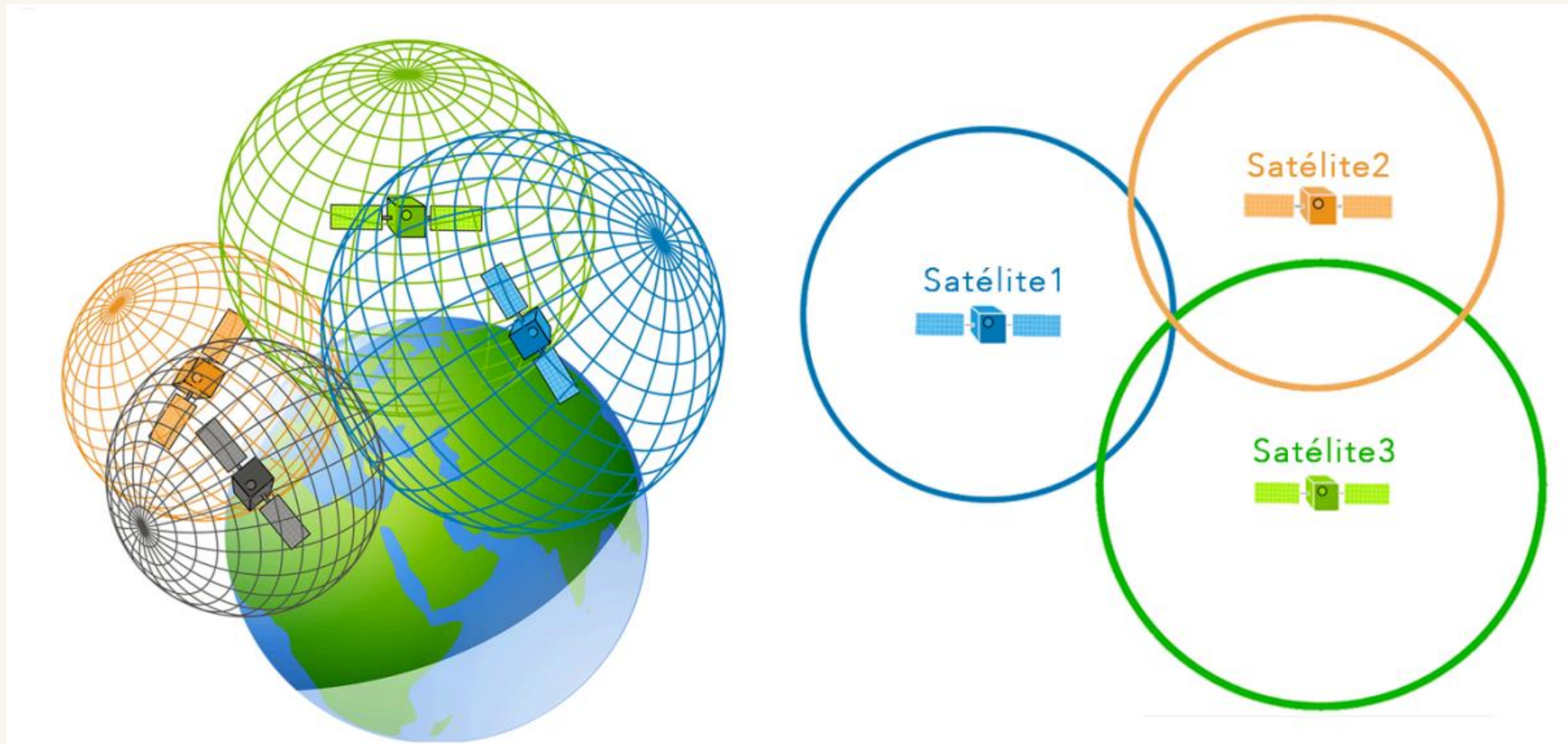


# GNSS: Historia, Geodesia y Cartografía

La necesidad de conocer con precisión la posición sobre la Tierra es tan antigua como la navegación misma. Con el avance de la geodesia, ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra, y la cartografía, que permite representarla en planos y mapas, se sentaron las bases para los sistemas actuales de posicionamiento. El GNSS (Global Navigation Satellite System) es el resultado de esta evolución tecnológica, permitiendo ubicar un punto en la superficie terrestre con precisiones centimétricas.





## ¿Qué es GNSS y cómo funciona?

**GNSS** es un conjunto de constelaciones de satélites artificiales que permiten determinar la ubicación de un receptor en la Tierra. Funciona mediante la emisión de señales desde los satélites, que son recibidas por los equipos del usuario. No requiere conexión a internet ni señal telefónica para funcionar. El principio fundamental es la trilateración, que calcula la posición a partir de la distancia a al menos 3 satélites conocidos.

### Trilateración

Para determinar su posición, un receptor mide el tiempo que tarda la señal en viajar desde el satélite hasta él, lo que permite calcular la distancia. Con la distancia a tres o más satélites se puede determinar la ubicación tridimensional del receptor.

# Segmentos del GNSS



## Segmento espacial

Satélites orbitando la Tierra, equipados con relojes atómicos.



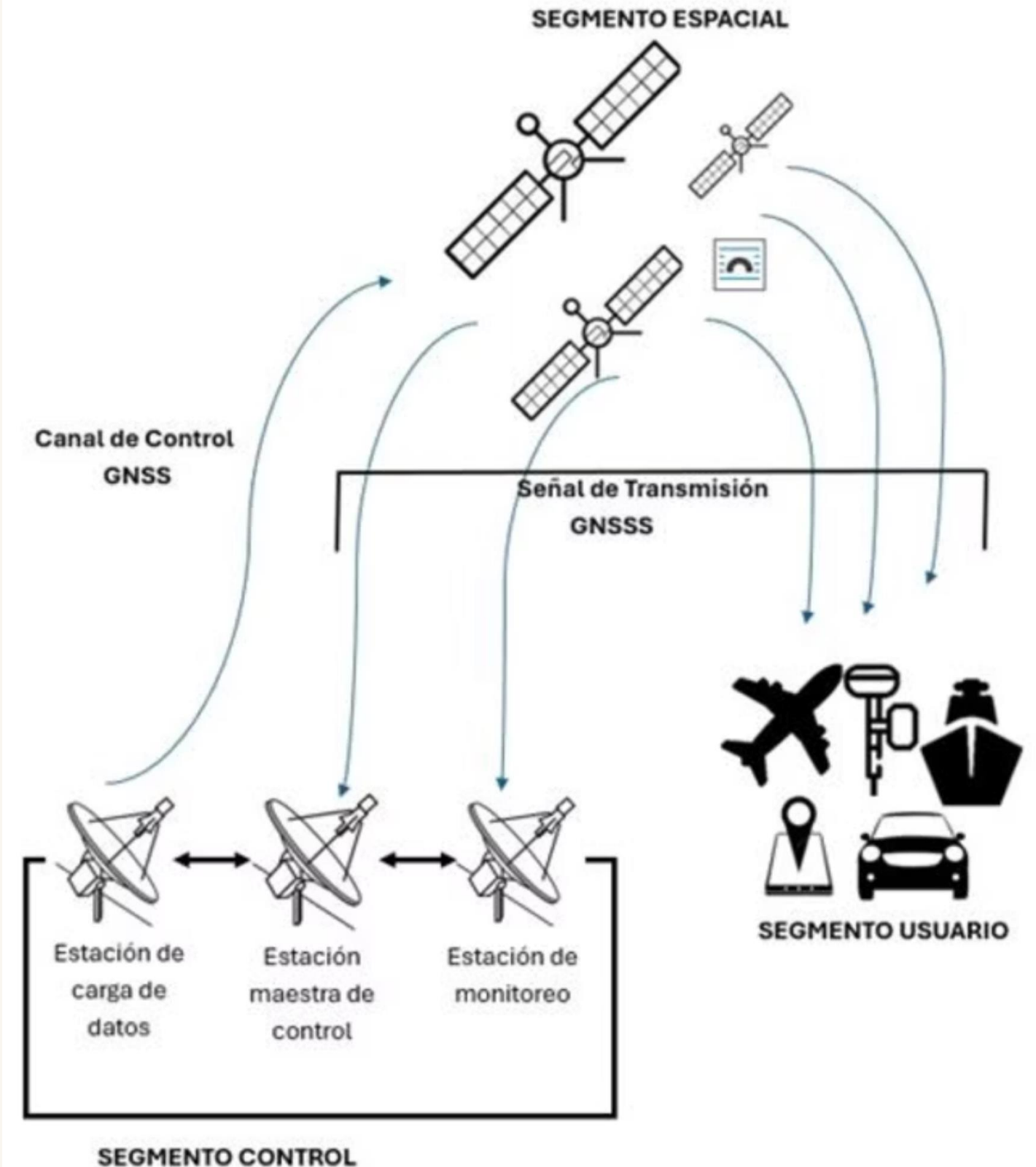
## Segmento de control

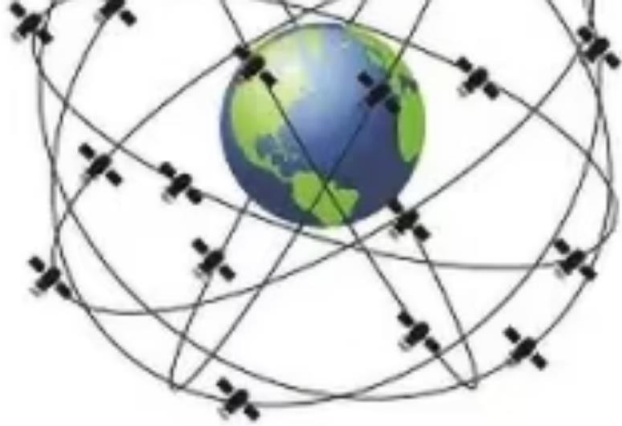
Estaciones terrestres que controlan órbitas y relojes de los satélites.



## Segmento de usuario

Receptores GNSS en la superficie que reciben y procesan las señales.





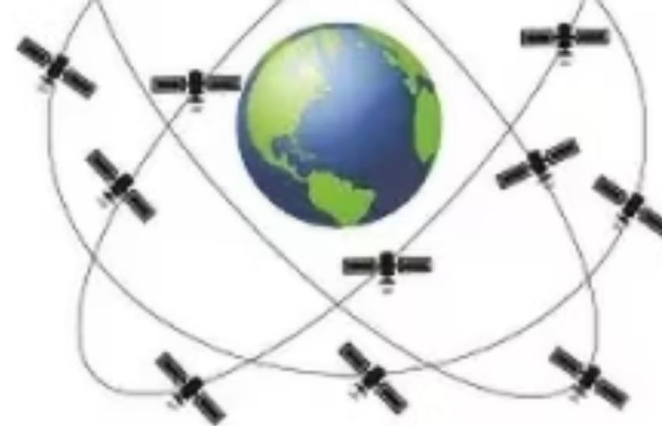
## GPS

6 Orbital planes  
24 Satellite  
55° Inclination Angle



## Galileo

3 Orbital planes  
27 Satellite  
56° Inclination Angle



## GLONASS

3 Orbital planes  
21 Satellite  
64.8° Inclination Angle



## BeiDou

6 Orbital planes  
30 Satellite  
55° Inclination Angle

# Constelaciones GNSS

A diferencia del GPS (una sola constelación), GNSS engloba todas las constelaciones.

- GPS (EE.UU.)
- GLONASS (Rusia)
- Galileo (Unión Europea)
- BeiDou (China)
- IRNSS (India)
- QZSS (Japón)

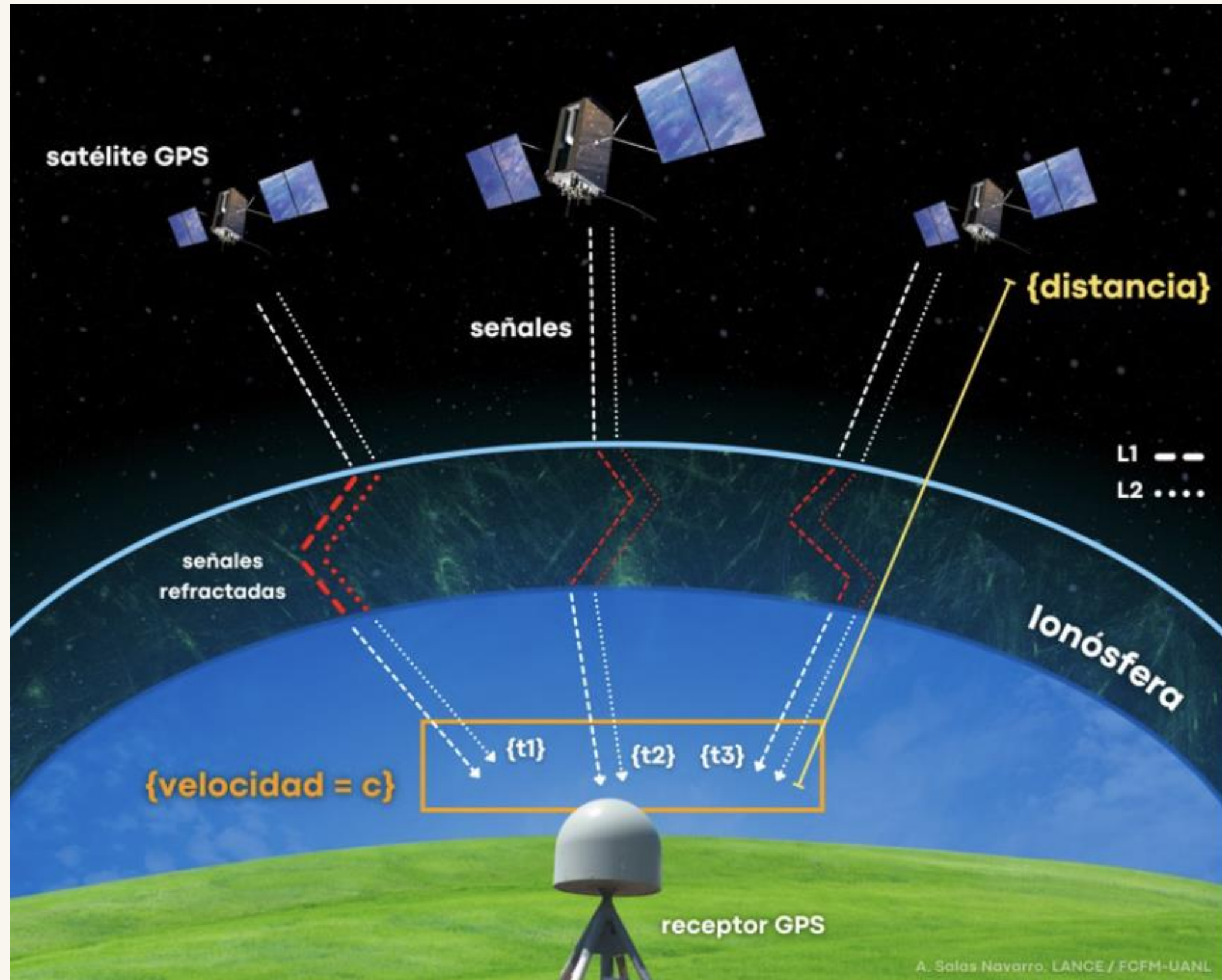
## Marco de referencia

Los sistemas GNSS se basan en un sistema de coordenadas geodésico. El más común es el WGS84 (World Geodetic System 1984), utilizado por el GPS.

# Señales GNSS

Cada satélite transmite señales de radiofrecuencia que contienen información sobre el tiempo (reloj atómico) y su posición. Los errores pueden deberse a:

- **Relojes imperfectos**  
(aunque atómicos, requieren sincronización)
- **Refracción por la ionosfera y troposfera**
- **Multipath**  
reflejo de señales en superficies
- **Ruido electrónico**



# Modos de Medición

## Autónomo

Precisión de varios metros.

## Diferencial (DGPS)

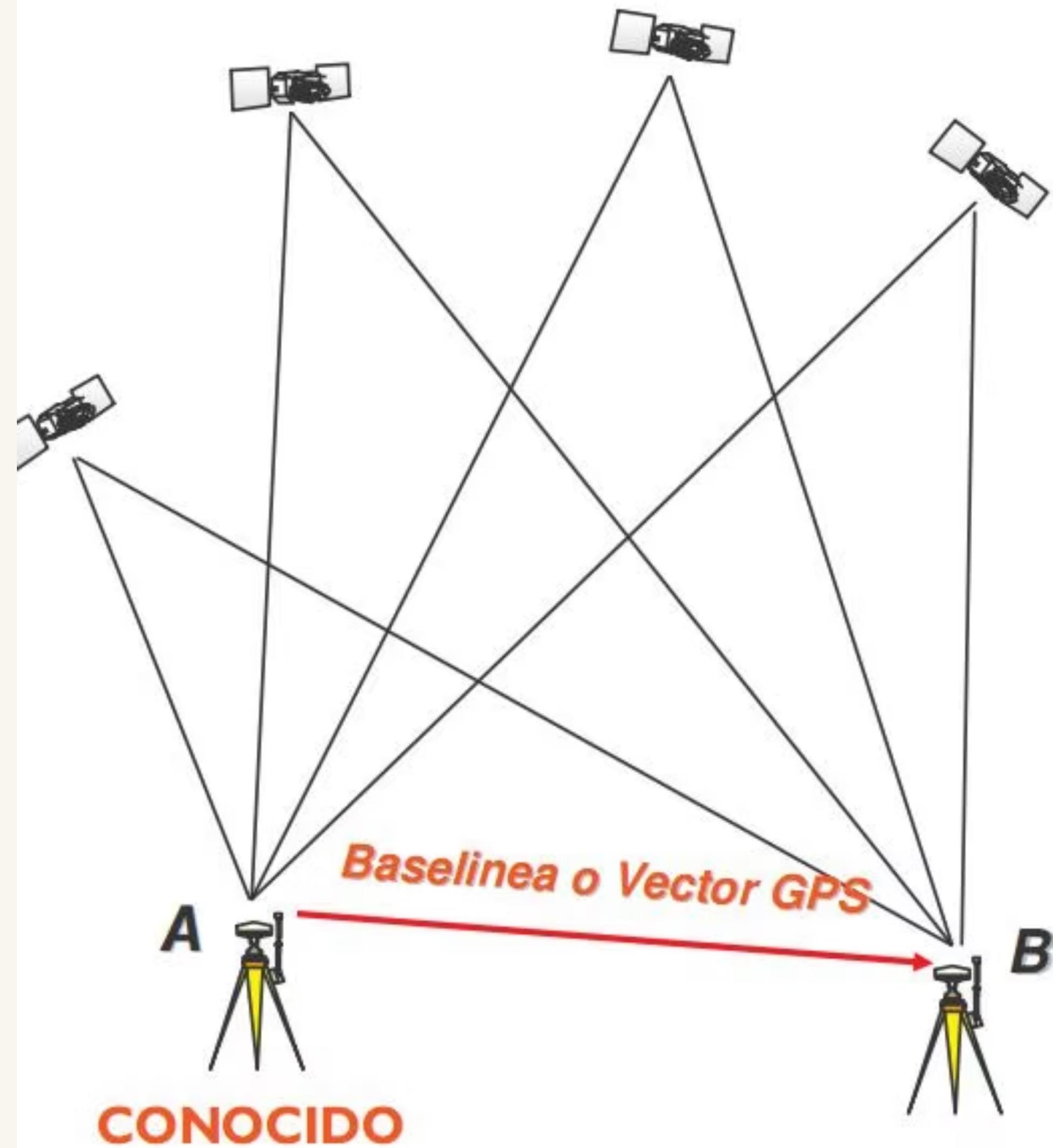
Usa una estación base para corregir errores. Mejora la precisión.

## RTK (Real Time Kinematic)

Correcciones en tiempo real mediante radio UHF o NTRIP.

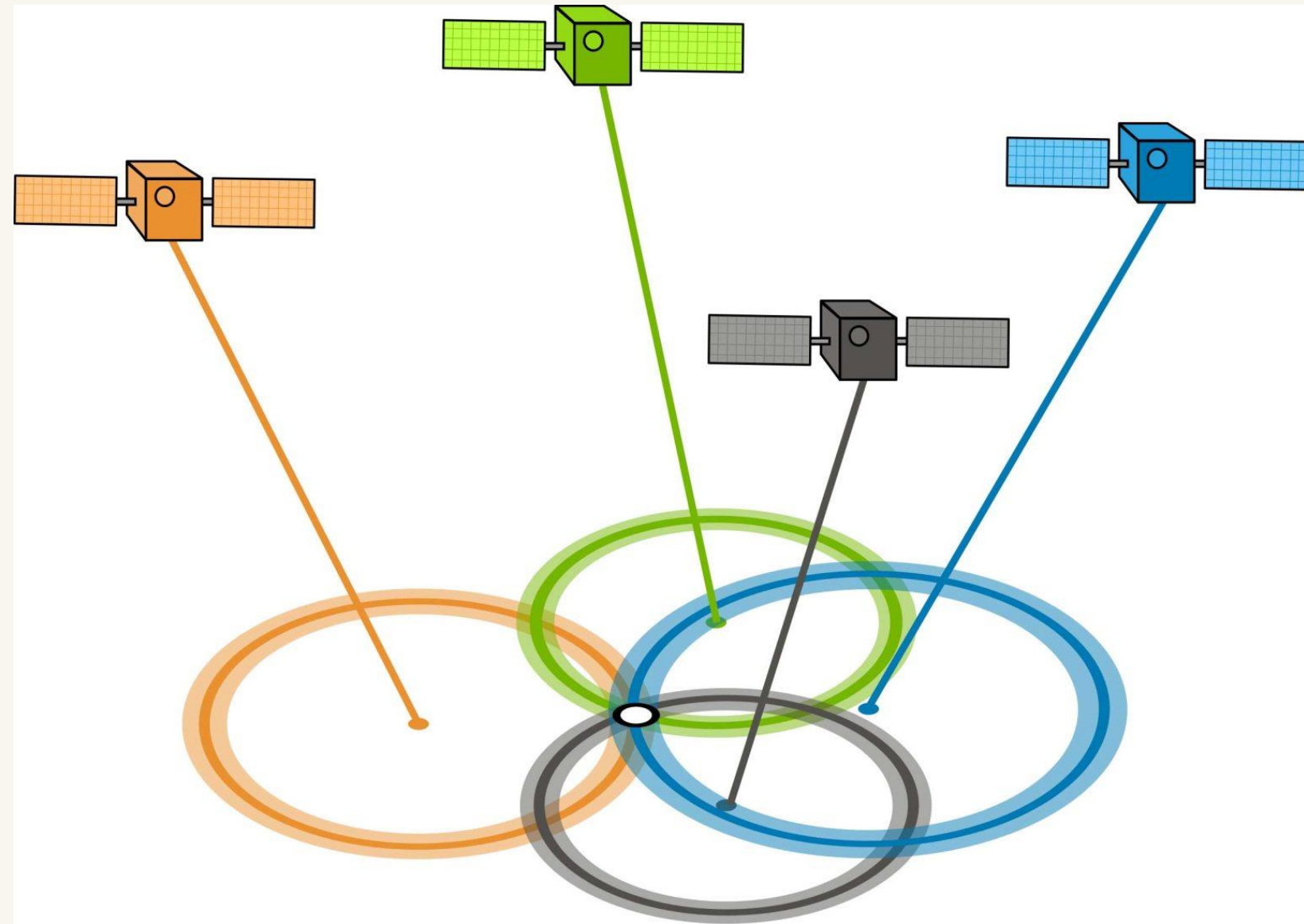
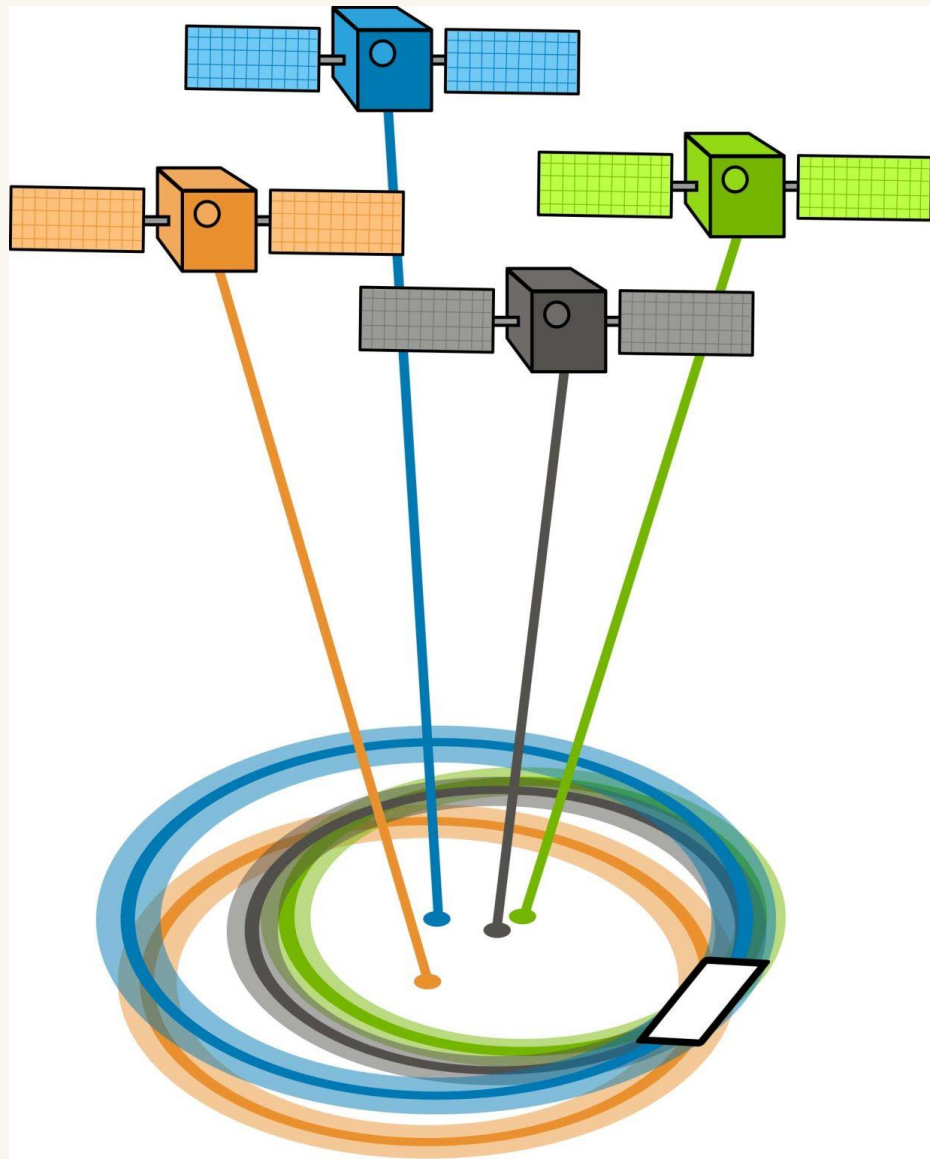
## Post-proceso

Correcciones aplicadas tras la medición, usando archivos RINEX.



# Precisión y geometría satelital (PDOP)

La precisión depende de la configuración geométrica de los satélites visibles (PDOP - Position Dilution of Precision). Una buena geometría (satelites bien distribuidos) mejora la precisión.

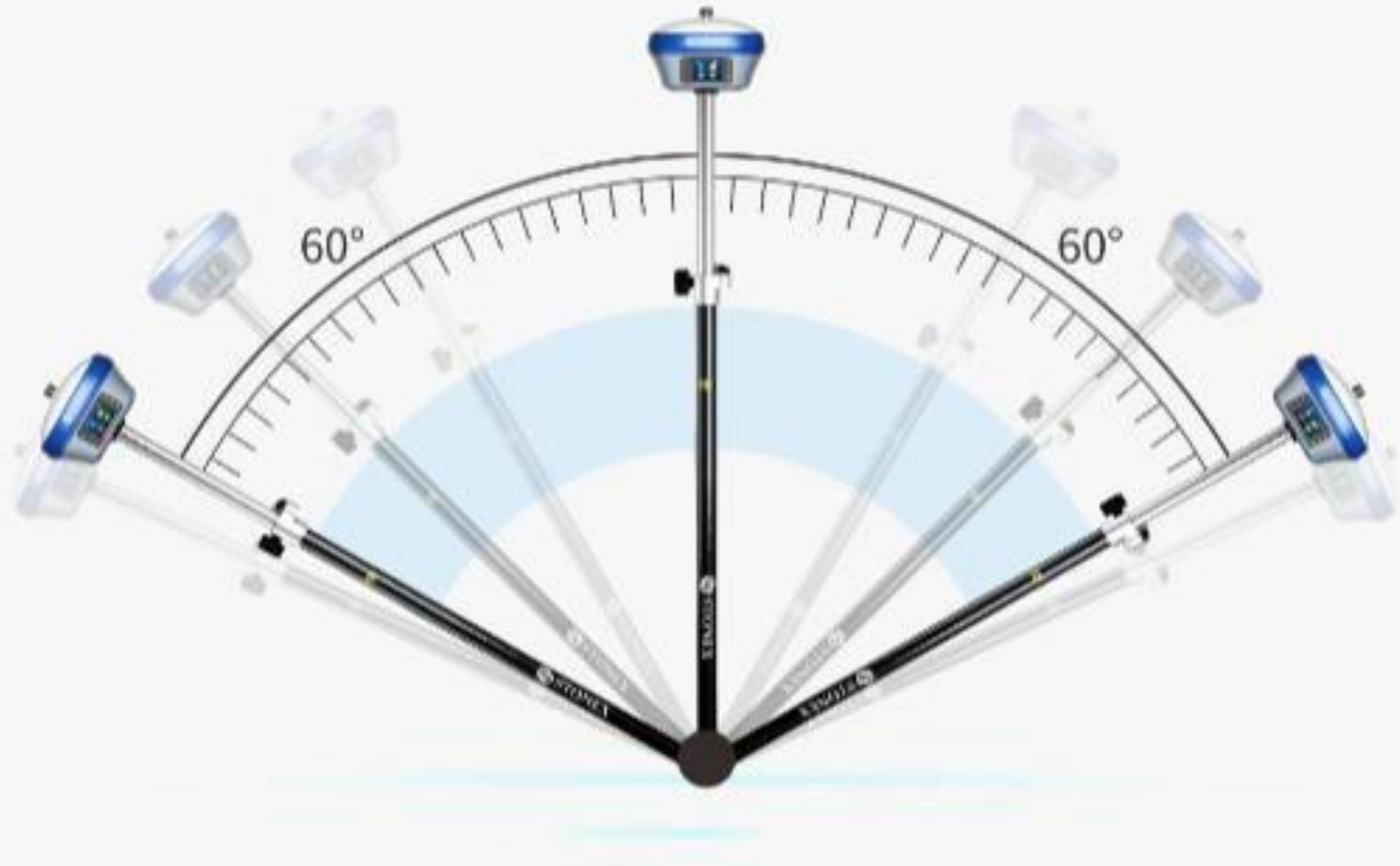


## Tecnología Avanzada

La IMU combina acelerómetros y giróscopos con el receptor GNSS, brindando mayor estabilidad de posición incluso en ambientes obstruidos.

## Estacionamiento de base

Para obtener coordenadas en el marco de referencia nacional (por ej. POSGAR), es importante estacionar la base en un punto conocido. Si se estaciona sobre un punto sin coordenadas oficiales, el sistema trabaja en un sistema relativo local, sin estar referido al datum nacional.





## Herramienta fundamental

En la topografía moderna.

## Fuentes de error y corrección

Clave para la confiabilidad en campo.

## Conocer su funcionamiento

Esencial para resultados precisos.

