



# Taller sobre los requisitos de calidad de los datos de Aeródromos

7 – 8 de mayo 2015 – Lima – Perú

Agrim. Mario Alberto Memolli

# Obtención de datos

- Directos

Contacto con el dato

Relevamientos “in situ” con distintas técnicas

Distintas Precisiones

- Indirectos

Técnicas de obtención en forma remota

Técnicas con obtención de datos en gabinete

Distintas Precisiones



# Ubicación de los datos

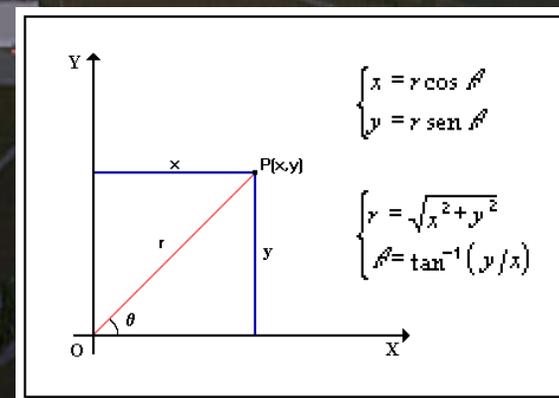
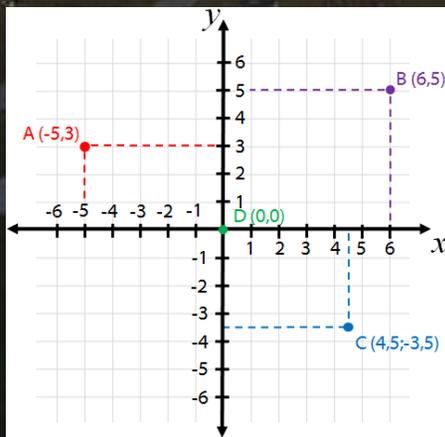
- Planimetricos

Sobre un plano

Sistema de  
Coordenadas  
Cartesianas y/o  
polares

Cartesianas (X – Y)

Vector – Angulo  
(R,  $\theta$ )



# Ubicación de los datos

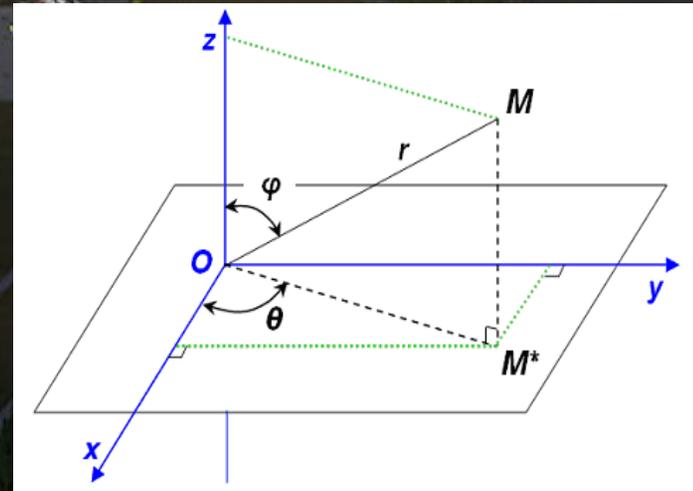
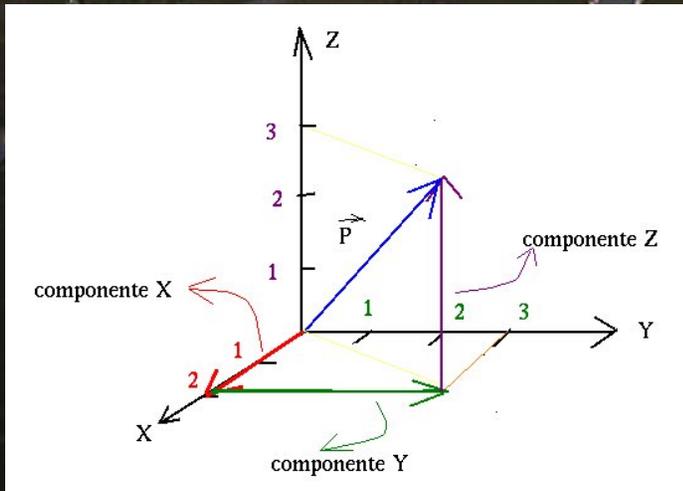
- Planialtimetricos

Tridimensional

Sistema de  
Coordenadas  
Cartesianas y/o  
polares

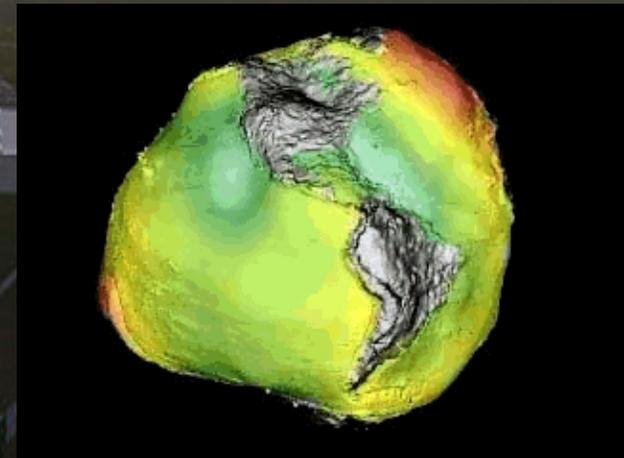
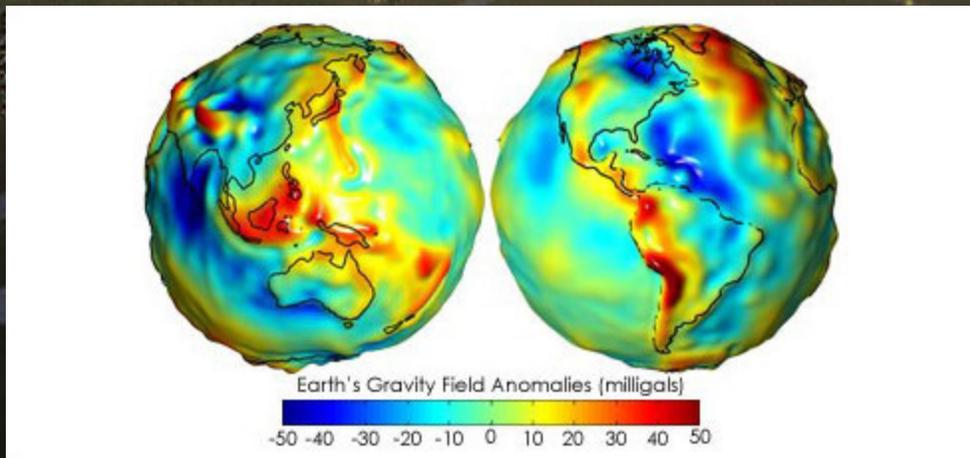
Cartesianas (X – Y – Z)

Vector – Angulo (r ,  $\theta$  ,  $\varphi$ )



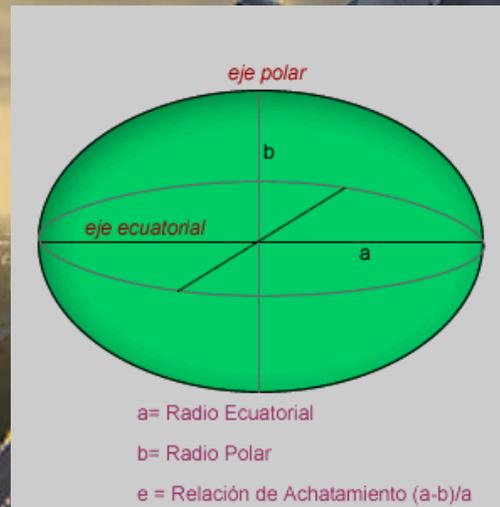
# Forma de la Tierra

- Fundamental para poder determinar un sistema de coordenadas a nivel mundial
- ¿Cuál es su forma real ?
- ¿Puedo establecer un sistema de coordenadas tridimensionales ?



# Forma de la Tierra

- Superficie matemática que se ajuste a su forma
- Elipsoide de revolución



- **Elipsoide Internacional 1924 - Hayford**

- El eje menor del elipsoide de referencia es paralelo a la dirección definida por el origen internacional convencional (O.I.C.) para el movimiento del polo.
- El meridiano de referencia es paralelo al meridiano cero adoptado por el BIH para las longitudes (Greenwich).

# Forma de la Tierra

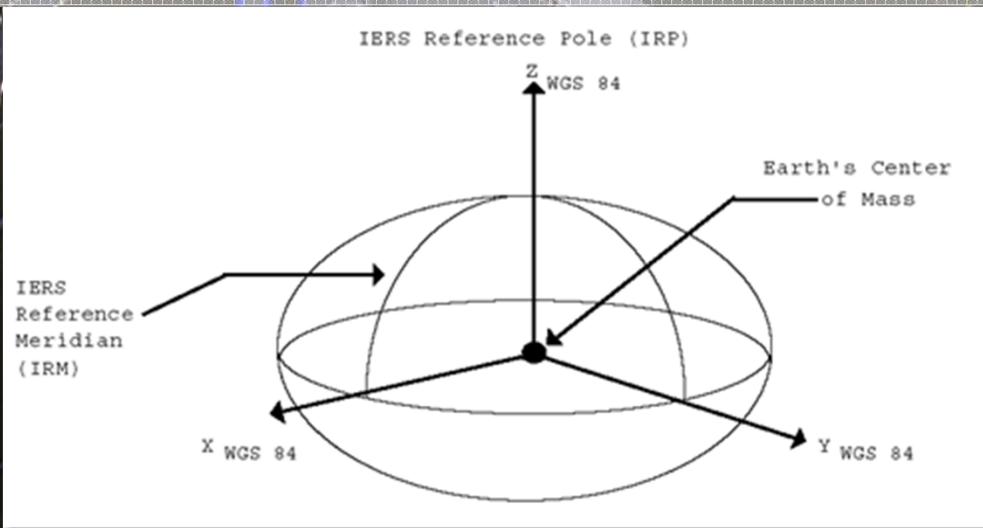


- Elipsoide NAD27, NAD83 (Norte America)
- Elipsoide SAD 69 (Brasil)
- Elipsoide ED50 – ETRS 89 (Europa)
- Elipsoide SAD 56 (Sudamerica)
- Elipsoide Campo Inchauspe (Argentina)
- Elipsoide Krasovsky (Unión Sovietica)

# Forma de la Tierra

- World Geodetic System 1984 (WGS 84)

- Origen, centro de masas de la Tierra, incluyendo océanos y atmósfera.
- Eje Z paralelo a la dirección del polo CIO o polo medio definido por el BIH, época 1984.0 con una precisión de 0,005".
- El eje X la intersección del meridiano origen, Greenwich, y el plano que pasa por el origen y es perpendicular al eje Z, el meridiano de referencia coincide con el meridiano cero del BIH en la época 1984.0 con una precisión de 0,005". Realmente el meridiano origen se define como el IERS Reference Meridian (IRM).
- El eje Y ortogonal a los anteriores, pasando por el origen.
- Terna rectangular dextrogiro.



# Forma de la Tierra

- World Geodetic System 1984 (WGS 84)

- Considerado como DATUM geodésico mundial

- DATUM: es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre con los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográficas.

- Parametros:

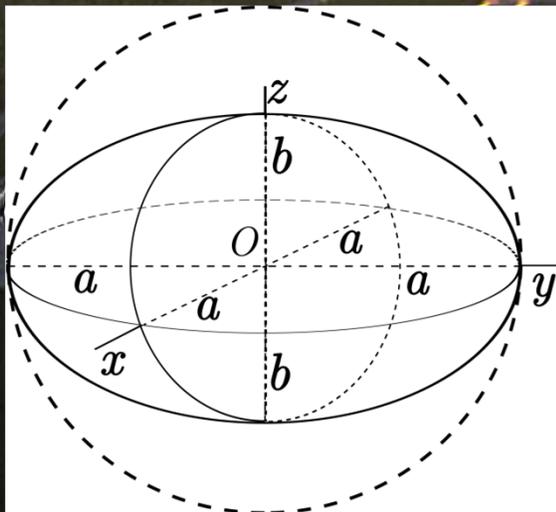
- Semieje Mayor  $a$ : 6,378,137.0 m

- Semieje Menor  $b$ : 6,356,752.3142 m

- Achatamiento  $f = (a-b)/a = 1/298.257223563$

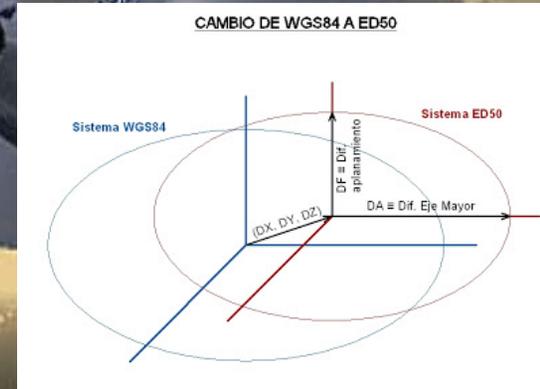
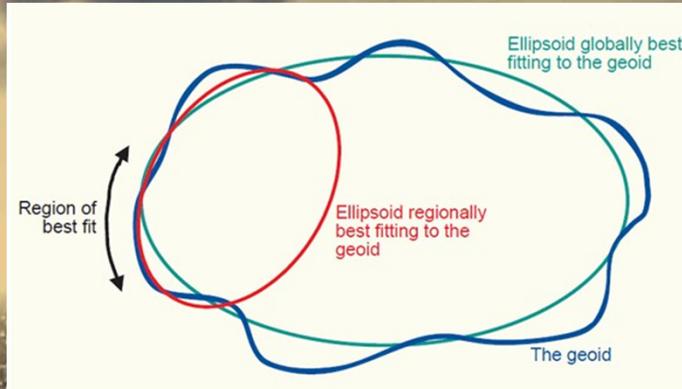
- Producto de la Constante Gravitacional ( $G$ ) y la Masa de la Tierra ( $M$ ):  $GM = 3.986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$

- Velocidad Angular de la Tierra  $\omega$ :  $7.292115 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$



# Elipsoide WGS 84

- TRANSFORMACION DE DATUM:



- conjunto de algoritmos matemáticos para transformar los distintos SISTEMA DE REFERENCIA

- Molodensky (traslación de parámetros de los elipsoides sin pasar por coordenadas rectangulares)
- Siete Parámetros (Rototraslación de ejes)
- Regresiones múltiples.

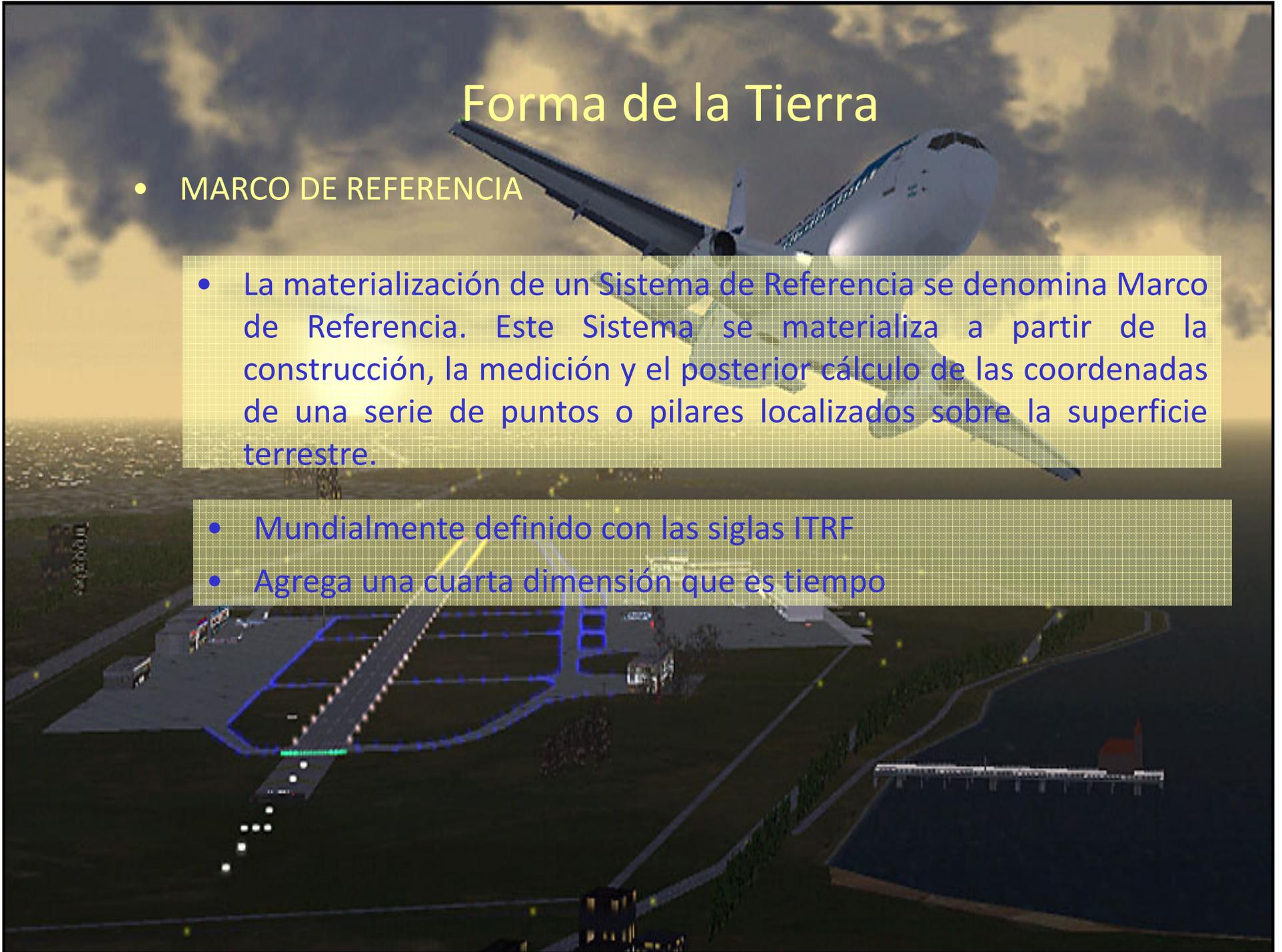
- Sistema de Referencia Mundial ITRS (International Terrestrial Reference System)

# Forma de la Tierra

- MARCO DE REFERENCIA

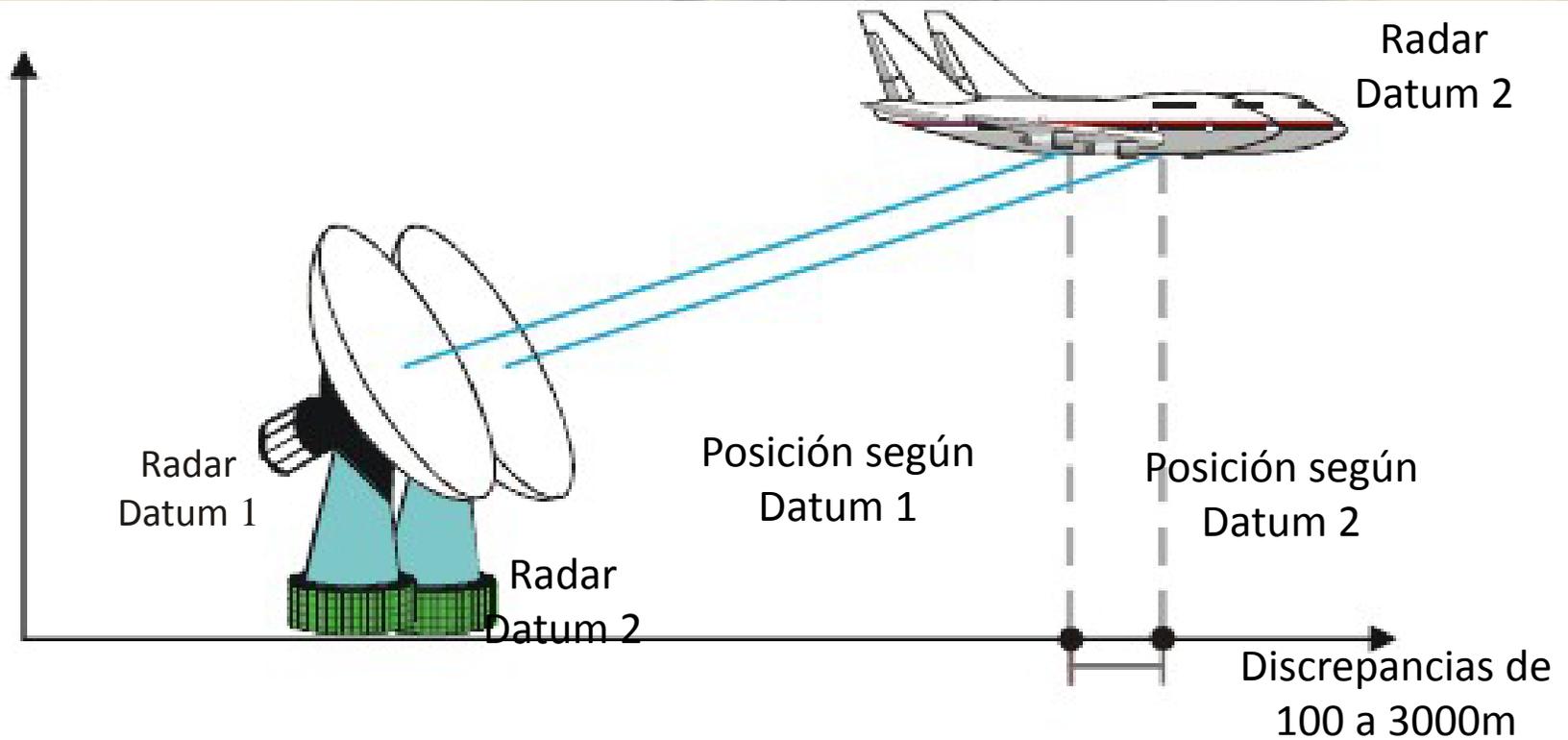
- La materialización de un Sistema de Referencia se denomina Marco de Referencia. Este Sistema se materializa a partir de la construcción, la medición y el posterior cálculo de las coordenadas de una serie de puntos o pilares localizados sobre la superficie terrestre.

- Mundialmente definido con las siglas ITRF
- Agrega una cuarta dimensión que es tiempo



# Forma de la Tierra

- PROBLEMAS EN LA NAVEGACION AEREA



# Forma de la Tierra

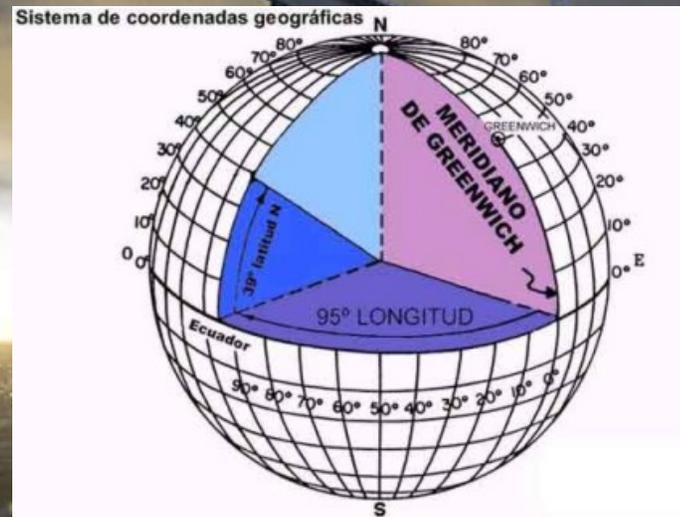
- PROBLEMAS EN LA NAVEGACION AEREA

- Adopta como Datum Elipsoide WGS 84

- Documento 9674 – AN/946

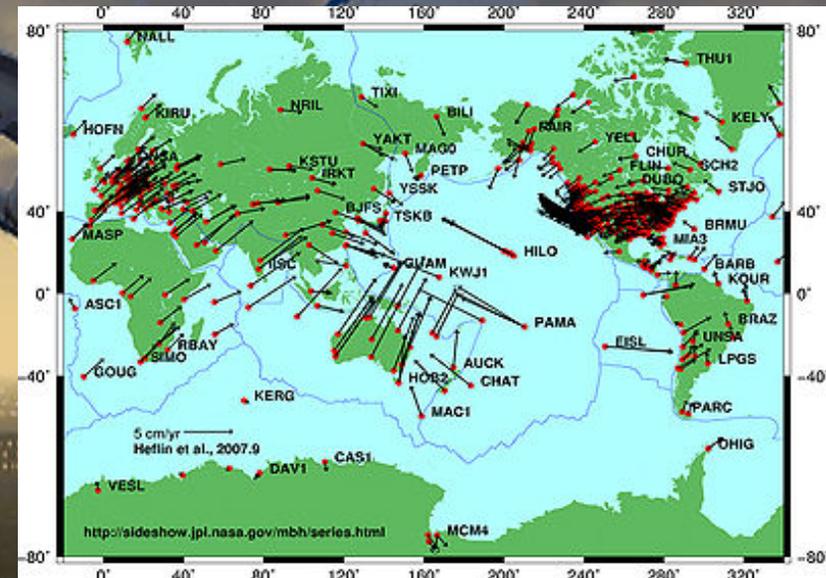
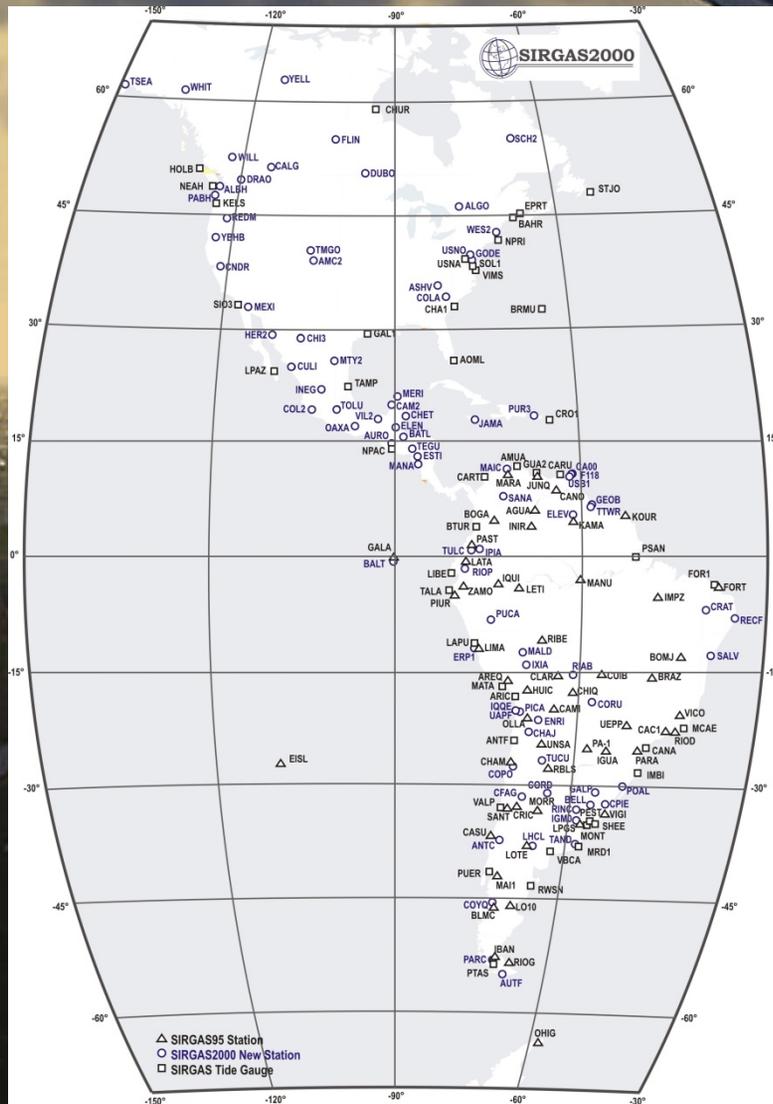


# Sistemas de Coordenadas



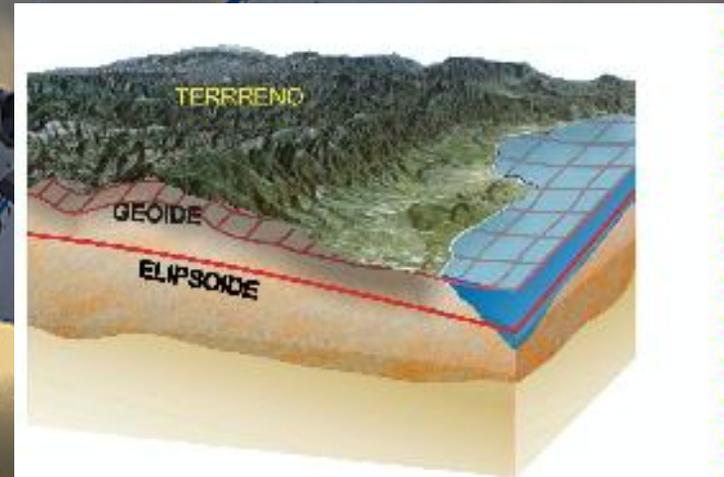
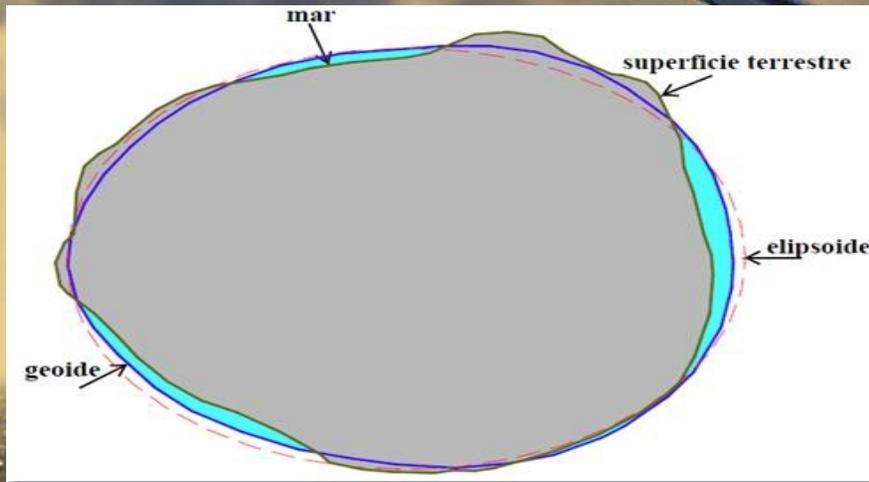
- Las coordenadas de navegación globales son Latitud y Longitud (Coordenadas esféricas)
- La superficie matemática de la tierra utilizada para coordenadas planimétricas a nivel mundiales es el elipsoide WGS84.
- El marco de referencia mundial es el denominado Marco de Referencia Terrestre Internacional ITRF.

# Sistemas de Coordenadas



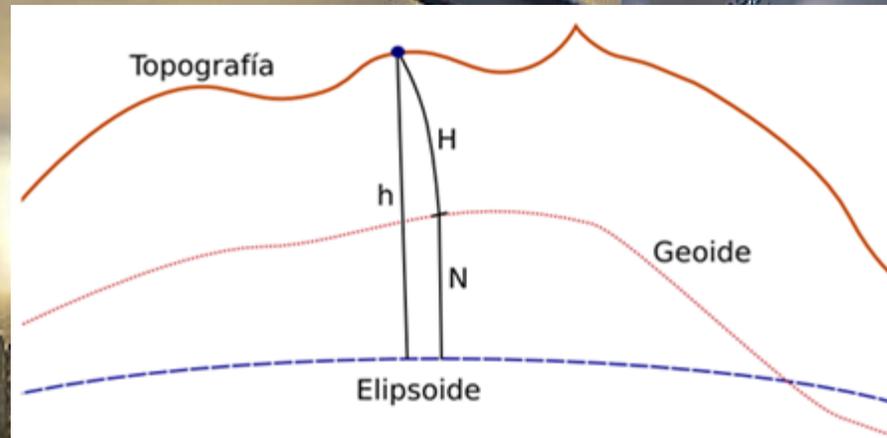
- Cada continente tiene un marco de coordenadas ajustado (Geodésicos)
- En America se denomina SIRGAS – **S**istemas de **R**referencia **G**eocentrico para las **A**mericas

# Sistemas de Coordenadas



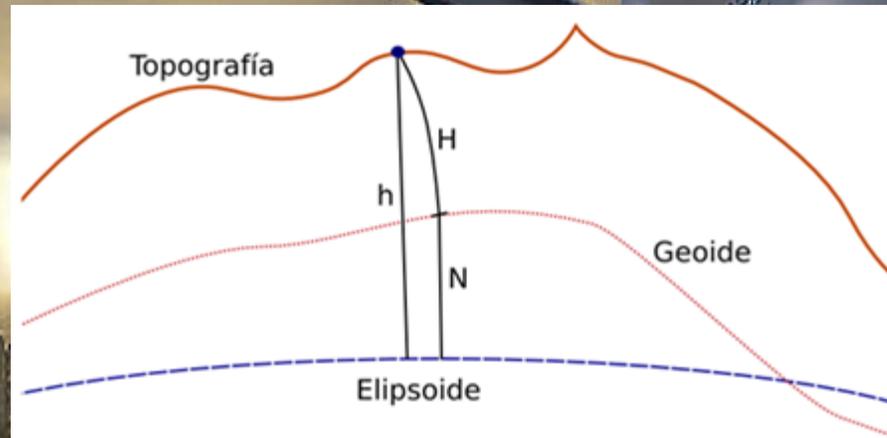
- El marco de referencia vertical se denomina Geoide.
- Es una superficie de igual gradiente gravitatorio
- Es el nivel medio de las aguas en reposo proyectado por debajo de los continentes.
- Cada país tiene su propio sistema vertical

# Sistemas de Coordenadas



- Altura elipsoidal ( $h$ ) es la distancia a un punto de la superficie terrestre desde el elipsoide.
- Cota Ortométrica ( $H$ ) es la distancia a un punto de la superficie terrestre desde el geoide.
- $N$  diferencia entre la altura elipsoidal y la cota ortométrica ( $h-H=N$ ).

# Sistemas de Coordenadas



- Existen elipsoides a nivel mundial obtenidos por distintos métodos de medición de la gravedad (egm96, egm 98)
- Sirven para poder obtener cotas ortométricas a partir de alturas elipsoidicas.
- Para mayores precisiones se utilizan modelos de geoide locales.

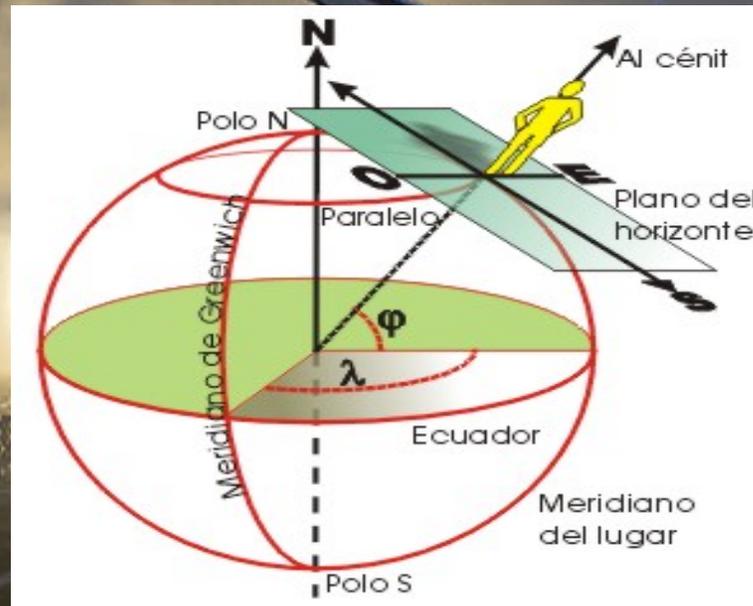
# Sistemas de Coordenadas



- La tecnología de posicionamiento satelital nos obliga a la vinculación al sistema de referencia global.
- La materialización de este sistema se efectiviza con mojones distribuidos por todo el territorio de cada país.
- Cada Aeropuerto deberá vincularse a este sistema global en especial sus cabeceras, el ARP y las posiciones de estacionamiento.

# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas



- Las coordenadas pertenecientes a los sistemas globales son “esféricas” o también denominadas GEOGRÁFICAS.
- Son la Latitud y Longitud
- No se pueden representar en un plano.
- Se debe recurrir a las PROYECCIONES CARTOGRAFICAS.
- Se ajustan a la superficie a representar, y presentan deformaciones

# Sistemas de Coordenadas Coordenadas Planas

**Regular  
Azimuthal**



**Regular  
Cylindrical**



**Regular  
Conic**



**Oblique  
Azimuthal**



**Oblique  
Cylindrical**



**Oblique  
Conic**



**Transverse  
Azimuthal**



**Transverse  
Cylindrical**

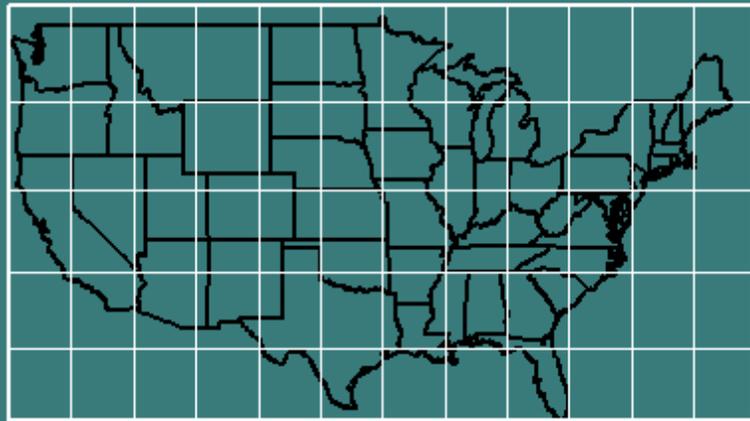


**Transverse  
Conic**

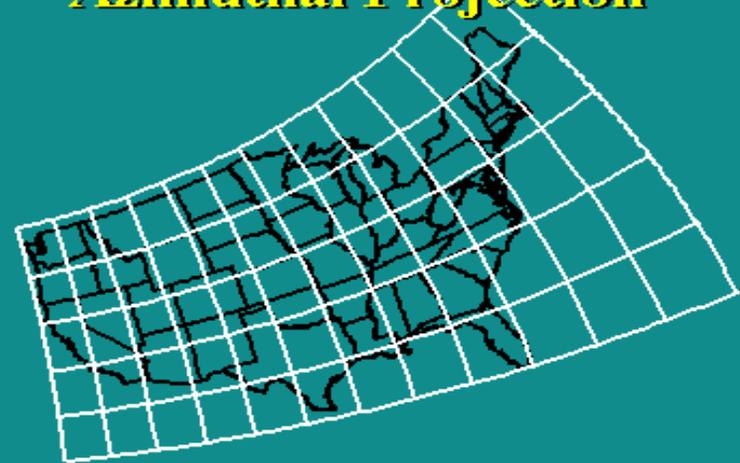


# Sistemas de Coordenadas Coordenadas Planas

## Cylindrical Projection



## Azimuthal Projection



## Conic Projection



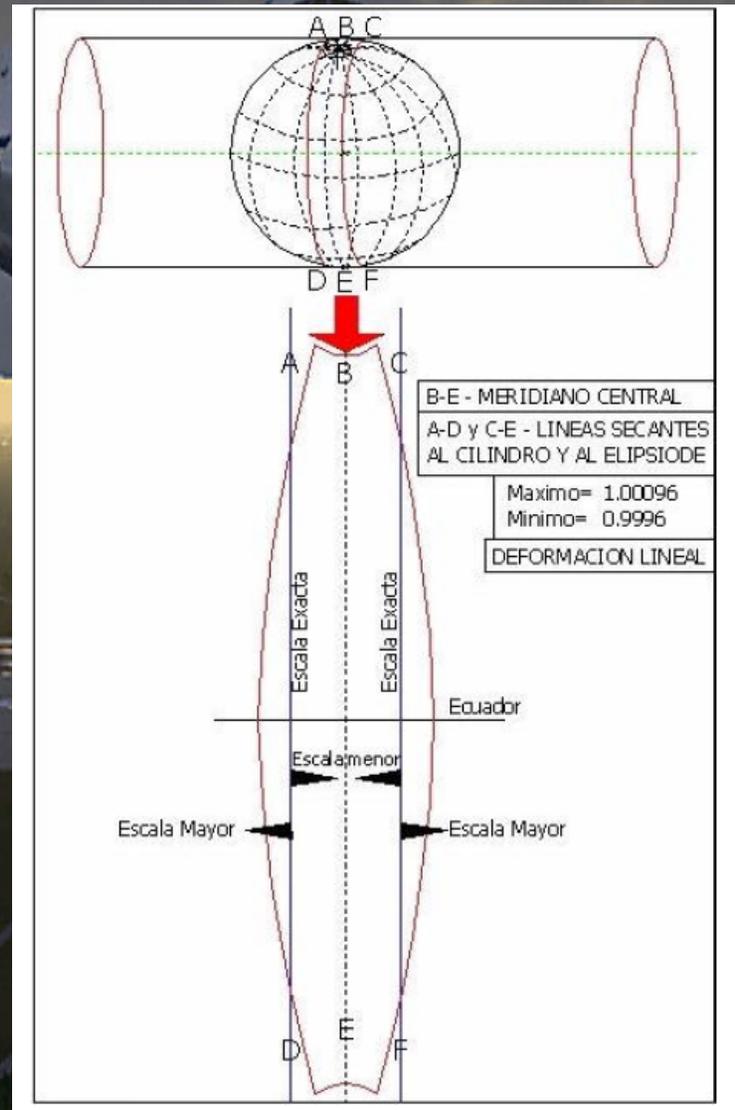
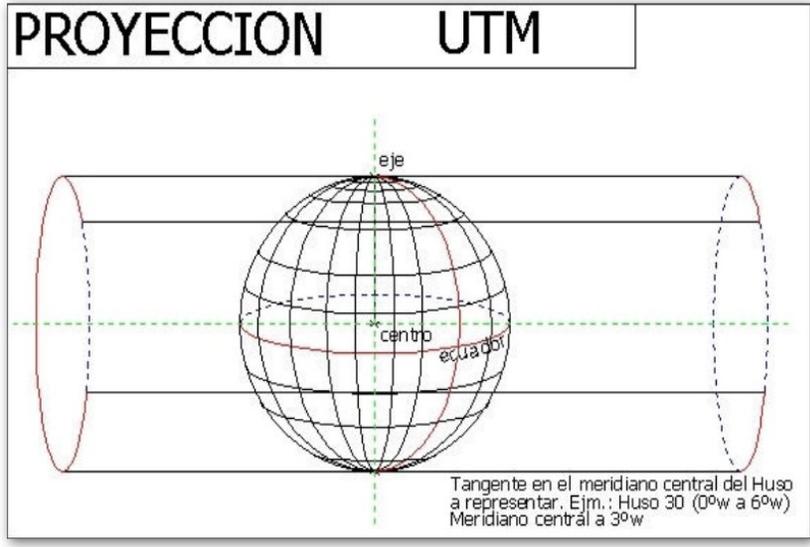
# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas

- La más aplicada es la proyección cilíndrica transversa Mercator llamada UTM.
- Es un cilindro tangente a un Meridiano, cada  $6^\circ$ , que divide a la superficie terrestre en 60 zonas norte/sur.
- Se denomina conforme ya que mantiene sus ángulos
- Pero distorsiona las superficies y distancias.
- Se deben aplicar correcciones de escala llamadas Factor de Corrección.
- Cada país tiene su propio sistema de proyección cartográfico, ajustado a su necesidad y forma

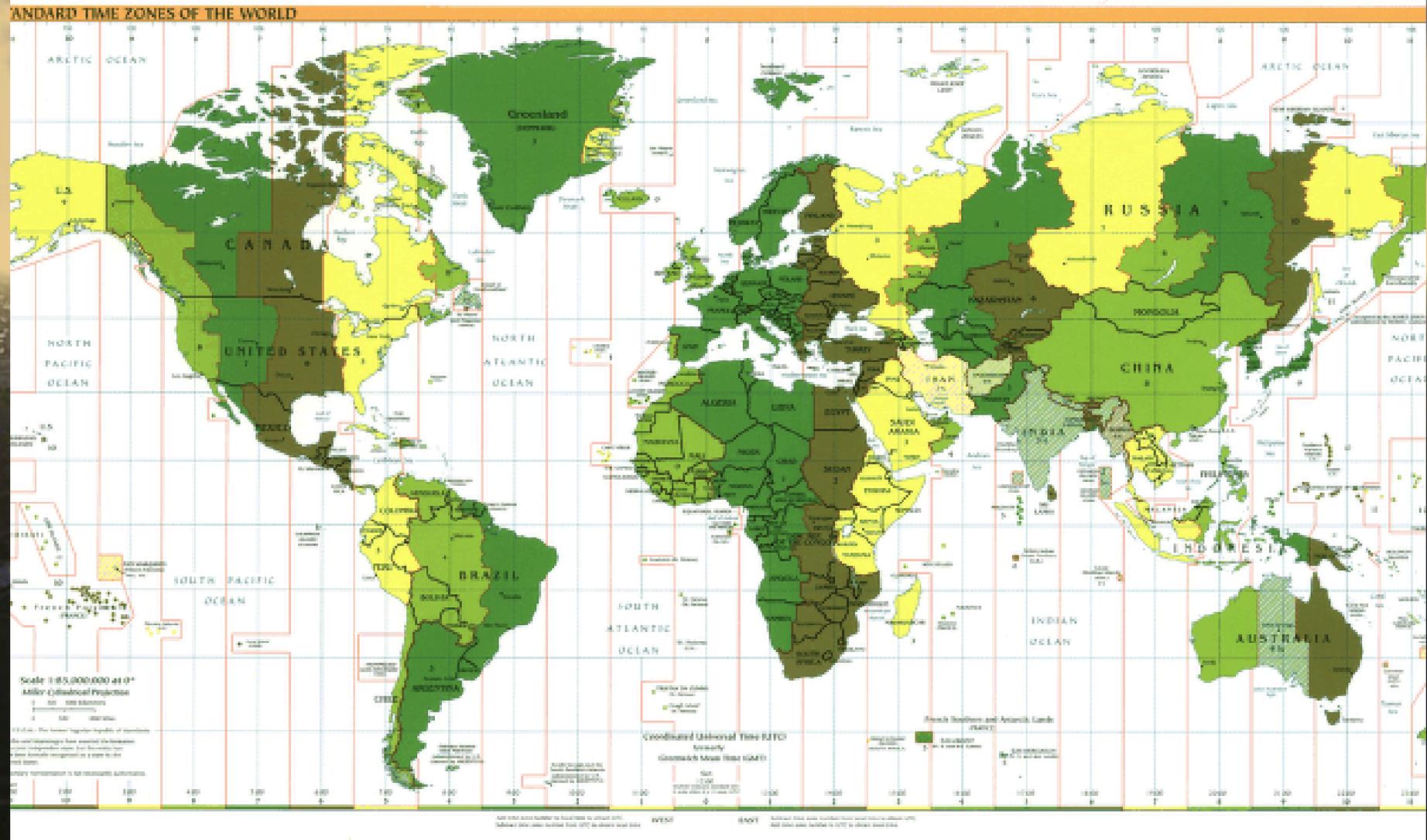
# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales

- definición de un sistema de coordenadas locales dentro del aeropuerto que pueda vincularse al exterior.
- La proyección cartográfica que se defina para el sistema de coordenadas local sea de fácil transformación a la proyección cartográfica oficial de cada país.
- Parámetros de la proyección para futuros relevamientos
- Análisis de distorsionamiento de distancias por deformaciones.
- Ubicación estratégica del sistema en el terreno (mojones) de acuerdo a las operaciones
- Sirve para cualquier forma de medición

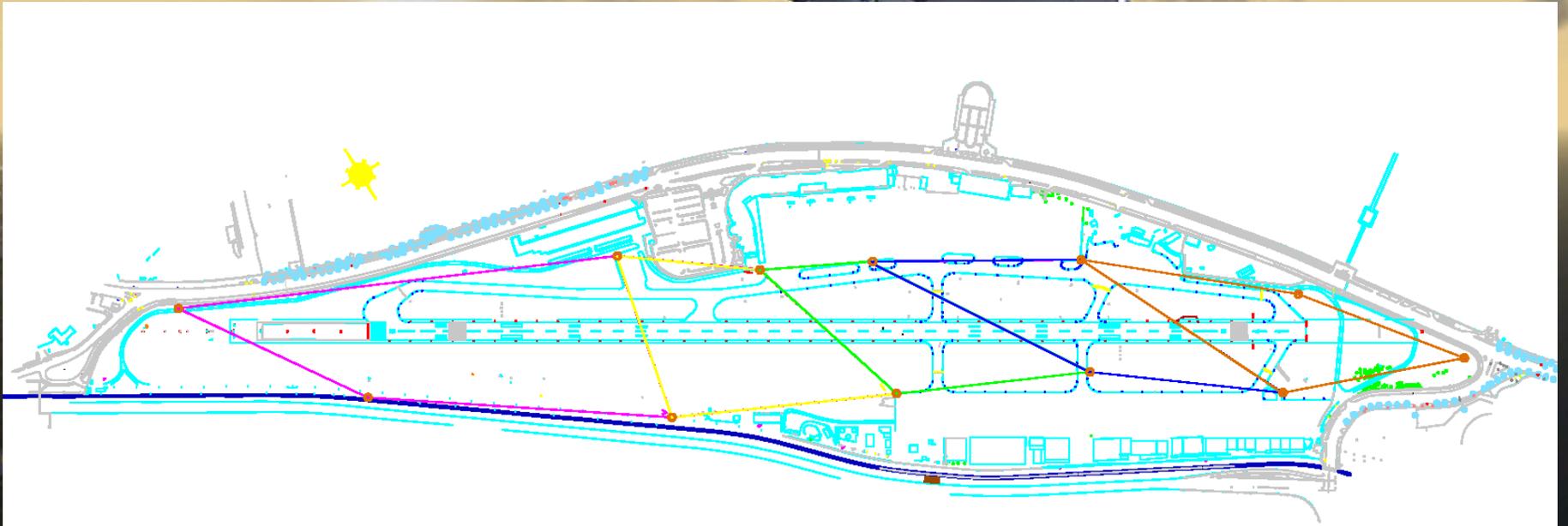
# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Metodos de medición

- La medición de la red fundamental se realiza a través de figuras geométricas cerradas.
- Esas figuras nos permiten determinar la bondad de la medición y realizar compensaciones.
- Las precisiones de los cierres deben ser inferiores a las exigencias de los futuros relevamientos.
- Las tolerancias se dividirán en planimétricas y altimétricas.
- Se deberán efectuar bases de datos con todos los datos de ubicación, coordenadas, parámetros de la proyección de cada Punto Fijo.
- Esa base de datos deberá estar en cada Aeropuerto y suministradas a la Autoridad Aeronáutica.

# Sistemas de Coordenadas Coordenadas Planas

SISTEMA PRINCIPAL DE COORDENADAS AEROPARQUE JORGE  
NEWBERY - ARGENTINA



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales

- RED PRINCIPAL AEROPARQUE JORGE NEWBERY – BUENOS AIRES - ARGENTINA.

- DATUM WGS 84

- MARCO DE REFERENCIA : POSGAR 2007 ITRF 05 Época 2006.632

- PRECISION DE LA RED: 0.005 m (planimetria) 0.008 (altimetria) (GPS)

- PRECISION DE LA RED ALTIMETRIA (Ortométrica): 0.005 m

# Sistemas de Coordenadas

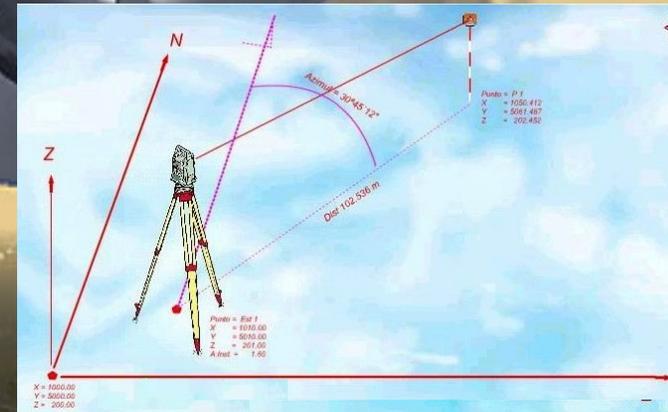
## Coordenadas Planas Locales

- Objetivo: cumplir con los estándares de calidad del dato
  - ANEXO 14 – VOLUMEN II -CAPITULO 2
  - ANEXO 15 – CAPITULO 3
  - DOCUMENTO 9674 - MANUAL DEL SISTEMA GEODESICO MUNDIAL
- PRECISIONES DE LA OBTENCIÓN DEL DATO INFERIORES A LAS TOLERANCIAS SOLICITADAS
- PUBLICACION DEL DATO EN COORDENADAS ESFERICAS Y/O PLANAS
- SISTEMAS GEODESICOS DE COORDENADAS MUNDIAL (WGS 84)
- SISTEMAS DE PROYECCIONES CARTOGRAFICOS OFICIALES
- BASES DE DATOS CONFIABLES Y ACTUALIZADAS

# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- Estación Total



- Mide ángulos verticales , horizontales y distancias, utilizando ondas infrarojas y/o laser por reflexión.
- Existen de distintas precisiones, por su mínima lectura angular directa y por su alcance de medición
- La medición es directa, contemplando temperatura y presión .
- La medición se efectúa sobre un plano de referencia, sobre la vertical del lugar
- Precisiones centimetricas - subcentimétricas

# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- Estación Total



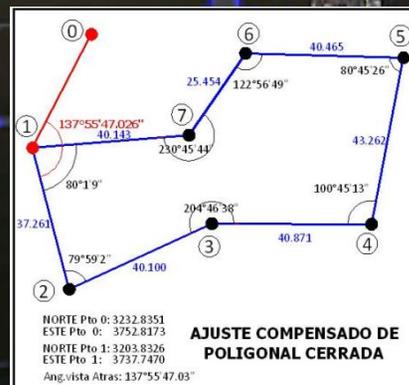
- Debe existir intervisibilidad.
- Precaución con la verticalización de los prismas
- Poligonales de vinculación con el sistema planimetrico del país que pueden demorar días
- Método utilizado por las empresas constructoras en la Argentina y en otros países

# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- Estación Total

- Se efectúan poligonales con cierres angulares y de distancia.
- Se densifica con poligonales secundarias o bien con métodos de radiación.
- Se puede obtener datos en forma remota, sin estar en contacto directo con ellos (altura de luminarias, edificios, obstáculos)
- Alcance de medición desde 2m hasta 5000m
- Precisión en distancias =  $\pm 3\text{mm} \cdot (1\text{ppm})$  (3mm por Km)
- Precisión angular =  $1''$  a  $7''$  lectura directa.
- Posibilidad de mediciones de grandes distancias por trigonometría.



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- GPS

- Navegadores (Ubicación del dato con precisiones decimétricas)
- Diferenciales Topográficos (Ubicación del dato con precisiones submétricas)
- Diferenciales geodésicos simple frecuencia (Ubicación del dato subcentimétrica)
- Diferenciales geodésicos simple frecuencia (Ubicación del dato subcentimétrica)
- Diferenciales geodésicos doble frecuencia RTK (Ubicación del dato subcentimétrica)



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- GPS



- Permite medir la Red de PF con iguales precisiones que la estación total.
- Puede operarse con una sola persona
- Equipos más costosos que la estación Total
- Necesita no tener obstáculos cenitales.
- Es más rápido
- No depende de Factores climáticos
- No necesita intervisibilidad

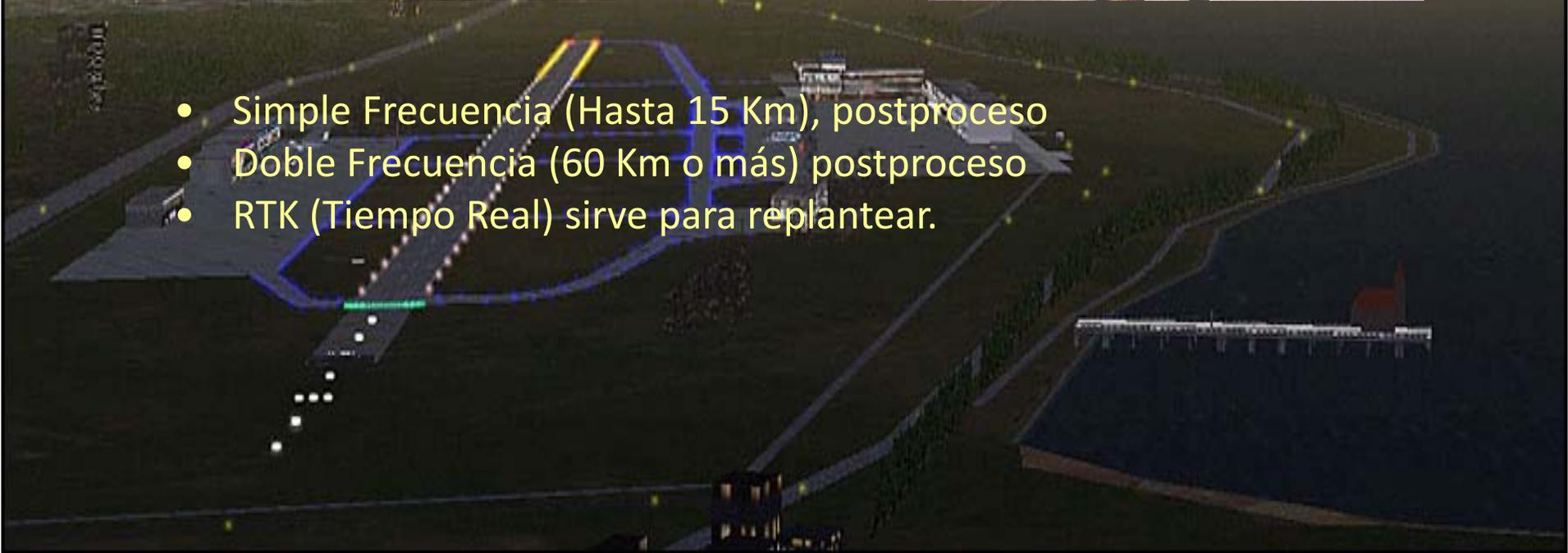
# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- GPS



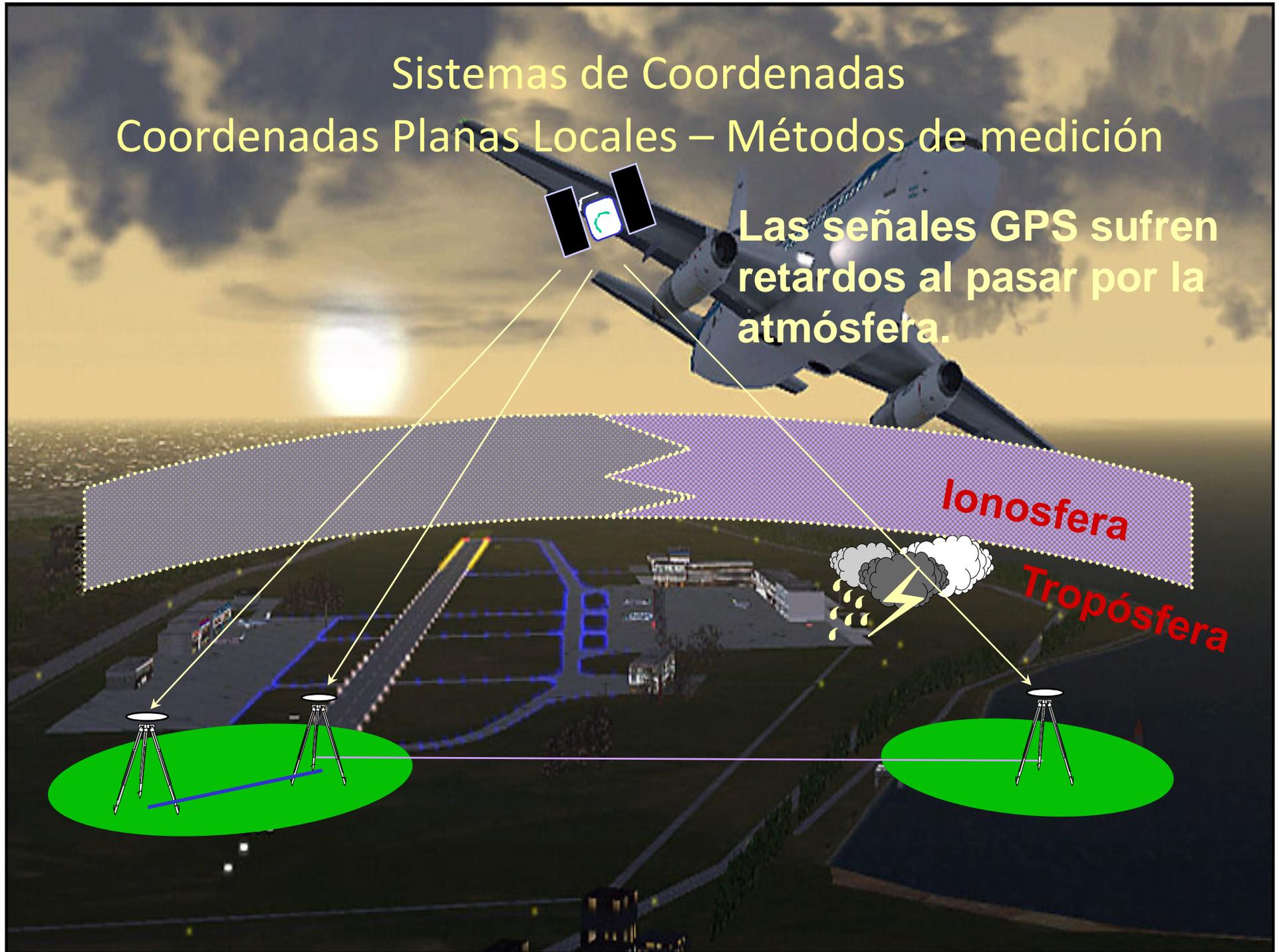
- Simple Frecuencia (Hasta 15 Km), postproceso
- Doble Frecuencia (60 Km o más) postproceso
- RTK (Tiempo Real) sirve para replantear.



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de medición

Las señales GPS sufren retardos al pasar por la atmósfera.



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de medición

- GPS



- Se puede efectuar vinculación en poco tiempo.
- No es necesario tener visibilidad
- Permite replantear en tiempo real.
- Se debe establecer una proyección cartográfica para trabajar.
- Se debe efectuar una corrección altimétrica.
- Gran cantidad de puntos

# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- Nivel



- Son los instrumentos de mayor precisión en altimetría
- Su precisión depende de los aumentos del anteojo y de sus compensadores inerciales
- Pueden ser
  - Ópticos
  - Digitales
  - Láser
- Miden únicamente altimetría con intervisibilidad
- Precisión debajo del cm

# Sistemas de Coordenadas

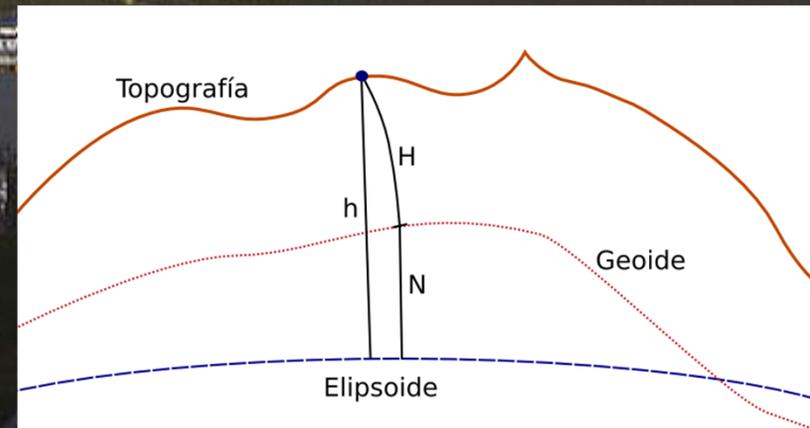
## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- Estación Total

- Puede alcanzar las precisiones del nivel pero con ciertas precauciones
- Mediciones directas Altimétricas

- GPS

- Puede alcanzar las precisiones de 1 a 3 cm pero con ciertas precauciones
- Mediciones sobre el elipsoide



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- GPS

- Puede alcanzar las precisiones milimétricas
- Mediciones Directas
- Gran Velocidad , se puede trabajar de noche
- Aplicable al control automático de maquinarias



# Sistemas de Coordenadas

## Coordenadas Planas Locales – Métodos de Obtención del dato

- Tolerancias altimétricas inferiores al cm
- Tolerancias planimétricas hasta 1,5 cm
- Un error altimétrico de 1 cm en una pista de 45m de ancho por 2000m de longitud equivale a 2160 Toneladas de concreto asfáltico con un costo en Argentina de aproximadamente U\$S 216000
- Un error planimétrico de 2 cm en ancho de una pista similar a la anterior equivale a 44m<sup>2</sup>

# Sistemas de Coordenadas

## Datos topográficos del Aerodrómo

- Precisiones de relevamiento topografico

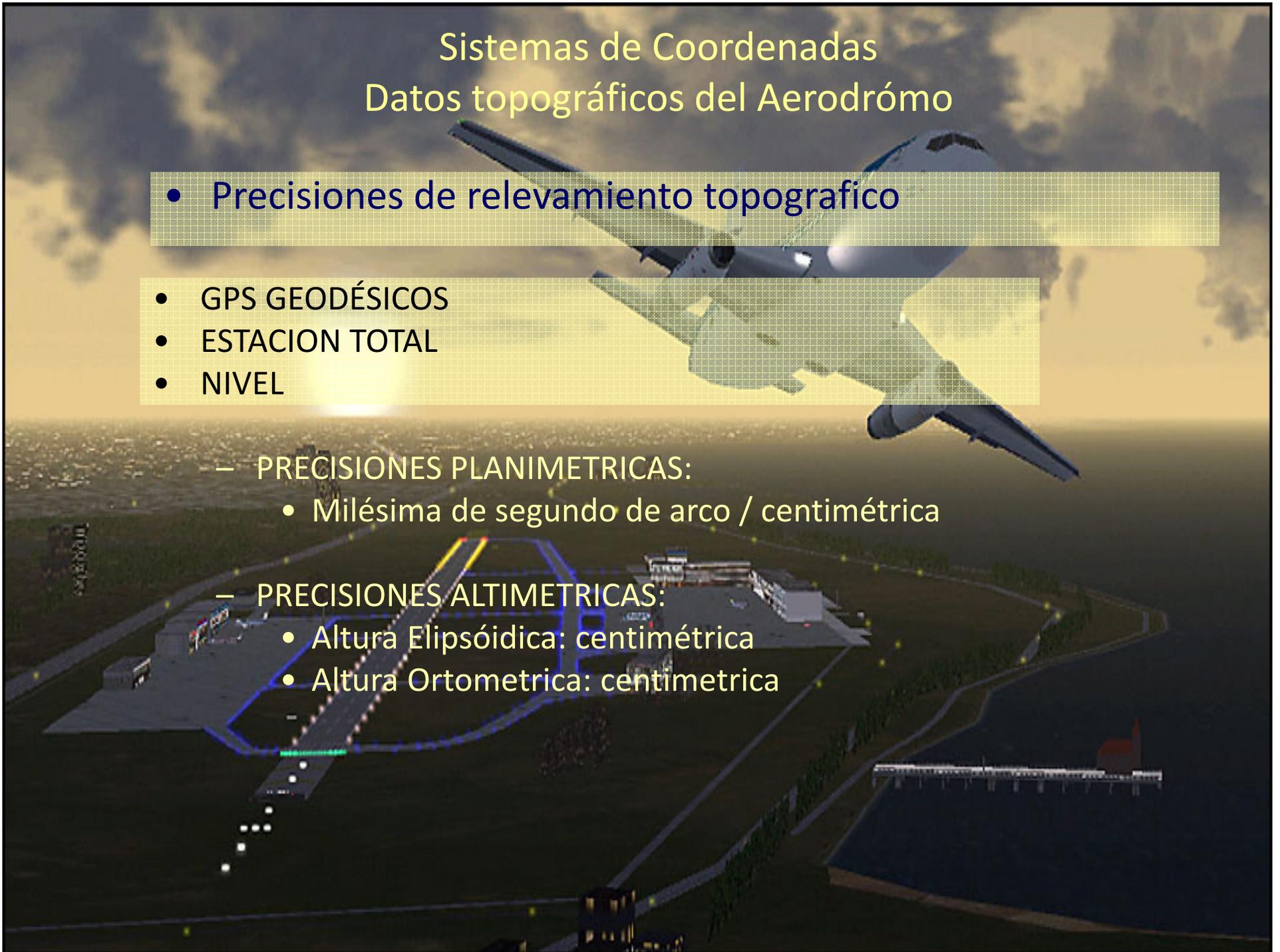
- GPS GEODÉSICOS
- ESTACION TOTAL
- NIVEL

- PRECISIONES PLANIMETRICAS:

- Milésima de segundo de arco / centimétrica

- PRECISIONES ALTIMETRICAS:

- Altura Elipsóidica: centimétrica
- Altura Ortometrica: centimetrica



# Sistemas de Coordenadas

## Datos topográficos del Aerodrómo

### TOLERANCIAS OACI

#### APÉNDICE 5. REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS DATOS AERONÁUTICOS

Tabla A5-1. Latitud y longitud

| Latitud y longitud   | Exactitud y tipo de datos                      | Integridad y clasificación      |
|--|--|---------------------------------|
| Punto de referencia del aeródromo .....  | 30 m<br>levantamiento<br>topográfico/calculado | $1 \times 10^{-3}$<br>ordinaria |
| Ayudas para la navegación situadas en el aeródromo .....                                 | 3 m<br>levantamiento<br>topográfico            | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Obstáculos en el Área 3 .....  | 0,5 m<br>levantamiento<br>topográfico          | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Obstáculos en el Área 2<br>(la parte que está dentro de los límites del aeródromo) ..... | 5 m<br>levantamiento<br>topográfico            | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Umbral de la pista .....   | 1 m<br>levantamiento<br>topográfico            | $1 \times 10^{-8}$<br>crítica   |
| Extremo de pista (punto de alineación de la trayectoria de vuelo) .....                  | 1 m<br>levantamiento<br>topográfico            | $1 \times 10^{-8}$<br>crítica   |
| Puntos de eje de pista .....   | 1 m<br>levantamiento<br>topográfico            | $1 \times 10^{-8}$<br>crítica   |
| Punto de espera de la pista .....  | 0,5 m<br>levantamiento<br>topográfico          | $1 \times 10^{-8}$<br>crítica   |
| Puntos de eje de calle de rodaje/línea de guía de estacionamiento .....                  | 0,5 m<br>levantamiento<br>topográfico          | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Línea de señal de intersección de calle de rodaje .....                                  | 0,5 m<br>levantamiento<br>topográfico          | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Línea de guía de salida .....  | 0,5 m<br>levantamiento<br>topográfico          | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Límites de la plataforma (polígono) .....  | 1 m<br>levantamiento<br>topográfico            | $1 \times 10^{-3}$<br>ordinaria |

# Sistemas de Coordenadas

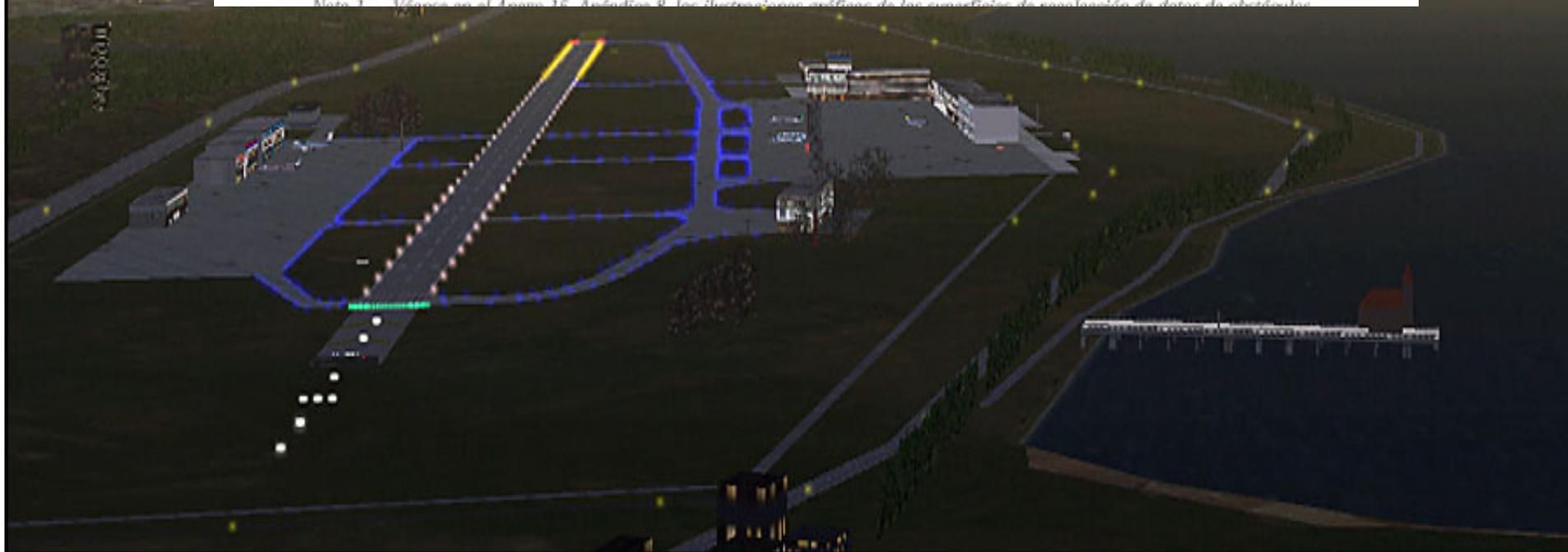
## Datos topográficos del Aerodrómo

### TOLERANCIAS OACI



| Latitud y longitud  | Exactitud y tipo de datos          | Integridad y clasificación      |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| Instalación deshielo/antihielo (polígono) .....   | 1 m<br>levantamiento topográfico   | $1 \times 10^{-3}$<br>ordinaria |
| Puntos de los puestos de estacionamiento de aeronave/<br>puntos de verificación del INS ..... | 0,5 m<br>levantamiento topográfico | $1 \times 10^{-3}$<br>ordinaria |

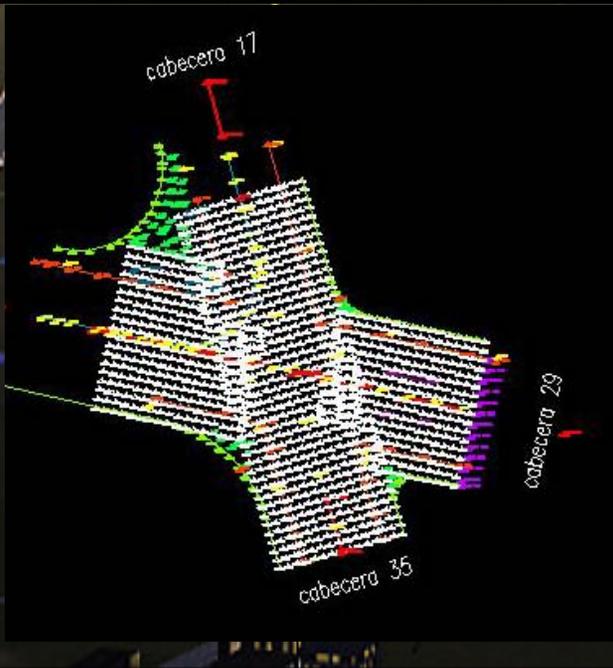
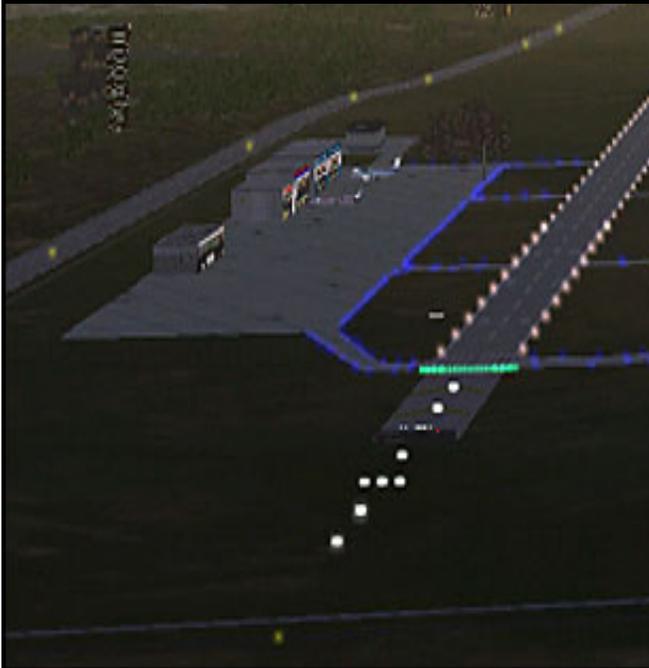
Nota 1. Véase en el Anexo 15, Apéndice B, las ilustraciones gráficas de las superficies de resolución de datos de obstáculos.



# Sistemas de Coordenadas

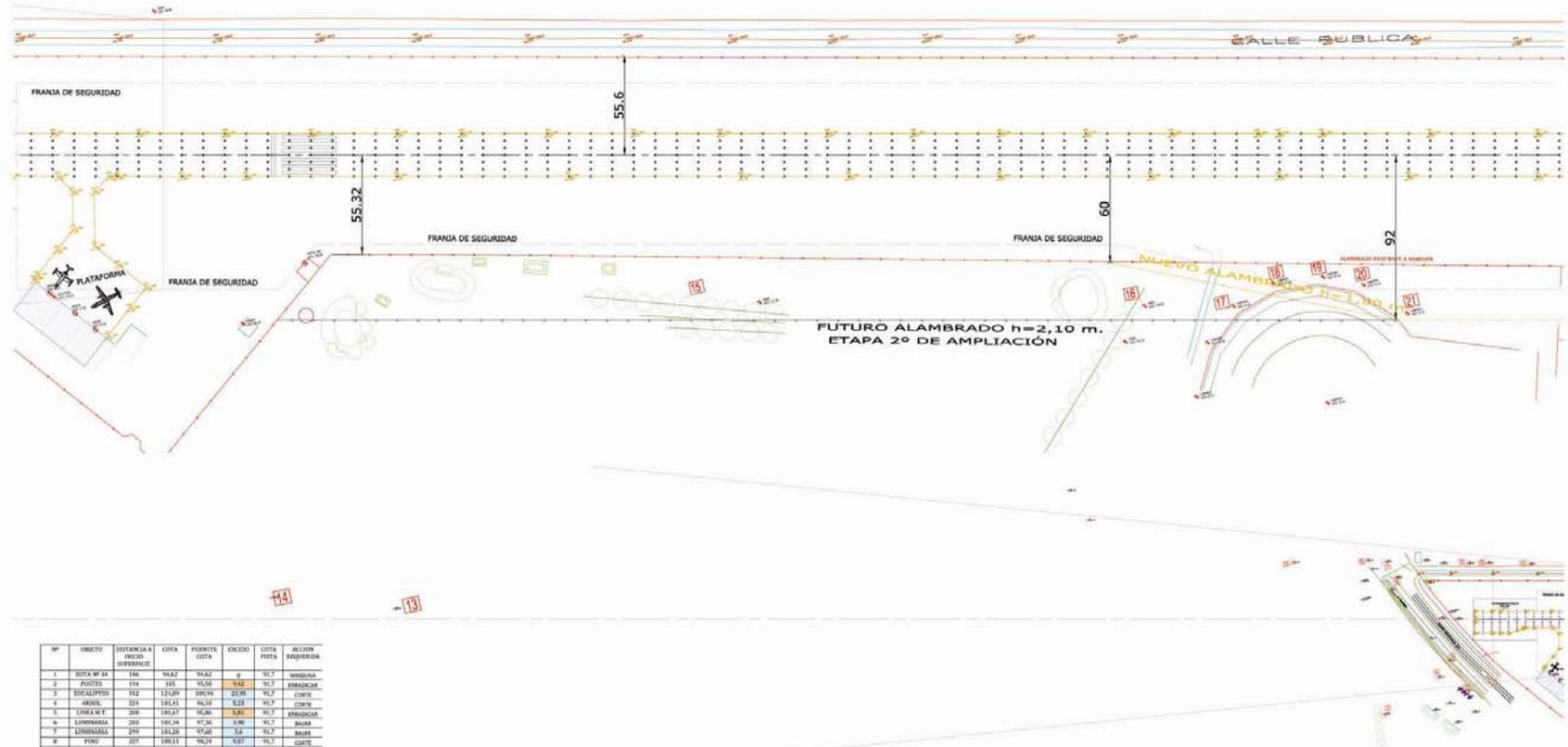
## Datos topográficos del Aerodrómo

- Levantamiento de Pistas



# Datos topográficos del Aerodrómo

- Relevamiento de obstáculos



| Nº | OBJETO            | DISTANCIA A INICIO DE SEGURIDAD | COTA   | PERIOTE COTA | ESLORO | COTA PISTA | ALCANTARILLADO |
|----|-------------------|---------------------------------|--------|--------------|--------|------------|----------------|
| 1  | BOTA Nº 14        | 146                             | 94.82  | 94.82        | 0      | 94.7       | INDICADA       |
| 2  | POSTES            | 174                             | 95     | 94.58        | 0.42   | 94.7       | ERRADICAR      |
| 3  | ESCALAFON         | 182                             | 124.89 | 100.94       | 23.95  | 94.7       | COMTE          |
| 4  | ARBO              | 221                             | 101.43 | 94.38        | 7.05   | 94.7       | COMTE          |
| 5  | LINEA WLT         | 208                             | 101.37 | 94.36        | 6.99   | 94.7       | ERRADICAR      |
| 6  | ESPERADERA        | 209                             | 101.34 | 94.36        | 6.98   | 94.7       | BAJAR          |
| 7  | ESPERADERA        | 209                             | 101.28 | 94.36        | 6.92   | 94.7       | BAJAR          |
| 8  | FINO              | 227                             | 100.11 | 94.27        | 5.84   | 94.7       | COMTE          |
| 9  | ARBO              | 102                             | 100.37 | 94.34        | 6.03   | 94.7       | COMTE          |
| 10 | ARBO              | 154                             | 96.38  | 94.78        | 1.6    | 94.7       | COMTE          |
| 11 | ARBO              | 95                              | 95.75  | 94.6         | 1.15   | 94.7       | COMTE          |
| 12 | FINO              | 433                             | 100.06 | 100.02       | 0.04   | 94.7       | COMTE          |
| 13 | ANTENA            | 1704                            | 110.63 | 121.78       | 11.15  | 94.7       | BAJAR          |
| 14 | ANTENA            | 1808                            | 112.69 | 121.69       | 8.9    | 94.7       | BAJAR          |
| 15 | ARBOLES           | 12                              | 101.76 | 94.87        | 6.9    | 94.7       | COMTE          |
| 16 | ARBOLES           | 14                              | 100.95 | 94.72        | 6.23   | 94.7       | COMTE          |
| 17 | ALAMBRADO WIDEKIT | 21                              | 97.67  | 94.01        | 3.66   | 94.68      | COMTE          |
| 18 | ALAMBRADO WIDEKIT | 6                               | 97.20  | 94.57        | 7.71   | 94.6       | ERRADICAR      |
| 19 | ALAMBRADO WIDEKIT | 0                               | 97.44  | 94.69        | 8.24   | 94.6       | ERRADICAR      |
| 20 | ALAMBRADO WIDEKIT | 0                               | 97.61  | 94.76        | 8.14   | 94.6       | ERRADICAR      |
| 21 | ALAMBRADO WIDEKIT | 11                              | 97.32  | 94.33        | 8.11   | 94.6       | ERRADICAR      |

PLANO DE IDENTIFICACION DE OBSTACULOS  
OBST-2

|              |               |  |           |          |   |              |
|--------------|---------------|--|-----------|----------|---|--------------|
| COMITENTE:   |               | AEROPUERTO SUNCHALES   |           |          |   | PLANO N°:    |
| PROYECTISTA: |               | PROVINCIA DE SANTA FE<br>"PROLONGACION DE PISTA Y ADECUACION DE FRANJAS DE SEGURIDAD"<br>PLANO DE OBSTACULOS |           |          |   | SCH-OBS-01-B |
|              | GLOBAL SURVEY | FECHA:   | REVISION: | NOV 2011 | A |              |
|              |               | EMISION ORIGINAL:  | REVISION: | NOV 2011 | A |              |

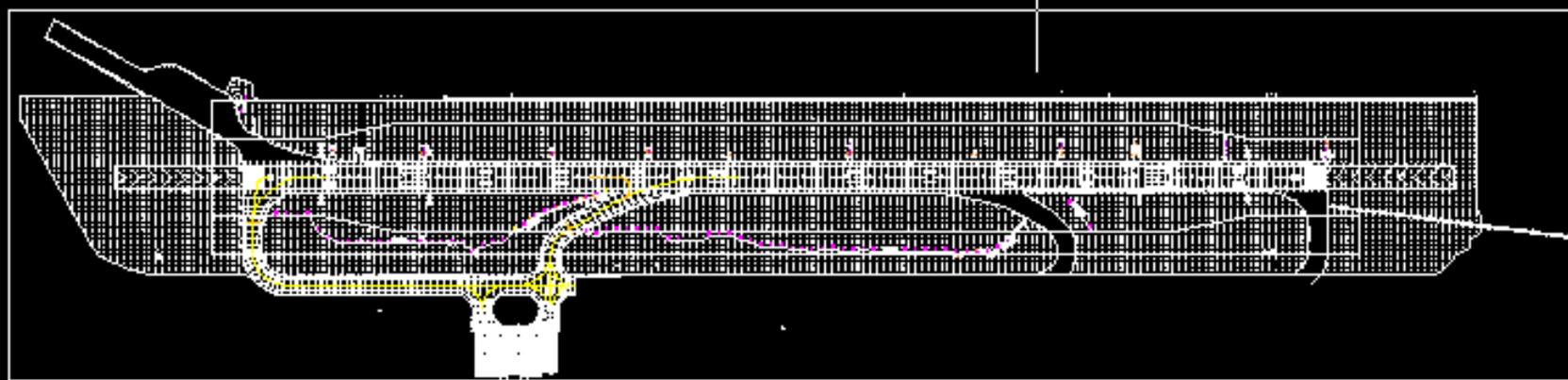
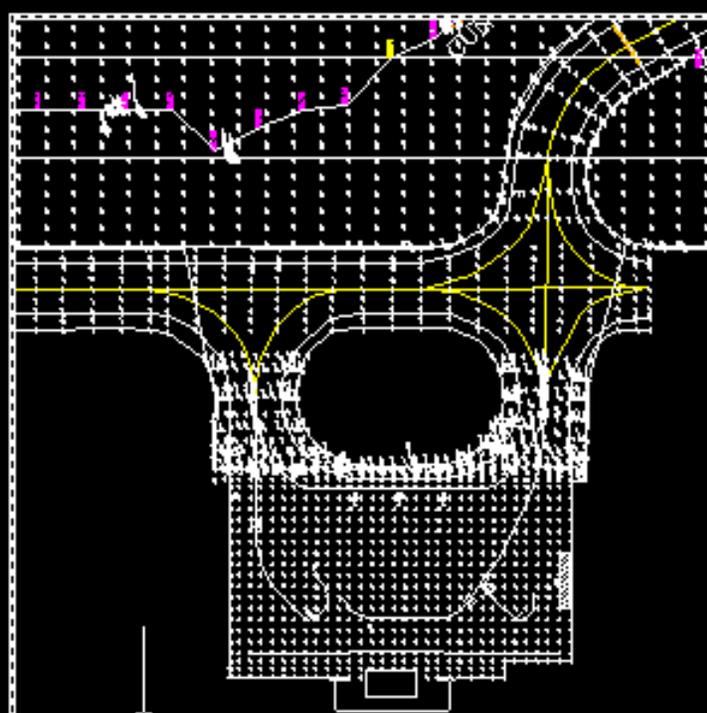
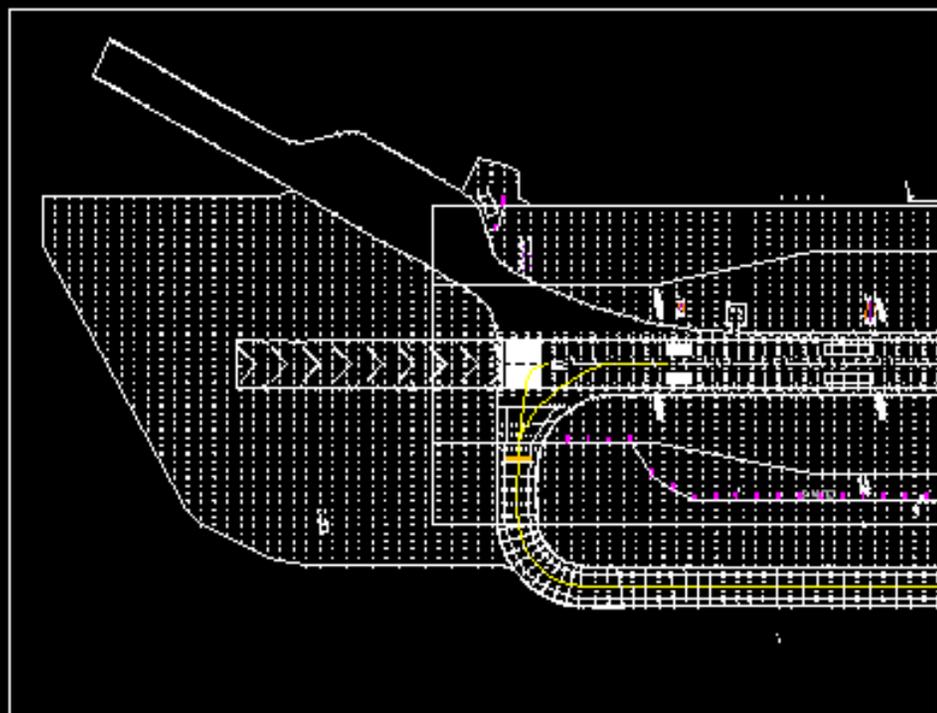
# Datos topográficos del Aerodrómo

- Relevamiento de obstáculos

| Nº | OBJETO           | DISTANCIA A INICIO SUPERFICIE | COTA   | PERMITE COTA | EXCESO | COTA PISTA | ACCION REQUERIDA |
|----|------------------|-------------------------------|--------|--------------|--------|------------|------------------|
| 1  | RUTA Nº 34       | 146                           | 94,62  | 94,62        | 0      | 91,7       | NINGUNA          |
| 2  | POSTES           | 194                           | 105    | 95,58        | 9,42   | 91,7       | ERRADICAR        |
| 3  | EUCALIPTUS       | 312                           | 124,89 | 100,94       | 23,95  | 91,7       | CORTE            |
| 4  | ARBOL            | 224                           | 101,41 | 96,18        | 5,23   | 91,7       | CORTE            |
| 5  | LINEA M.T.       | 208                           | 101,67 | 95,86        | 5,81   | 91,7       | ERRADICAR        |
| 6  | LUMINARIA        | 283                           | 101,34 | 97,36        | 3,98   | 91,7       | BAJAR            |
| 7  | LUMINARIA        | 299                           | 101,28 | 97,68        | 3,6    | 91,7       | BAJAR            |
| 8  | PINO             | 327                           | 108,11 | 98,24        | 9,87   | 91,7       | CORTE            |
| 9  | ARBOL            | 182                           | 100,37 | 95,34        | 5,03   | 91,7       | CORTE            |
| 10 | ARBOL            | 154                           | 99,38  | 94,78        | 4,6    | 91,7       | CORTE            |
| 11 | ARBOL            | 95                            | 99,75  | 93,6         | 6,15   | 91,7       | CORTE            |
| 12 | PINO             | 431                           | 109,96 | 100,32       | 9,64   | 91,7       | CORTE            |
| 13 | ANTENA           | 1704                          | 149,63 | 125,78       | 23,85  | 91,7       | BAJAR            |
| 14 | ANTENA           | 1878                          | 142,03 | 129,26       | 12,77  | 91,7       | BAJAR            |
| 15 | ARBOLES GOLF     | 32                            | 101,76 | 94,67        | 7,09   | 90,1       | CORTE            |
| 16 | ARBOLES GOLF     | 31                            | 100,55 | 90,72        | 9,83   | 90,1       | CORTE            |
| 17 | ALUMBRADO MIDGET | 21                            | 97,67  | 92,45        | 5,22   | 89,45      | ERRADICAR        |
| 18 | ALUMBRADO MIDGET | 6                             | 97,28  | 89,57        | 7,71   | 89,1       | ERRADICAR        |
| 19 | ALUMBRADO MIDGET | 0                             | 97,44  | 89,00        | 8,44   | 89         | ERRADICAR        |
| 20 | ALUMBRADO MIDGET | 0                             | 97,04  | 89,00        | 8,04   | 88,9       | ERRADICAR        |
| 21 | ALUMBRADO MIDGET | 14                            | 97,32  | 89,18        | 8,14   | 88,9       | ERRADICAR        |

## Datos topográficos del Aeródromo

- Relevamiento de Aeródromo Paraná



# Datos topográficos del Aeródromo

- Relevamiento de Aeródromo Paraná

| Punto | Norte      | Este       | H Ort  | Descripción |
|-------|------------|------------|--------|-------------|
| 60000 | 6482825.37 | 5454217.79 | 78.494 | PF 1        |
| 14819 | 6481735.56 | 5454298.13 | 62.46  | B CAMINO    |
| 14820 | 6481735.24 | 5454298.11 | 62.499 | B CAMINO    |
| 14821 | 6481724.11 | 5454297.1  | 62.519 | B CAMINO    |
| 15593 | 6481747.7  | 5454337.91 | 62.796 | B PISTA     |
| 15594 | 6481762.87 | 5454340.11 | 62.946 | B PISTA     |
| 15595 | 6481776.08 | 5454342.12 | 63.066 | B PISTA     |
| 15596 | 6481792.16 | 5454344.59 | 63.147 | B PISTA     |
| 15597 | 6481809.91 | 5454347.18 | 63.268 | B PISTA     |
| 15598 | 6481827.99 | 5454349.65 | 63.395 | B PISTA     |
| 15599 | 6481846.51 | 5454352.27 | 63.53  | B PISTA     |
| 15600 | 6481865.81 | 5454355.02 | 63.642 | B PISTA     |
| 15601 | 6481884.94 | 5454357.86 | 63.796 | B PISTA     |
| 3743  | 6483389.78 | 5454335.47 | 72.847 | EJE RODAJE  |
| 3378  | 6483272.94 | 5454292.23 | 72.887 | EJE RODAJE  |
| 3379  | 6483265.19 | 5454290.22 | 72.91  | EJE RODAJE  |
| 3389  | 6483261.99 | 5454300.8  | 72.707 | EJE RODAJE  |
| 3390  | 6483264.8  | 5454302.06 | 72.692 | EJE RODAJE  |
| 3402  | 6483260.31 | 5454310.97 | 72.549 | EJE RODAJE  |
| 3403  | 6483261.07 | 5454308.42 | 72.579 | EJE RODAJE  |
| 5052  | 6483662.34 | 5454677.16 | 70.142 | TN          |
| 5053  | 6483652.42 | 5454673.59 | 70.181 | TN          |
| 5054  | 6483642.91 | 5454670.48 | 70.187 | TN          |

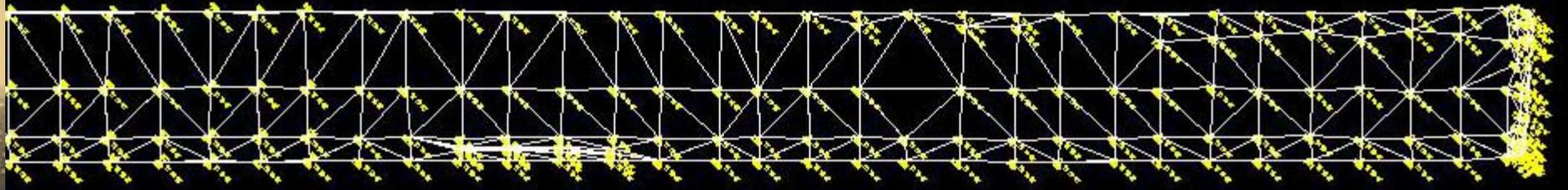
# Datos topográficos del Aeródromo

- Relevamiento de Aeródromo Paraná

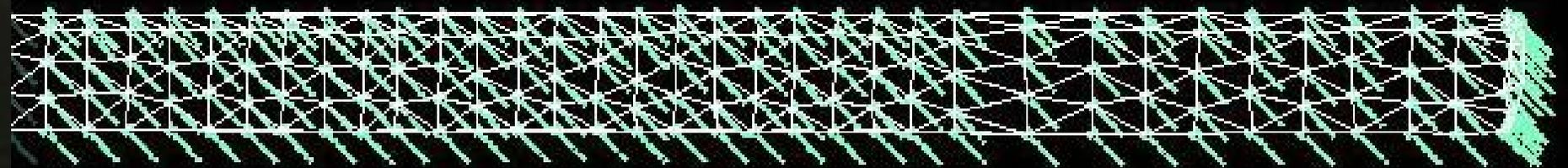
| COORDENADAS PLANAS |            |            |            |            |             | COORDENADAS GEOGRAFICAS |                  |                  |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------------------|------------------|------------------|
| GK Faja 5          |            |            | Aer Paraná |            |             |                         |                  |                  |
|                    | Norte      | Este       | H          | Norte      | Este        |                         | Latitud          | Longitud         |
| 1                  | 6483586.34 | 5454362.65 | 75.65      | 6483687.43 | 8500065.886 | PF4                     | -31° 47' 14.640" | -60° 28' 54.692" |
| 2                  | 6483323.81 | 5454297.93 | 73.38      | 6483425.2  | 8500000     | PF2                     | -31° 47' 23.154" | -60° 28' 57.196" |
| 3                  | 6482815.65 | 5454216.19 | 78.71      | 6482917.42 | 8499916.012 | PF1                     | -31° 47' 39.640" | -60° 29' 00.389" |

## Datos topográficos del Aeródromo

- Modelo Digital de terreno
- Terreno Natural

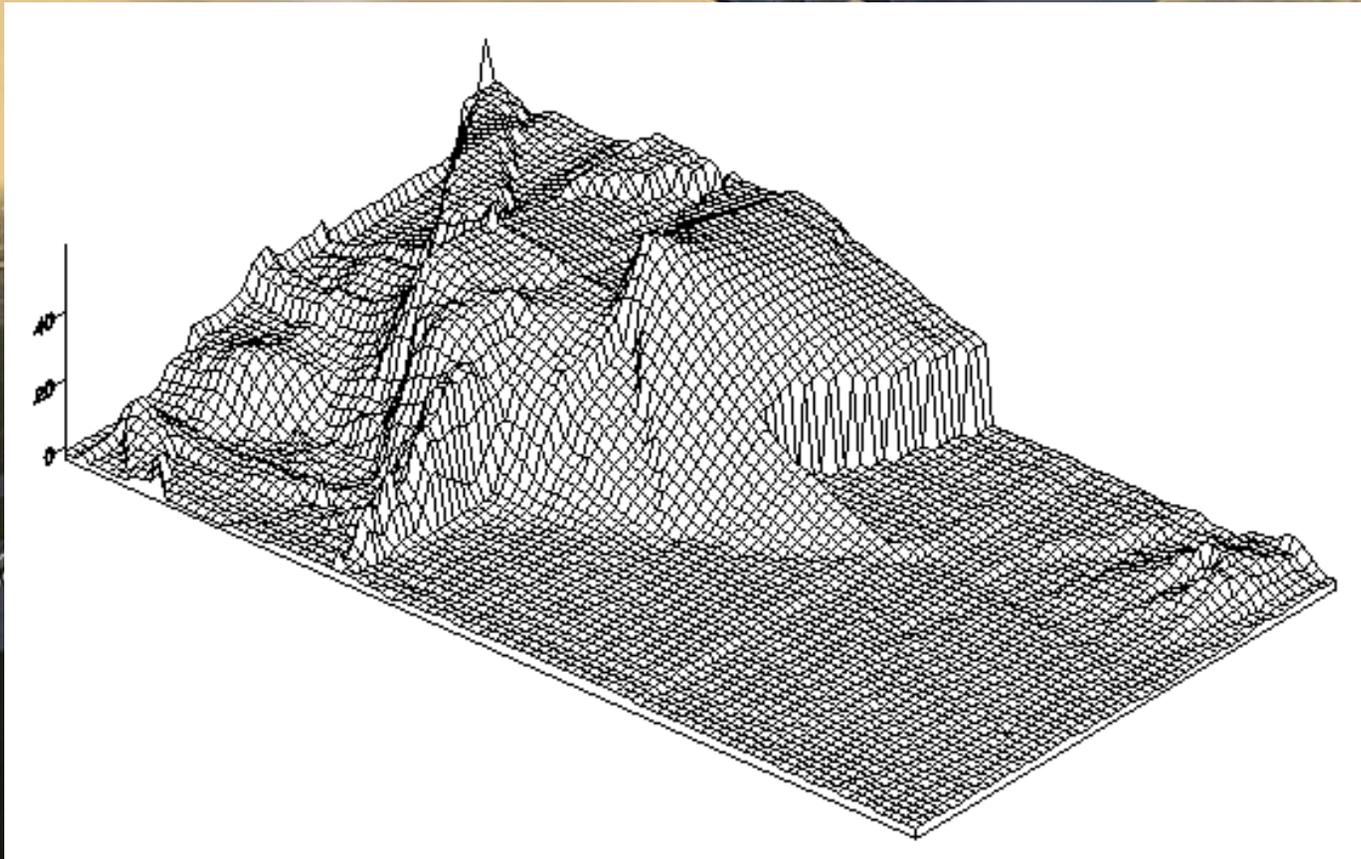


- Terreno Terminado



## Datos topográficos del Aeródromo

- Modelo Digital de terreno



## Datos topográficos del Aeródromo

- Modelo Digital de terreno
- Cómputo Final

### Prismoidal Volume Results

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| Original Surface Model: | Surface -TN Origen    |
| Final Surface Model:    | Surface TN Excavación |
| Cut Compaction Factor:  | 0.00 %                |
| Fill Compaction Factor: | 0.00 %                |
| Raw Cut Volume:         | 6700.343 cu m         |
| Compacted Cut Volume:   | 0.000 cu m            |
| Total Cut Volume:       | 6700.343 cu m         |
| Raw Fill Volume:        | 401.018 cu m          |
| Compacted Fill Volume:  | 0.000 cu m            |
| Total Fill Volume:      | 401.018 cu m          |

### Prismoidal Volume Results

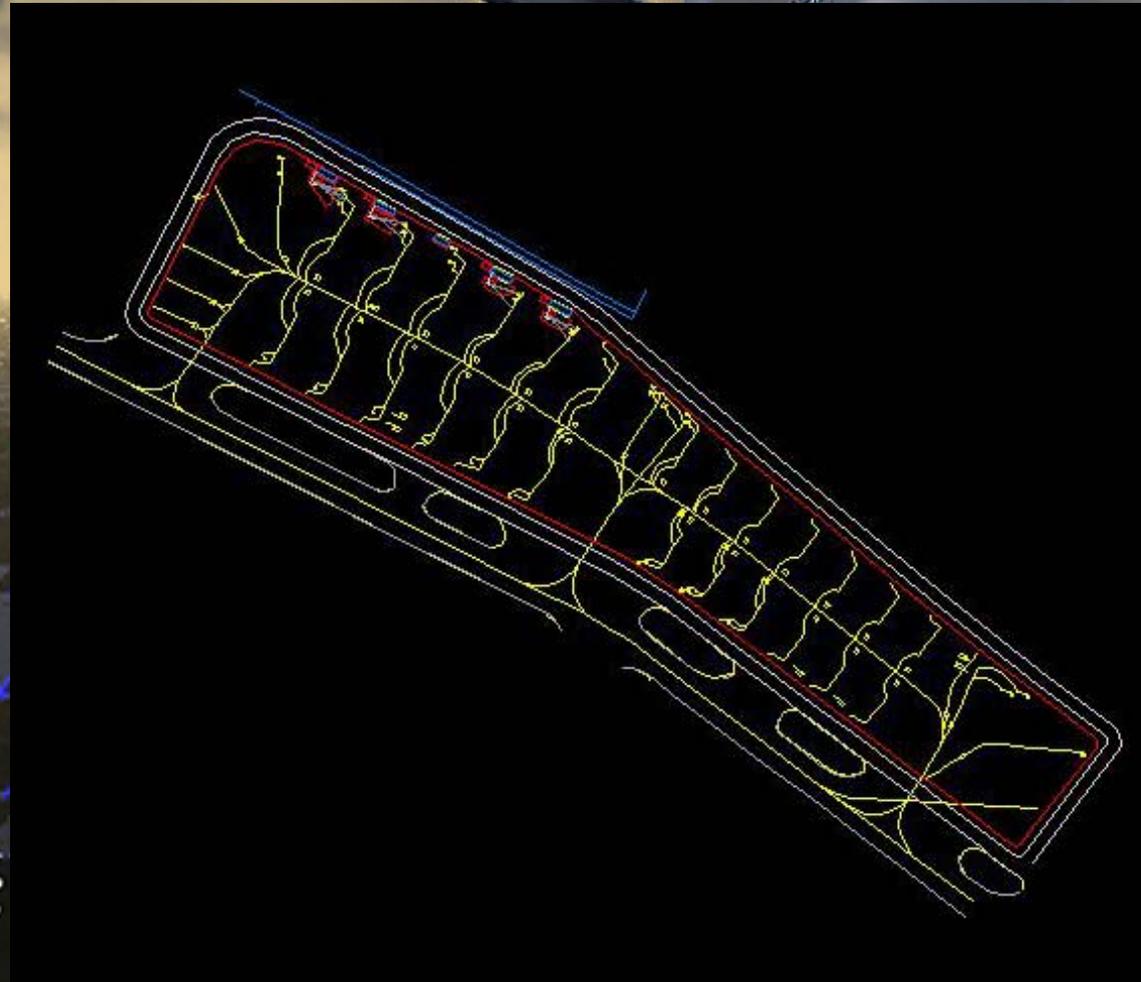
|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| Original Surface Model: | Surface TN Excavación |
| Final Surface Model:    | Surface Suabo cemento |
| Cut Compaction Factor:  | 0.00 %                |
| Fill Compaction Factor: | 0.00 %                |
| Raw Cut Volume:         | 0.089 cu m            |
| Compacted Cut Volume:   | 0.000 cu m            |
| Total Cut Volume:       | 0.089 cu m            |
| Raw Fill Volume:        | 14339.811 cu m        |
| Compacted Fill Volume:  | 0.000 cu m            |
| Total Fill Volume:      | 14339.811 cu m        |

# Datos topográficos del Aeródromo

## Replanteo Métodos

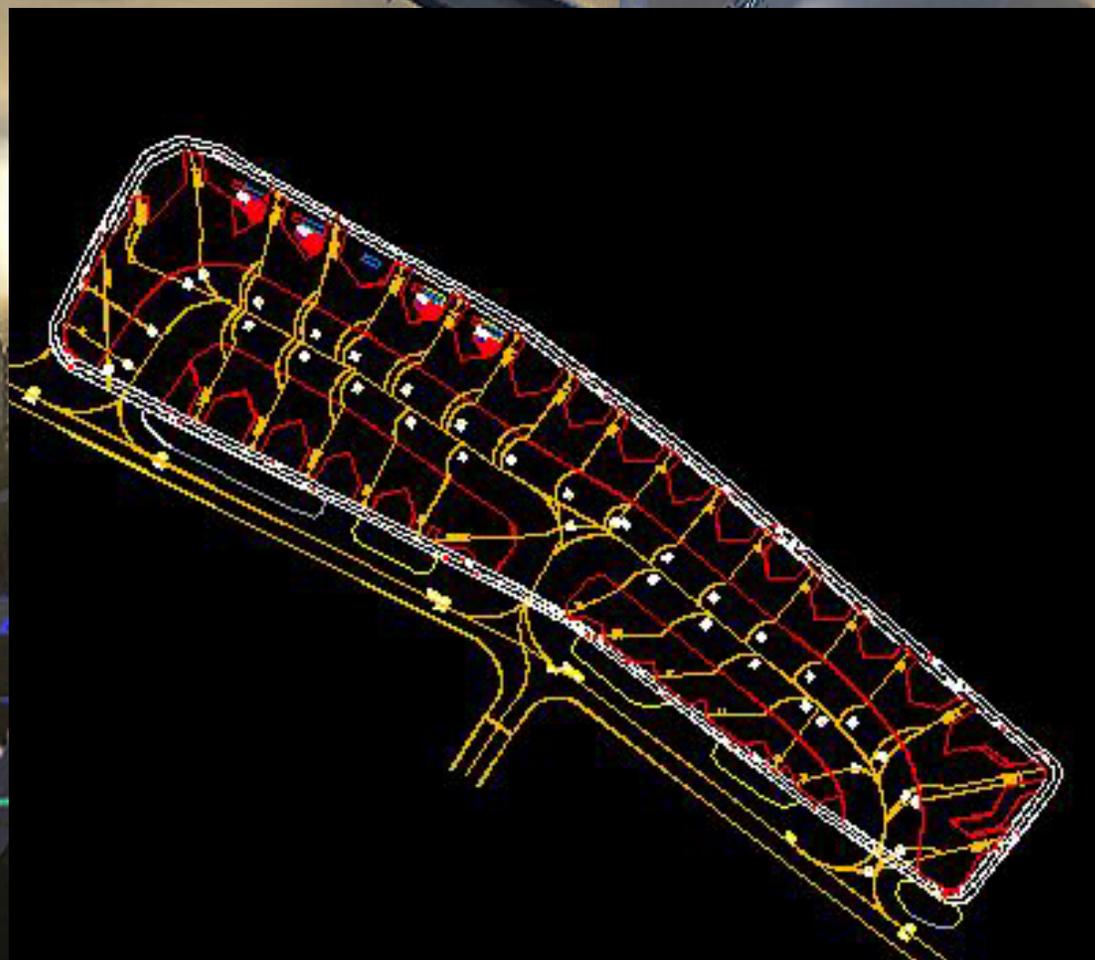
- El relevamiento de todo el Aeropuerto se encuentra en el sistema de coordenadas locales
- Se proyecta en base a distintos parámetros de diseño de acuerdo a las normas establecidas
- Se mantienen los sistemas de coordenadas en el proyecto (Cad)
- Aprobado el proyecto, se obtienen del mismo archivo digital las coordenadas en sistema local
- Se incorporan las coordenadas a los equipos
- Apoyados en los PF del Aeropuerto se replantean a la precisión necesaria (desde milímetros hasta cm)
- Se asegura una exactitud del replanteo tal cual se proyectó
- Permite una base gráfica digital y una base de datos para futuras obras
- Permite la vinculación con los sistemas globales.
- Actualización permanente del plano base del Aeropuerto con relevamientos de los sectores a afectar, de forma sencilla

Datos topográficos del Aeródromo  
Replanteo  
Relevamiento Plataforma de Aeroparque

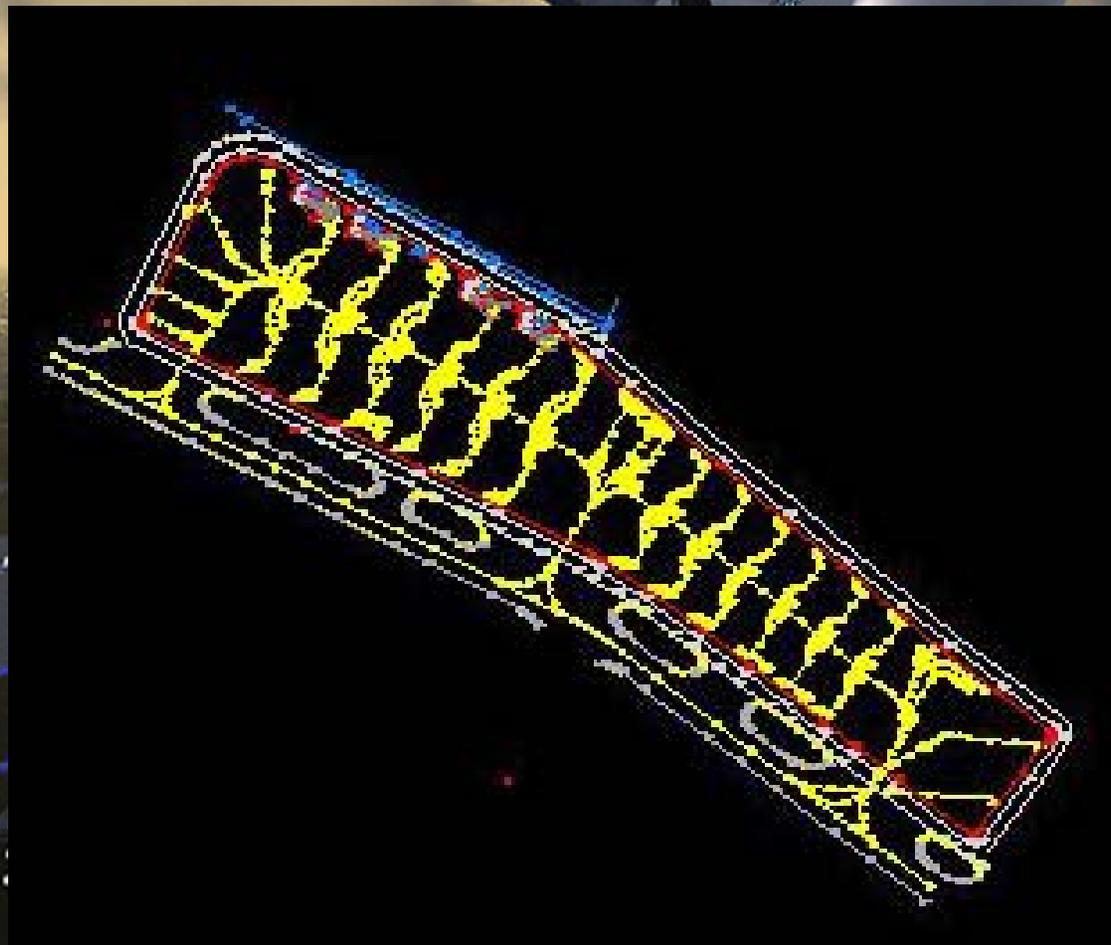


Datos topográficos del Aeródromo  
Replanteo

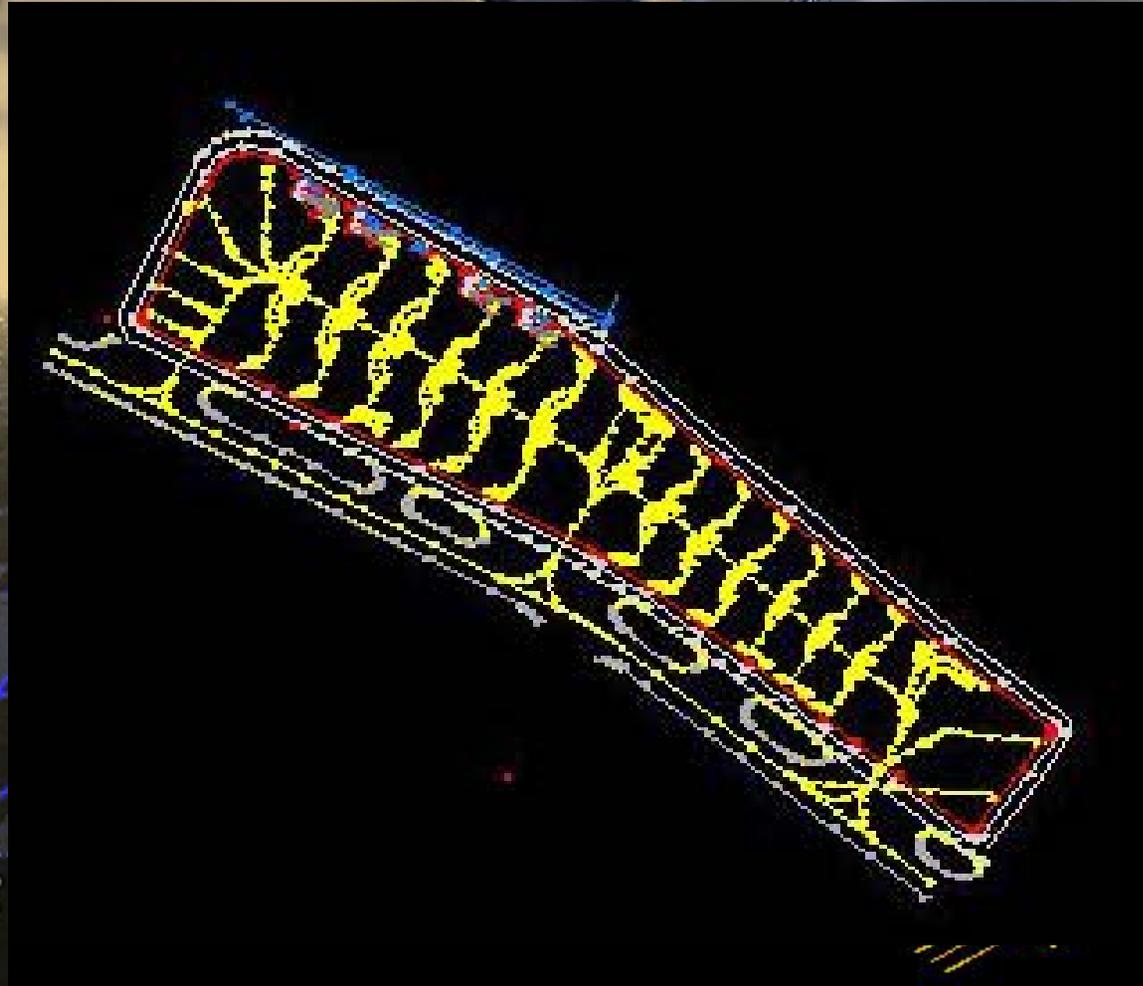
Proyecto Plataforma de Aeroparque



Datos topográficos del Aeródromo  
Replanteo  
Replanteo Plataforma de Aeroparque



# Replanteo Plataforma de Aeroparque



# Datos topográficos del Aeródromo

## Conclusiones

- Se debe definir un sistema de coordenadas locales que permita cualquier metodología de medición
  - Que sea fácilmente su vinculación con el sistema de cada país
  - La materialización y cuidado de los mojones que lo representan
  - La creación de una base de datos
- Definir el tipo de instrumental necesario para los trabajos en función de sus precisiones y metodología de cálculo
- Efectuar los proyectos sobre este único sistema de coordenadas
- Actualización permanente de bases de datos gráficos y numericos

# Datos topográficos del Aeródromo

## Clasificación y nivel de integridad de datos – Capitulo II Anexo 14

- Datos críticos, nivel de integridad  $1 \times 10^{-8}$ : existe gran probabilidad de que utilizando datos críticos alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de la aeronave se pondrán en grave riesgo con posibilidades de catástrofes.
- Datos esenciales, nivel de integridad  $1 \times 10^{-5}$ : existe baja probabilidad de que utilizando datos esenciales alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de la aeronave se pondrán en grave riesgo con posibilidades de catástrofe
- Datos ordinarios, nivel de integridad  $1 \times 10^{-3}$ : existe muy baja probabilidad de que utilizando datos ordinarios alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de la aeronave se pondrán en grave riesgo con posibilidades de catástrofe

# Datos topográficos del Aeródromo

Tipo y clasificación de los datos de posición – Doc 9674

- Puntos de area o de ruta
- Puntos de Aeródromos o helipuertos
- Tipos de Datos
  - Puntos medidos: determinados por mediciones (Lat, Lon, h elip, Cota)
  - Puntos calculados: derivados de puntos conocidos y obtenidos a través de formulas matemáticas
  - Puntos declarados: puntos definidos en coordenadas (lat, lon) ubicados en el espacio en base de estudios y que dependen de distintos factores

# Datos topográficos del Aeródromo

Obtención de los datos – Doc 9674

1. Mediciones convencionales (pequeñas áreas)
2. Fotogrametría (grandes áreas)
3. Digitalización de Cartografía (grandes áreas)

# Datos topográficos del Aeródromo

## Tolerancias en la obtención de los datos – Doc 9674 – Anexo 11 – Anexo 14

Tabla 1. Latitud y longitud

| Latitud y longitud  | Exactitud y tipo de datos                    | Integridad y clasificación      |
|---|--|---------------------------------|
| Puntos de los límites de las regiones de información de vuelo .....   | 2 km<br>declarada                            | $1 \times 10^{-2}$<br>ordinaria |
| Puntos de los límites de las zonas P, R, D (situadas fuera de los límites CTA/CTZ) .....  | 2 km<br>declarada                            | $1 \times 10^{-2}$<br>ordinaria |
| Puntos de los límites de las zonas P, R, D (situadas dentro de los límites CTA/CTZ) .....   | 100 m<br>calculada                           | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Puntos de los límites CTA/CTZ .....   | 100 m<br>calculada                           | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Ayudas para la navegación y puntos de referencia en ruta, de espera y STAR/SID .....  | 100 m<br>levantamiento topográfico/calculada | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Obstáculos en el Área 1 (en todo el territorio del Estado) .....  | 50 m<br>levantamiento topográfico            | $1 \times 10^{-2}$<br>ordinaria |
| Obstáculos en el Área 2 (la parte situada fuera de los límites del aeródromo/heliporto) .....   | 5m<br>levantamiento topográfico              | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Puntos de referencia/puntos de aproximación final y otros puntos de referencia/puntos esenciales que incluyan los procedimientos de aproximación por instrumentos ..... | 3m<br>levantamiento topográfico/calculada    | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |

# Datos topográficos del Aeródromo

## Tolerancias en la obtención de los datos – Doc 9674 – Anexo 11 – Anexo 14

| Elevación/altura/alturas   | Exactitud y tipo de datos                        | Integridad y clasificación      |
|--|--|---------------------------------|
| Altura sobre el umbral, para aproximaciones de precisión .....                                   | 0,5 m<br>calculada                               | $1 \times 10^{-4}$<br>crítica   |
| Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H) .....                                     | según lo especificado en los PANS-OPS (Doc 8168) | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Obstáculos en el Área 1 (todo el territorio del Estado), elevaciones .....                       | 30 m<br>levantamiento topográfico                | $1 \times 10^{-3}$<br>ordinaria |
| Obstáculos en el Área 2 (en la parte situada fuera de los límites del aeródromo/heliporto) ..... | 3m<br>levantamiento topográfico                  | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Equipo radiotelemétrico (DME), elevación .....   | 30 m (100 ft)<br>levantamiento topográfico       | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Altitud para los procedimientos de aproximación por instrumentos .....                           | según lo especificado en los PANS-OPS (Doc 8168) | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Altitudes mínimas .....  | 50 m<br>calculada                                | $1 \times 10^{-3}$<br>ordinaria |

Tabla 3. Declinación y variación magnética

| Declinación/variación   | Exactitud y tipo de datos            | Integridad y clasificación      |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| Declinación de la estación de la ayuda para la navegación VHF NAVAID utilizada para la alineación técnica ..... | 1 grado<br>levantamiento topográfico | $1 \times 10^{-5}$<br>esencial  |
| Variación magnética de la ayuda para la navegación NDB .....  | 1 grado<br>levantamiento topográfico | $1 \times 10^{-3}$<br>ordinaria |

# Datos topográficos del Aeródromo

## Tolerancias en la obtención de los datos – Doc 9674 – Anexo 11 – Anexo 14

Tabla 4. Marcación

| Marcación  | Exactitud y tipo de datos | Integridad y clasificación   |
|--|---------------------------|------------------------------|
| Tramos de las aerovías .....   | 1/10 grados calculada     | $1 \times 10^{-4}$ ordinaria |
| Determinación de los puntos de referencia en ruta y de área terminal .....                           | 1/10 grados calculada     | $1 \times 10^{-4}$ ordinaria |
| Tramos de rutas de llegada/salida de área terminal .....   | 1/10 grados calculada     | $1 \times 10^{-4}$ ordinaria |
| Determinación de los puntos de referencia para procedimientos de aproximación por instrumentos ..... | 1/100 grados calculada    | $1 \times 10^{-5}$ esencial  |

Tabla 5. Longitud/distancia/dimensión

| Longitud/distancia/dimensión  | Exactitud y tipo de datos | Integridad y clasificación   |
|---|---------------------------|------------------------------|
| Longitud de los tramos de las aerovías .....  | 1/10 km calculada         | $1 \times 10^{-4}$ ordinaria |
| Distancia para la determinación de los puntos de referencia en ruta .....   | 1/10 km calculada         | $1 \times 10^{-4}$ ordinaria |
| Longitud de los tramos de rutas de llegada/salida de área terminal .....  | 1/100 km calculada        | $1 \times 10^{-5}$ esencial  |
| Distancia para la determinación de los puntos de referencia para procedimientos de aproximación de área terminal y por instrumentos ..... | 1/100 km calculada        | $1 \times 10^{-5}$ esencial  |

# Topografía para control de pavimentos en Aeródromos

Muchas gracias por su atención

Agrim. Mario Memolli

[mmemolli2007@gmail.com](mailto:mmemolli2007@gmail.com)

