



# NAVEGACIÓN AÉREA BÁSICA

## TEMA 10

Sergio GASPARRI

 @iseap\_community

 [www.iseap.com.ar](http://www.iseap.com.ar)

 ISEAP

 ISEAP



## Tema 10: Sistemas de navegación por satélite - GNSS.

## - GNSS.

- ✓ 1- ¿Qué es el GNSS?
- ✓ 2- Principio de funcionamiento.
- ✓ 3- Requisitos.
- ✓ 4- Sistemas de aumentación.

## 1- ¿Qué es el GNSS?



### Definición

«GNSS (del inglés *Global Navigation Satellite System*), es un sistema satelital que proporciona posicionamiento geoespacial, navegación y tiempo, con cobertura global de manera autónoma.

## 1- ¿Qué es el GNSS?

### ✓ Generalidades:

#### GPS vs GNSS

«El sistema **GPS** como otros sistemas satelitales, por sí solos **no brindan suficiente integridad** para ser utilizados en navegación aérea.

**GNSS** está formado por un sistema de navegación más un sistema de **augmentación**.

**SIST. NAV + SIST AUMENT**

## 1- ¿Qué es el GNSS?

### ✓ Generalidades:

- ✓ El sistema GNSS agrupa a los sistemas de posicionamiento globales más conocidos, como son el norteamericano GPS, el ruso GLONASS, el europeo Galileo, y próximamente el sistema chino BEIDOU.
- ✓ Los sistemas de navegación por satélite tienen una estructura que se divide en tres segmentos: un segmento espacial, un segmento de control, y un segmento de usuario.
- ✓ Estos sistemas permiten conocer la posición tri-dimensional, es decir, no solo las coordenadas geográficas sobre la superficie terrestre, sino también la altitud.

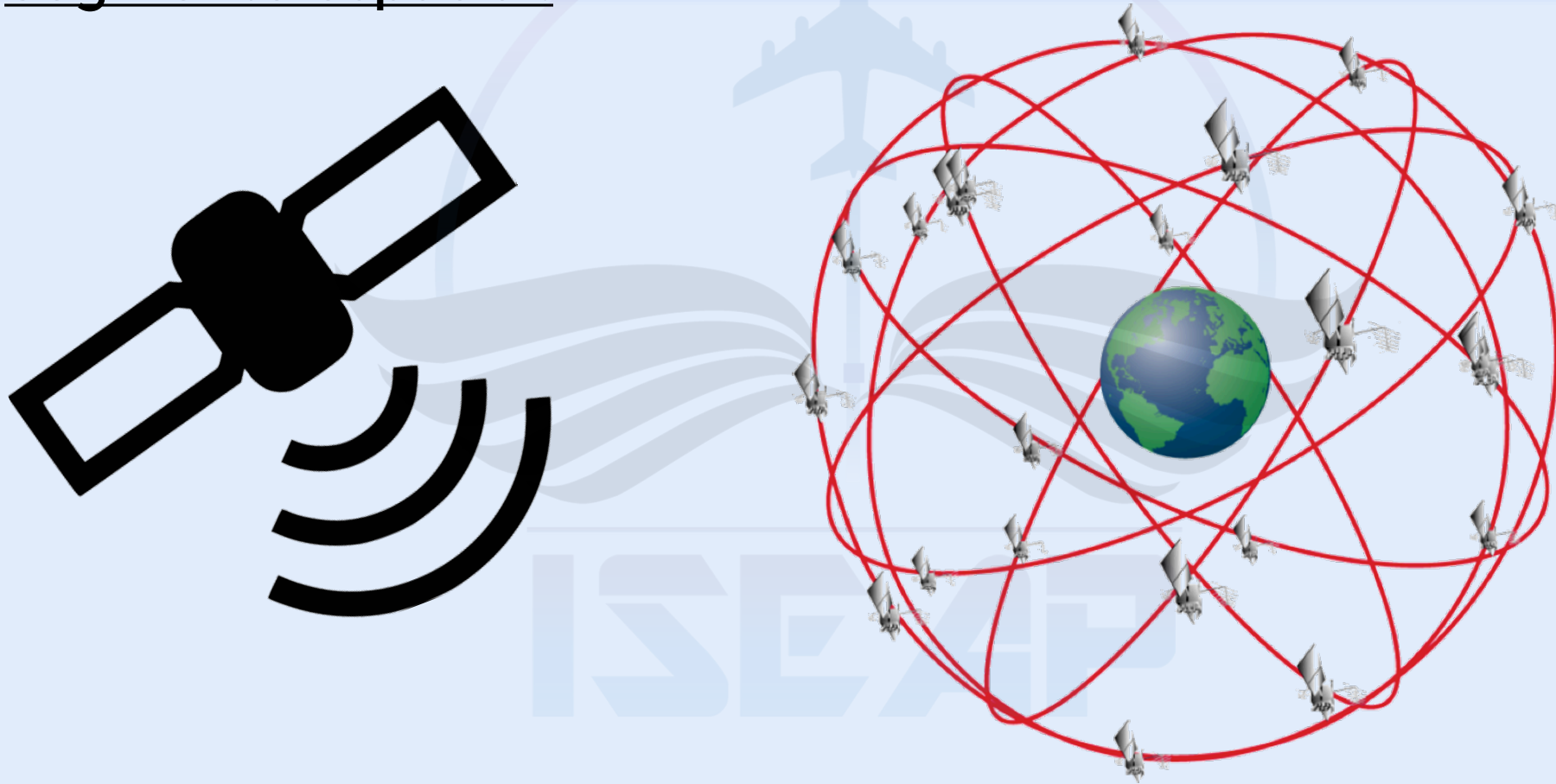
## 2- Principio de funcionamiento.

### ✓ Segmento espacial:

- ✓ Se basa en una constelación de satélites en distintas órbitas (Ejemplo: GPS – 6 órbitas – 4 satélites por cada una), la cual también contempla satélites de respaldo y de repuesto, a fin de mantener una cantidad que asegure la cobertura global.
- ✓ Las órbitas están a aproximadamente 20.000 kms de la superficie terrestre (no son geoestacionarias).
- ✓ Al sistema, como parte del segmento de control, lo complementan otros satélites GEO (geoestacionarios) denominados «aumentadores» que retransmiten la información con correcciones dadas por estaciones en tierra, aumentando la precisión. (WASS en EEUU, EGNOS en Europa, MFSAS en Australia y Japón).

## 2- Principio de funcionamiento.

### ✓ Segmento espacial:





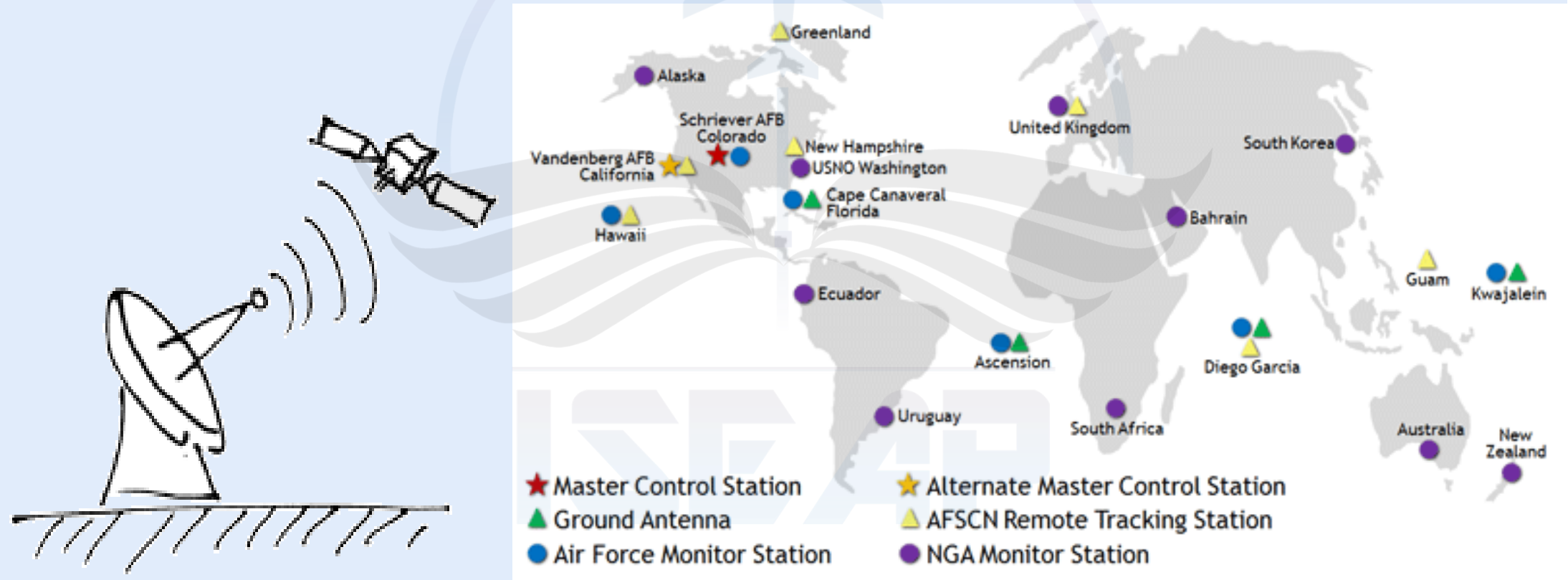
## 2- Principio de funcionamiento.

### ✓ Segmento de control:

- ✓ Está formado por un conjunto de estaciones de monitoreo en tierra.
- ✓ Monitorean la información enviada por cada uno de los satélites.
- ✓ Garantizan las prestaciones del sistema espacial, realizando las correcciones de posición orbital, y enviando información que permite la sincronización de los relojes atómicos que equipan los satélites.
- ✓ Permite el reposicionamiento de los satélites, realizando las correcciones en las órbitas.
- ✓ También forman parte del segmento de control los satélites geoestacionarios, conocidos comúnmente como aumentadores.

## 2- Principio de funcionamiento.

### ✓ Segmento de control:



## 2- Principio de funcionamiento.

### ✓ Segmento de usuario:

- ✓ Está formado por los equipos receptores, que mediante sus antenas, reciben las señales emitidas por el segmento espacial.
- ✓ Los receptores tienen tres funciones específicas:
  - Satellite Manager: es la gestión de datos enviados por los satélites visibles, comparando el almanaque del receptor con los datos de estado recibidos de cada satélite.
  - Select Satellite: se encarga de encontrar al menos cuatro satélites con geometría óptima para la navegación, a partir de una lista de satélites visibles.
  - SV Position Velocity Acceleration: calcula la posición y velocidad de los satélites empleados en la navegación.

## 2- Principio de funcionamiento.

- ✓ Segmento de usuario:



## 2- Principio de funcionamiento.

✓ Trilateración:



## 2- Principio de funcionamiento.





## 2- Principio de funcionamiento.

### ✓ Cálculo de la posición:

- ✓ Depende básicamente de dos parámetros: la posición del satélite y el reloj del mismo.
- ✓ El receptor realiza las siguientes funciones y cálculos:
  - Compara las señales recibidas con la información interna (almanaque) de acuerdo a la fecha y hora.
  - Mide el tiempo que tarda la señal desde que es transmitida, comparando los horarios de transmisión y recepción.
  - En base al tiempo, calcula las distancias entre satélite y receptor.
  - Establece una esfera de probabilidades de posición por cada uno de los satélites,
  - Con 3 satélites, establece las líneas de intercepción de cada esfera, permitiendo establecer la posición en dos dimensiones.
  - Con 4 satélites o más, se eliminan los errores de sincronismo y se obtiene una posición 3D.

## 2- Principio de funcionamiento.

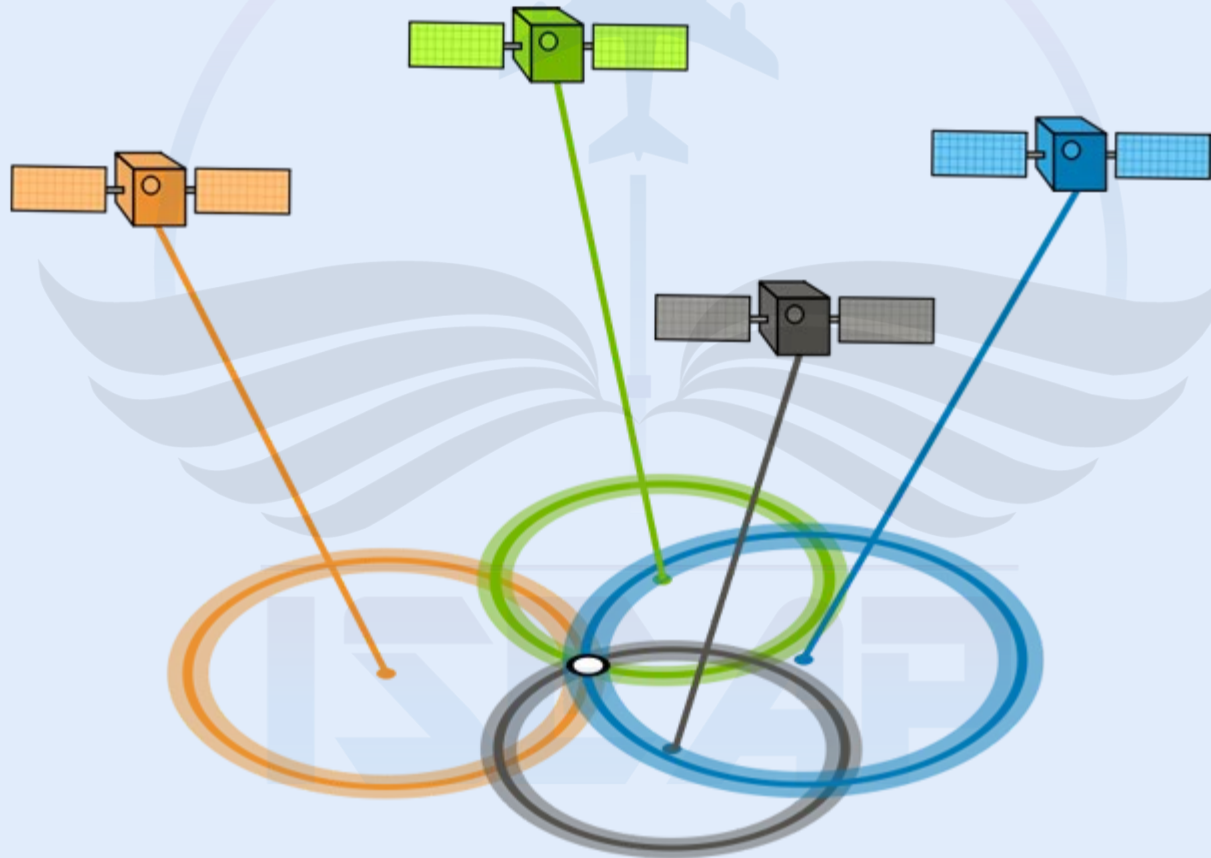
✓ Trilateración:





## 2- Principio de funcionamiento.

- ✓ Cálculo de la posición:



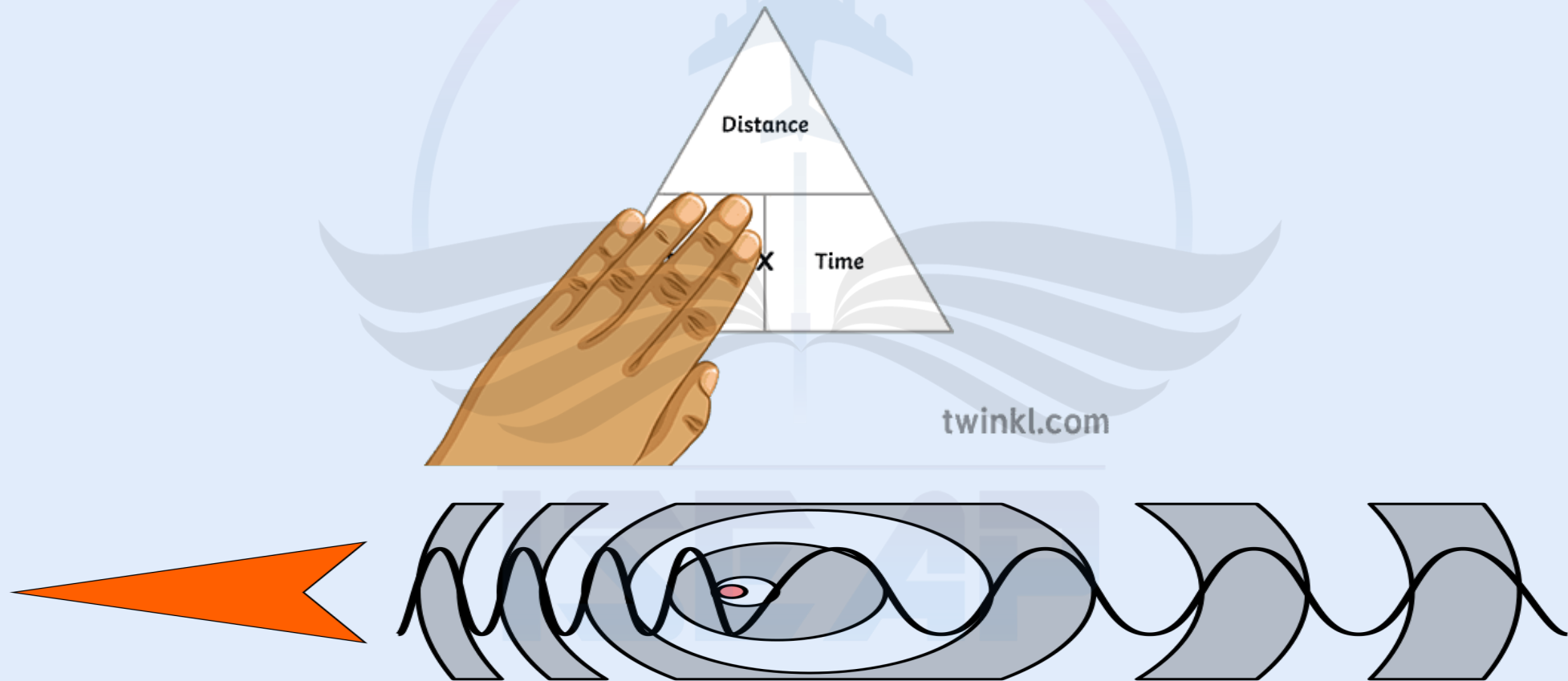
## 2- Principio de funcionamiento.

### ✓ Cálculo de la velocidad:

- ✓ De la calidad del receptor depende el tiempo de actualización de la información, y de este último depende la sensibilidad de la indicación. (Ej: 20 veces por segundo).
- ✓ En receptores genéricos, la velocidad se puede obtener por el cálculo de distancia sobre tiempo.
- ✓ En receptores aeronáuticos, también obtienen la velocidad del análisis de la frecuencia de la portadora, la cual se modifica por el efecto Doppler.

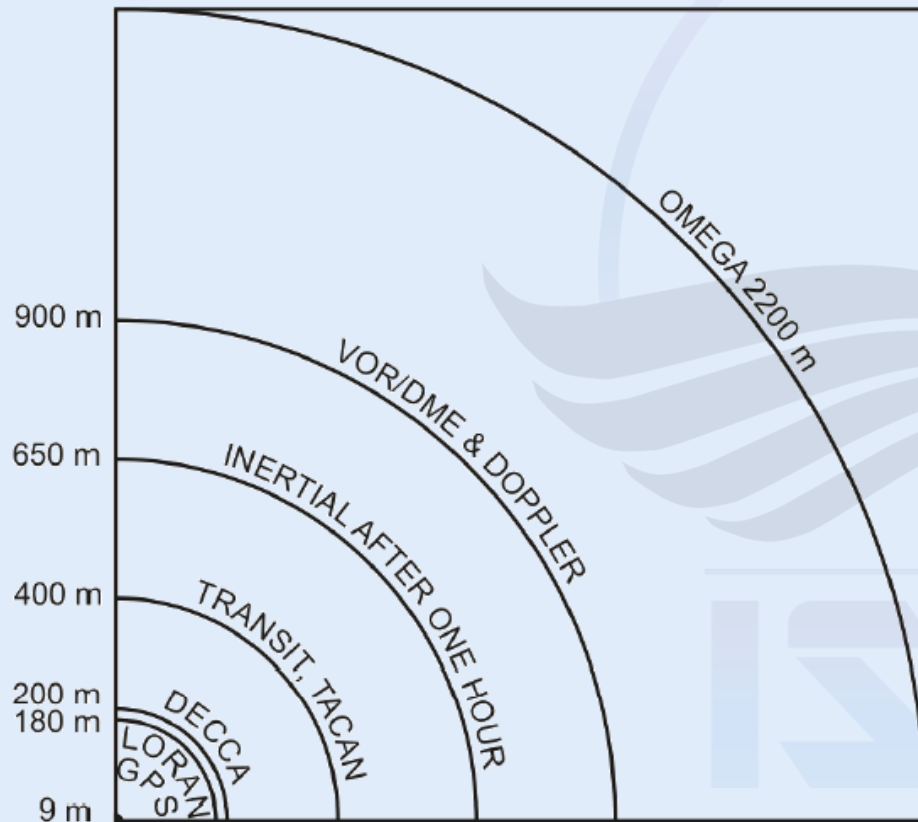
## 2- Principio de funcionamiento.

- ✓ Cálculo de la velocidad:



## 3- Requisitos.

### ✓ Precisión:



✓ Los sistemas de navegación satelital en general (GPS - GLONASS - GALILEO, etc.) son los que ofrecen mayor precisión bidimensional y a su vez posibilitan el posicionamiento tridimensional con mínimos errores.

### ✓ DOP (Dilution Of Precision):

- GDOP (Geometric DOP).
- PDOP (Position DOP).
- HDOP (Horizontal DOP).
- VDOP (Vertical DOP)

## 3- Requisitos.

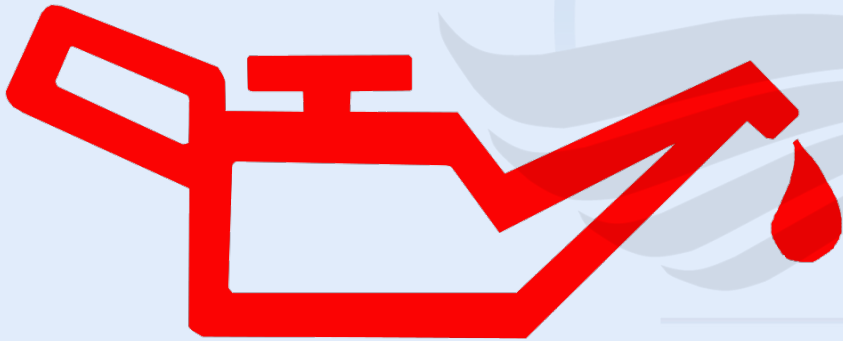
### ✓ Disponibilidad:



- ✓ Se define como el porcentaje del tiempo que el sistema está «utilizable» dentro del área de cobertura.
- ✓ El valor típico de disponibilidad (%) se calcula estableciendo un valor de precisión (Ej: PDOP menor a x)
- ✓ Existe un valor denominado «Ángulo de máscara» típico en cada lugar, que representa el valor en grados sobre el horizonte que tiene que alcanzar el satélite para que sea visible. (Ej: mar vs montaña).

## 3- Requisitos.

### ✓ Continuidad:



- ✓ Se define como la probabilidad de que el sistema esté utilizable en forma continua a lo largo de una misión, es decir, manteniendo los requisitos de precisión y/o disponibilidad sin fallos.
- ✓ La posibilidad de fallo no planificado de un satélite, es decir que deje de emitir o emita señales erróneas, está en el orden del 0,0001%.

## 3- Requisitos.

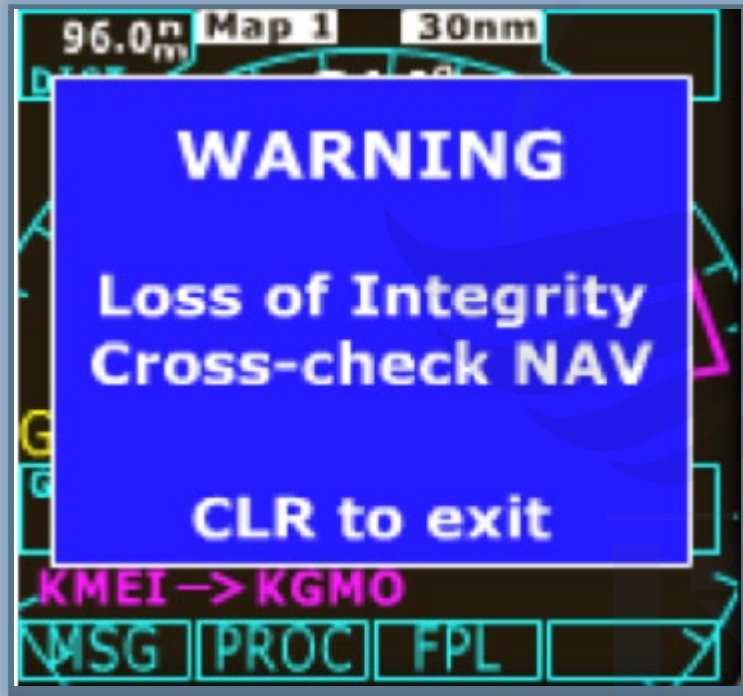
### ✓ Integridad:



- ✓ Se define como la capacidad del sistema de brindar una advertencia de que el mismo no cumple con algunos de los requisitos anteriores, y por lo tanto no debe ser utilizado.
- ✓ Los errores pueden ser causado por tormentas solares, efectos atmosféricos, fallo de satélites, error humano o de software en el segmento de control, etc.)

## 3- Requisitos.

### ✓ Integridad:



### Predicción RAIM

- ✓ RAIM (del inglés *Receiver Autonomous Integrity Monitoring*): es un algoritmo que posee el receptor que requiere 5 satélites visibles como mínimo para funcionar.
- ✓ Detecta la inconsistencia de la solución de la posición y avisa que el GPS no debe ser utilizado.
- ✓ Si tiene seis o más satélites, puede determinar e ignorar al satélite con falla.



## 4- Sistemas de aumentación.

### ✓ Aumentación basada en la aeronave:

# ABA



- ✓ ABAS (del inglés *Aircraft Based Augmentation System*) es un sistema de aumento basado en las aeronaves, que integra la información GNSS con la disponible por otros medios de posicionamiento y/o navegación.
- ✓ El ABAS está enfocado al aumento de la integridad, no aumentando la precisión de la información.
- ✓ El ABAS es posible a través del RAIM, con o sin asistencia barométrica, por medio de un navegador inercial, etc.

## 4- Sistemas de aumentación.

### ✓ Aumentación basada en satélites:

# SBA

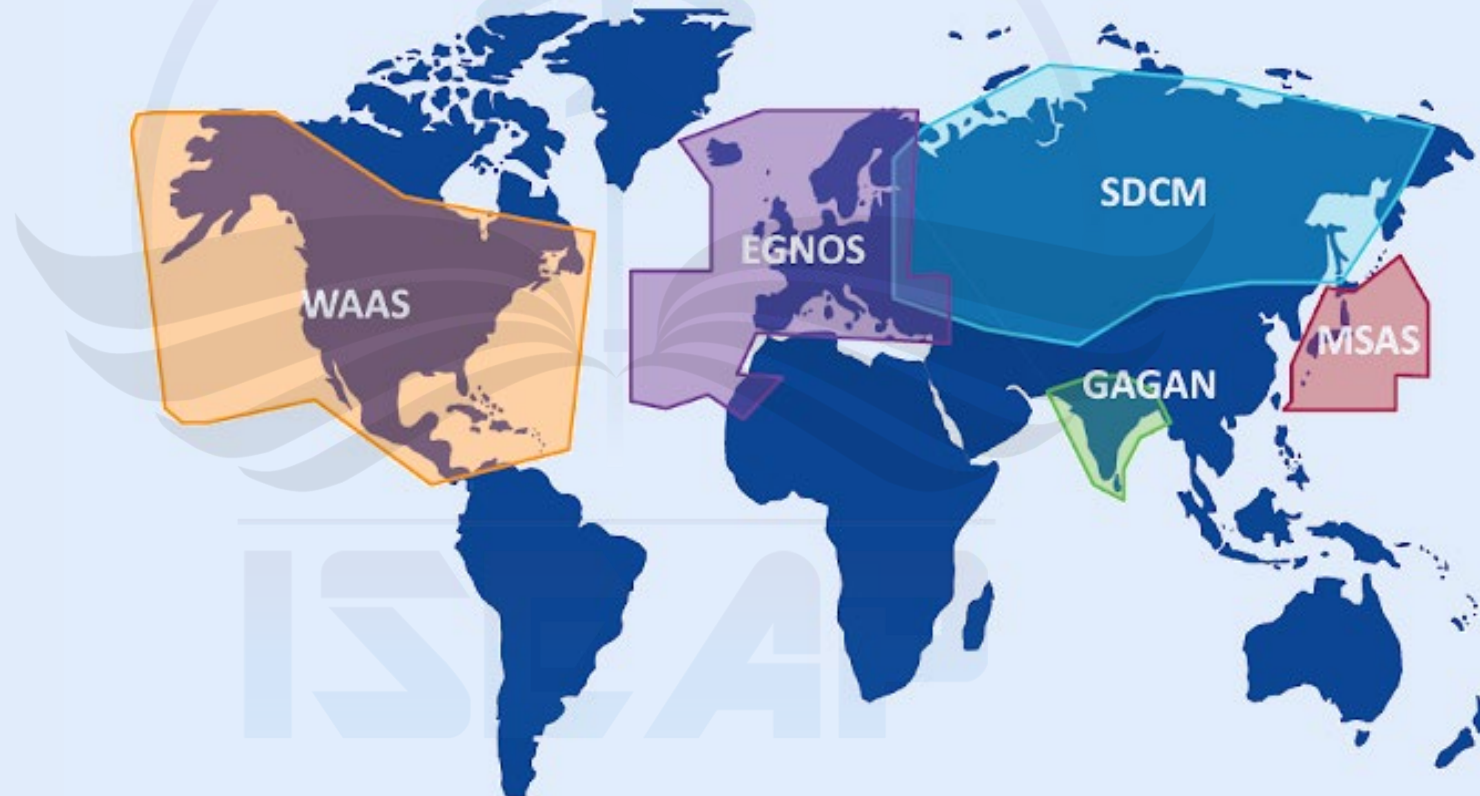


- ✓ SBAS (del inglés *Satellite Based Augmentation System*) consiste en una red de estaciones terrestres de monitoreo de señales de satélites.
- ✓ Estas estaciones envían la información a un centro de control y procesamiento que analiza y realiza las correcciones que son transmitidas a satélites geoestacionarios.
- ✓ Estos satélites GEO retransmiten las correcciones al avión.
- ✓ El SBAS está enfocado tanto al aumento de la integridad como al aumento de la precisión horizontal y vertical.

## 4- Sistemas de aumentación.

- ✓ Aumentación basada en satélites:

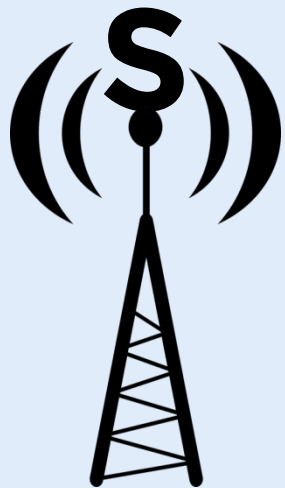
**SBA**



## 4- Sistemas de aumentación.

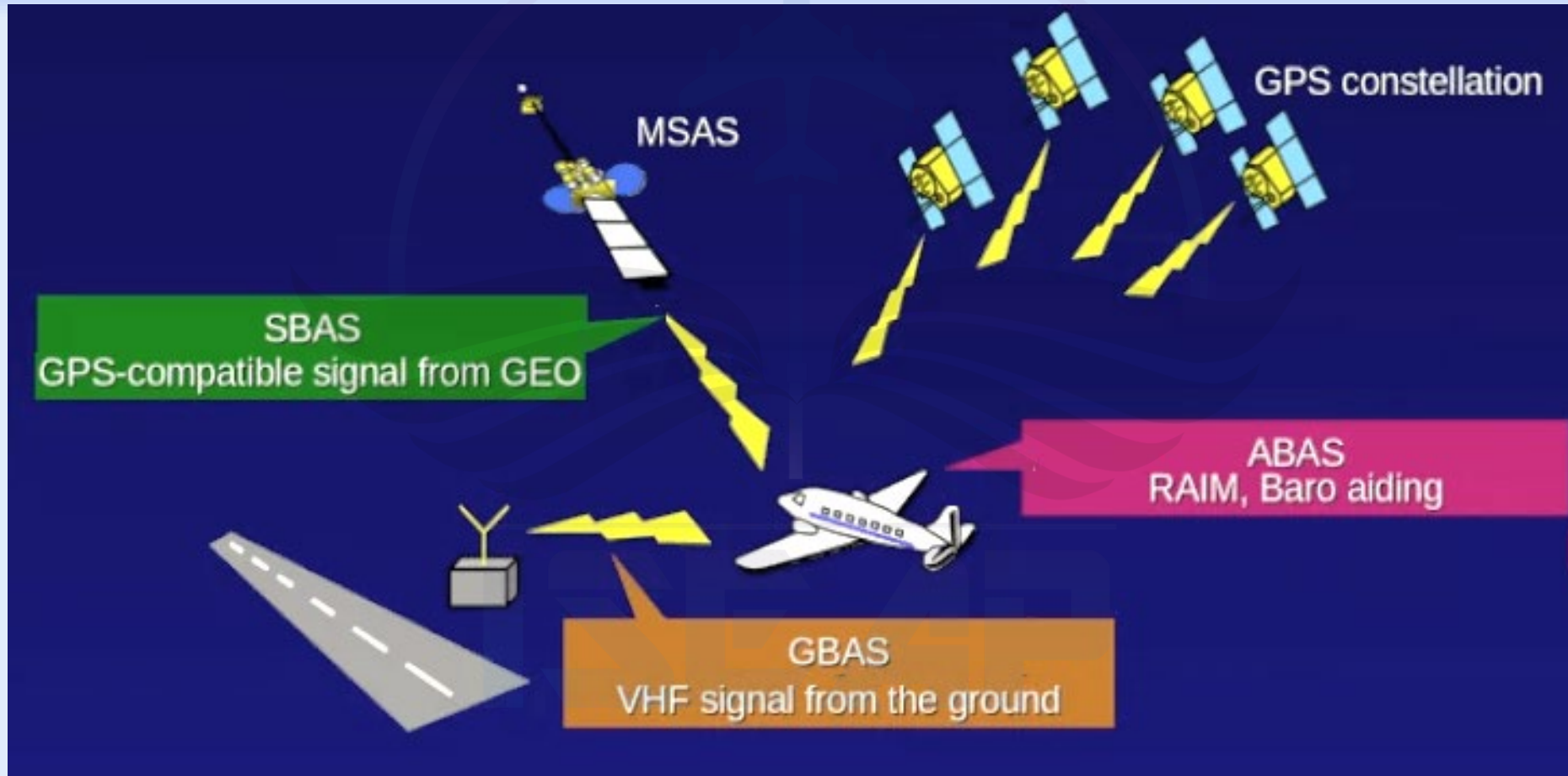
### ✓ Aumentación basada en tierra:

# GBA



- ✓ GBAS (del inglés *Ground Based Augmentation System*) consiste en estaciones terrestres generalmente con un área de cobertura acotada.
- ✓ Estas antenas envían la información directamente al avión (no utilizan satélites geoestacionarios).
- ✓ El GBAS aumenta la integridad, pero se distingue principalmente por el como al aumento de la precisión horizontal y vertical con errores menores a 1 metro.

## 4- Sistemas de aumentación.





**ISEAP**  
INSTITUTO SUPERIOR DE ENSEÑANZA  
AERONÁUTICA PALOMAR

# TU FUTURO COMIENZA AQUÍ



@iseap\_community



[www.iseap.com.ar](http://www.iseap.com.ar)



ISEAP



ISEAP