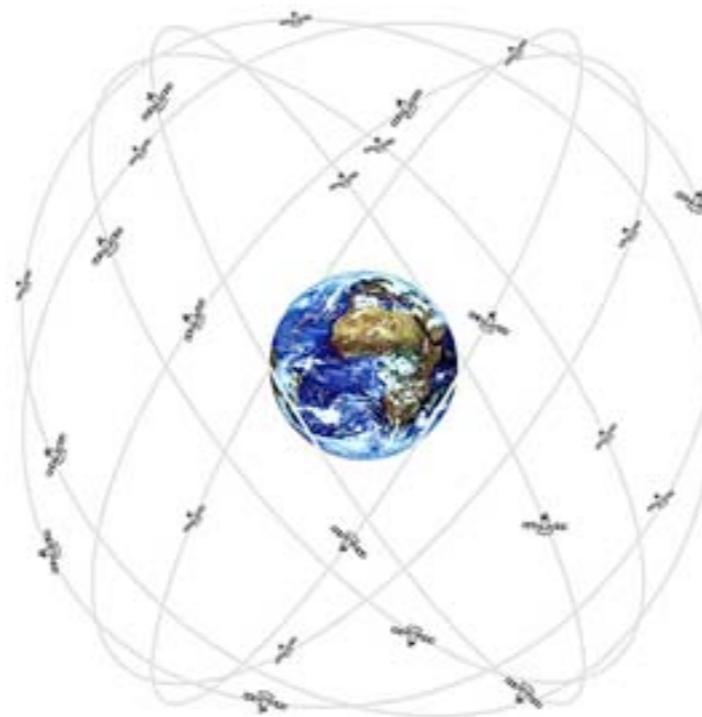


# *Il sistema GPS*



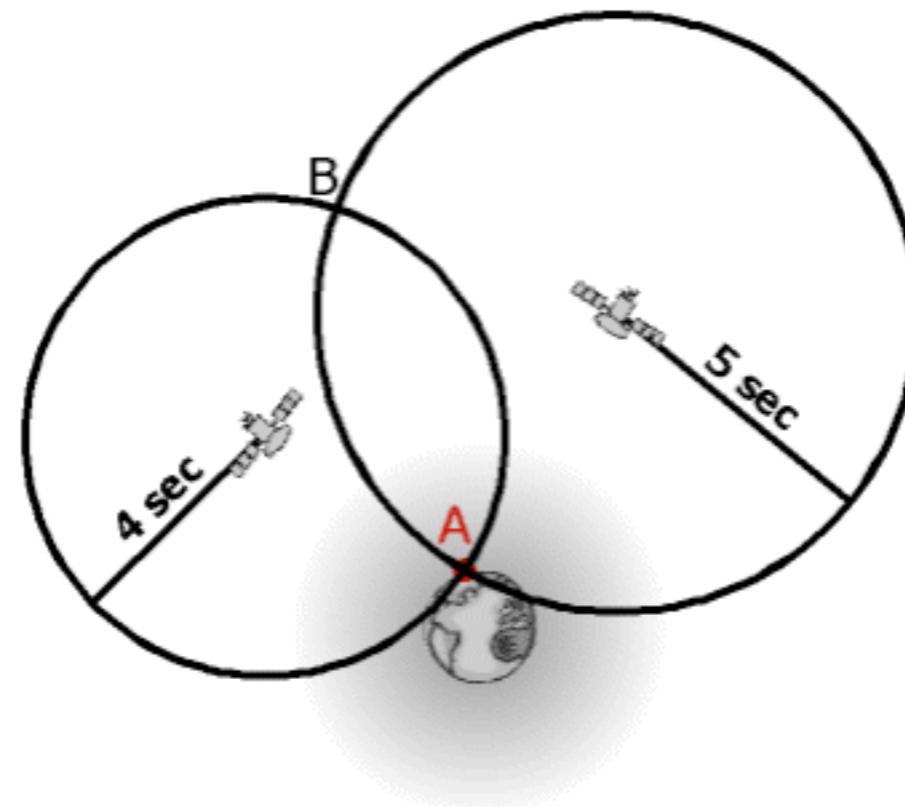
Più di 24 satelliti in orbita a 20200 km dalla superficie terrestre, che viaggiano a 3.9 km/sec e compiono un orbita in 11 ore e 58 minuti

# *2d fix position*

Ogni satellite trasmette un segnale con i seguenti dati:

“sono il satellite X, la mia posizione è Y e questa informazione è stata spedita all’ora Z”

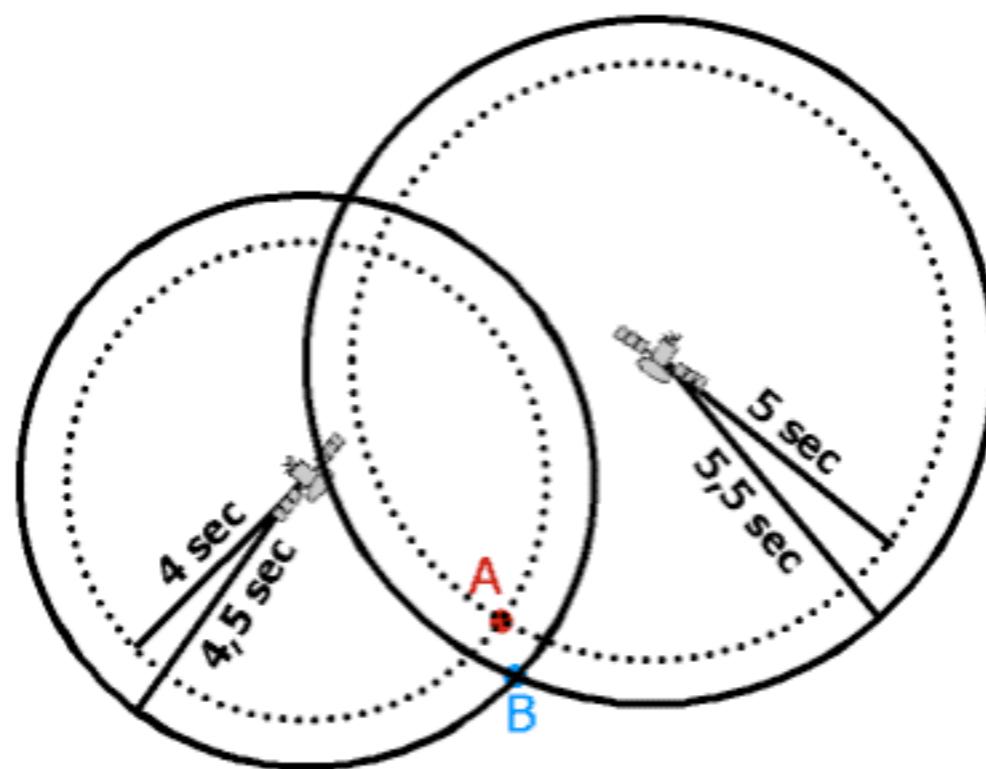
Inoltre, ogni satellite trasmette i dati di posizione degli altri satelliti (effemeridi e dati di almanacco)



Sul piano bidimensionale, 2 satelliti “sarebbero” sufficienti per determinare il punto A, posto che B non è sulla sfera terrestre.

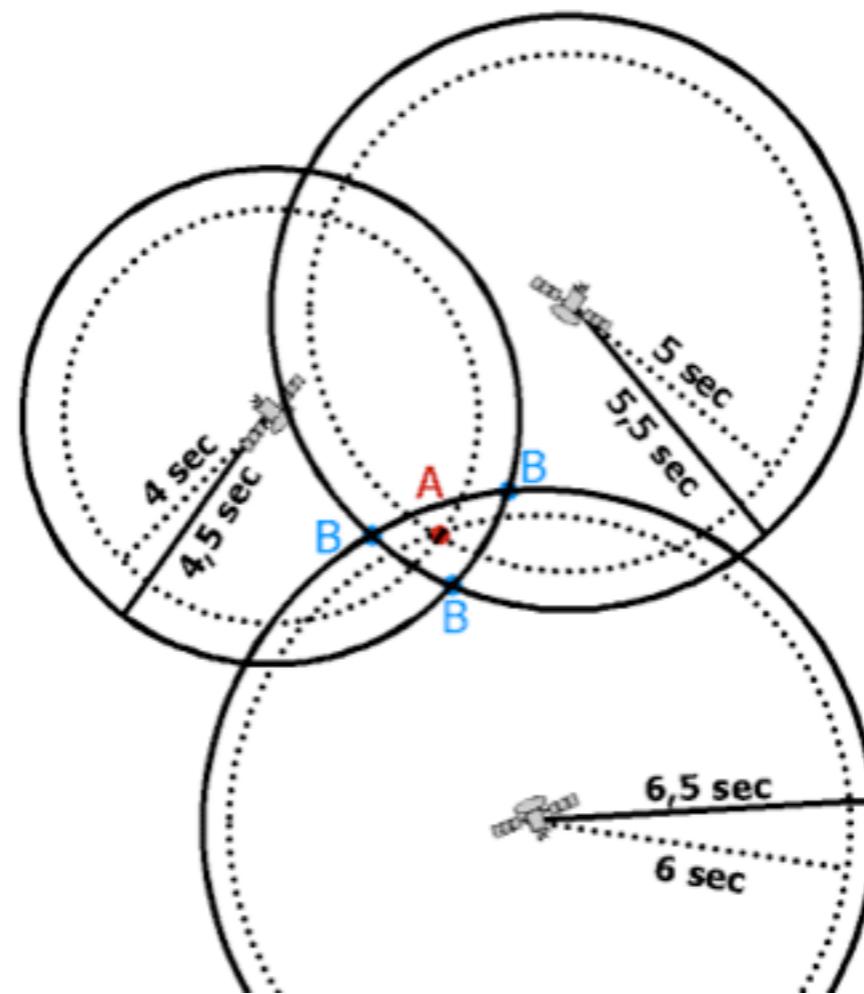
# *Orologi e sincronia*

Ma gli orologi atomici con precisione di 30 miliardesimi di secondo sono montati sui satelliti e non sui ricevitori GPS. Un errore di 1/100 di secondo, alla velocità della luce comporterebbe un errore di posizionamento di 3000 km.



# Sincronizzazione

Per determinare l'errore di sincronizzazione dell'orologio del ricevitore GPS con l'ora "atomica" dei satelliti, basta triangolare i dati di 3 satelliti. Se la sincronia è perfetta, le misure incrociano nel punto A, altrimenti incrociano a due a due nei 3 punti B. Ritardando o anticipando l'orologio del ricevitore, i 3 punti B "convergono" verso il punto di collimazione "oraria" A.



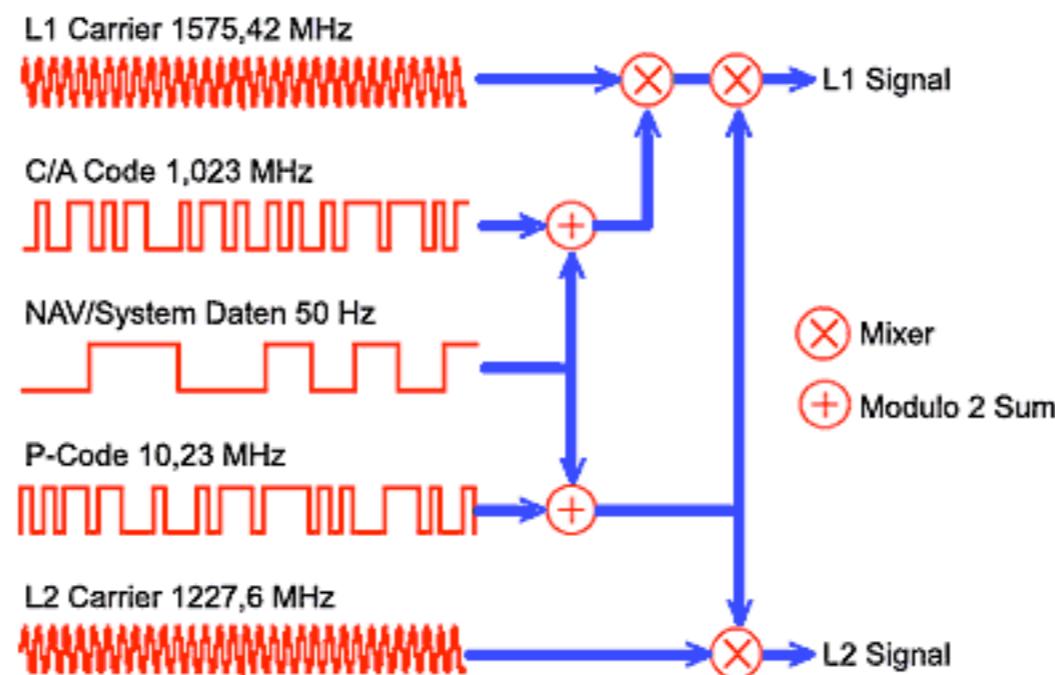
Nel mondo reale tridimensionale, ai 3 satelliti ne va aggiunto un 4° per determinare con precisione un punto sulle 3 dimensioni.

# *Il segnale trasmesso*

Ogni satellite trasmette su due diverse frequenze (L1 e L2), due diversi tipi di segnali, il C/A Code e il P-Code.

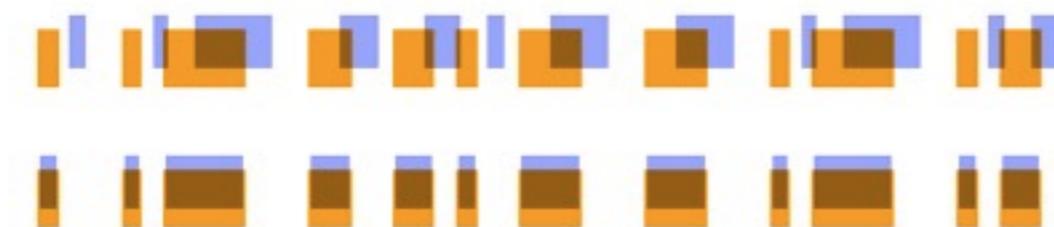
Il C/A Code è un codice pseudo random (PRN) di 1023 bit trasmesso ogni millisecondo, o ogni bit corrisponde all'incirca a 300 mt di distanza percorsa dalla luce.

Il P-Code o Precision Code è trasmesso su entrambe le frequenze, è molto più lungo come codice, è protetto e criptato, ed è leggibile solo da apparecchi speciali e autorizzati, di precisione o per uso militare.



# *Il calcolo della distanza*

La determinazione della distanza di un satellite vien fatta paragonando i due codici PRN, quello ricevuto dal satellite e quello che il ricevitore GPS si aspetta debba essere in quell'istante. Lo sfasamento tra i due codici determina la distanza di tempo (quindi spazio) intercorsa al segnale per arrivare al ricevitore dal satellite. Con una precisione nei ricevitori oggi che arriva a 3 mt.

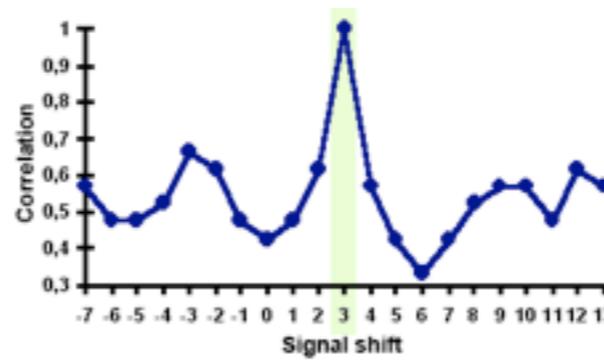


$$\begin{array}{l} 10001011110001100110100111100011110001011110001011 \\ * \quad 10001011110001100110100111100011110001011110001011 \\ = \quad 10001011110001100110100111100011110001011110001011 \end{array}$$

$$\Sigma = 25$$

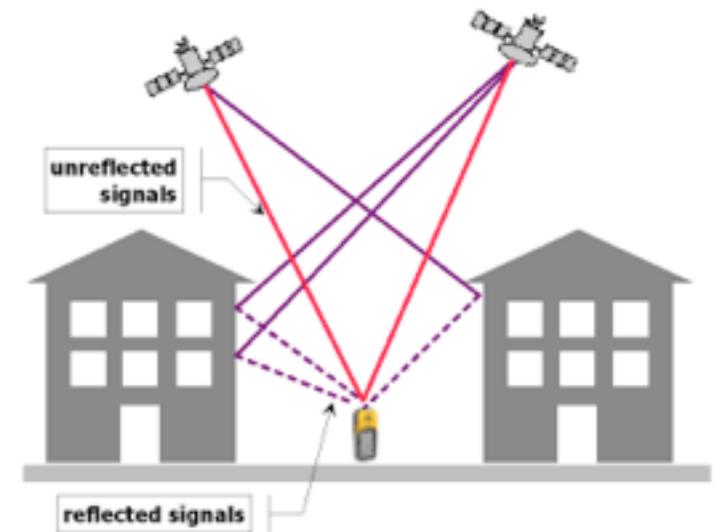
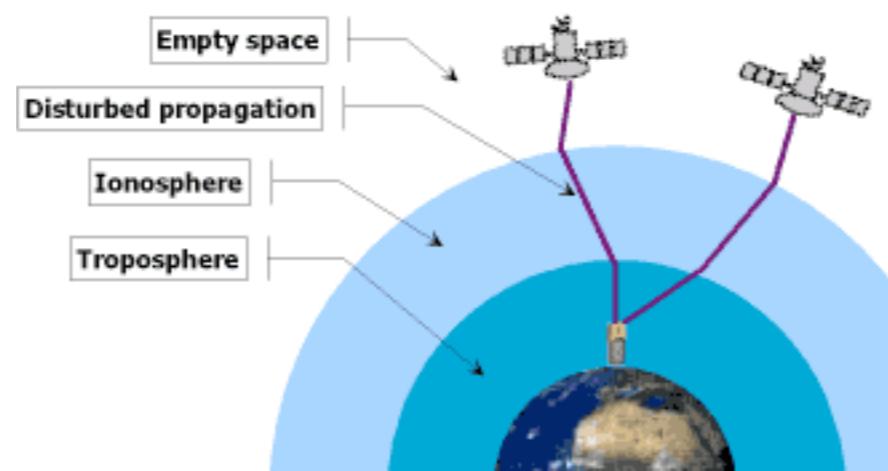
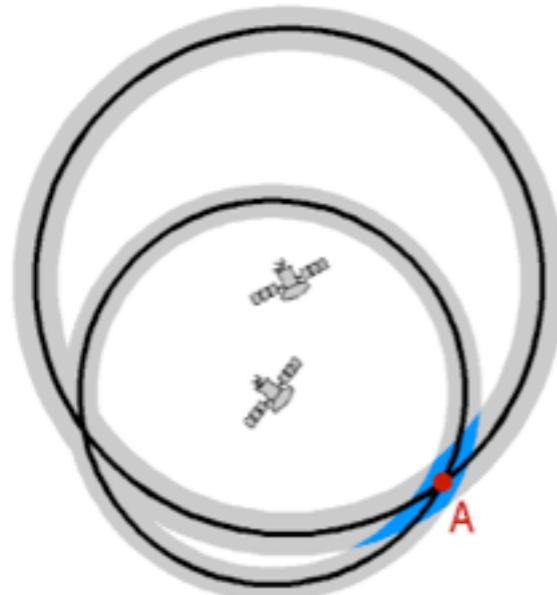
$$\begin{array}{l} 10001011110001100110100111100011110001011110001011 \\ * \quad 10001011110001100110100111100011110001011110001011 \\ = \quad 10001011110001100110100111100011110001011110001011 \end{array}$$

$$\Sigma = 25$$



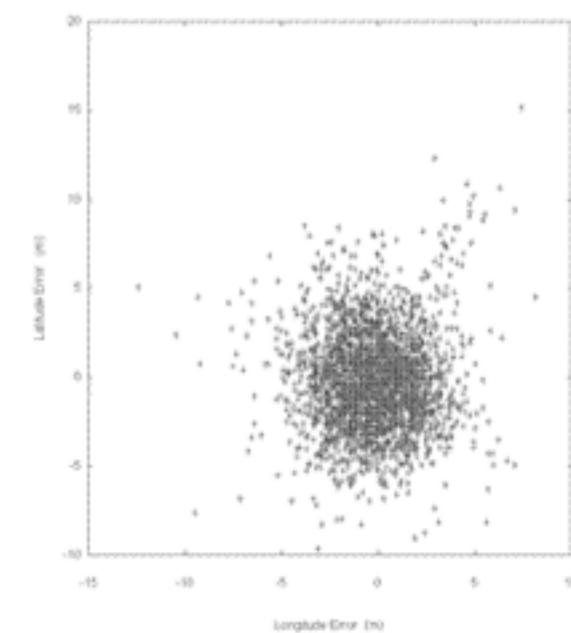
# Gli errori del GPS

Posizione dei satelliti, ionosfera, orbite “perse”, riflessione dei segnali



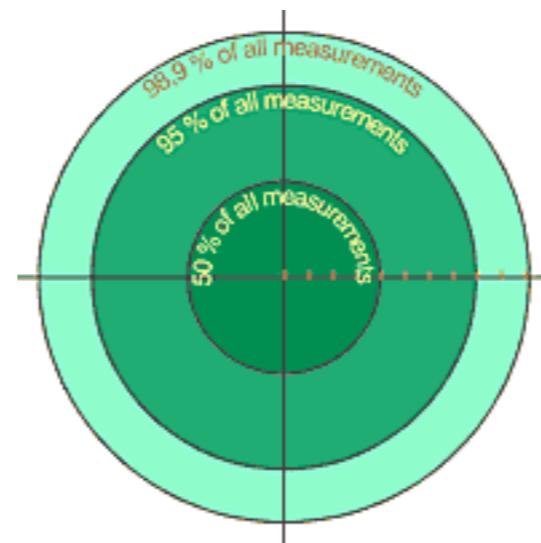
(CRA — May 3, 2000, DualFreq)

Ionospheric effects	$\pm 5$ meters
Shifts in the satellite orbits	$\pm 2.5$ meter
Clock errors of the satellites' clocks	$\pm 2$ meter
Multipath effect	$\pm 1$ meter
Tropospheric effects	$\pm 0.5$ meter
Calculation- und rounding errors	$\pm 1$ meter



# Accuratezza

GPS Differenziali (DGPS) che confrontano il segnale del satellite con quello di una stazione fissa a terra oppure sistemi WAAS (Wide Area Augmentation System) che da 25 stazioni a terra ritrasmettono al satellite il segnale di correzione differenziale, contribuiscono ad aumentare l'accuratezza della misura fino al centimetro.



Accuracy of GPS system with SA activated	± 100 Meter
Typical accuracy with SA deactivated	± 15 Meter
Typical accuracy of differential GPS (DGPS)	± 3 - 5 Meter
Typical accuracy with WAAS/EGNOS	± 1 - 3 Meter

Immagini tratte da kowoma.de