



**IX Seminario ALACPA de Pavimentos Aeroportuarios/ VII Taller FAA/
II Curso Rápido de Pavimentos de Aeródromos**

Topografía para control de pavimentos en Aeródromos

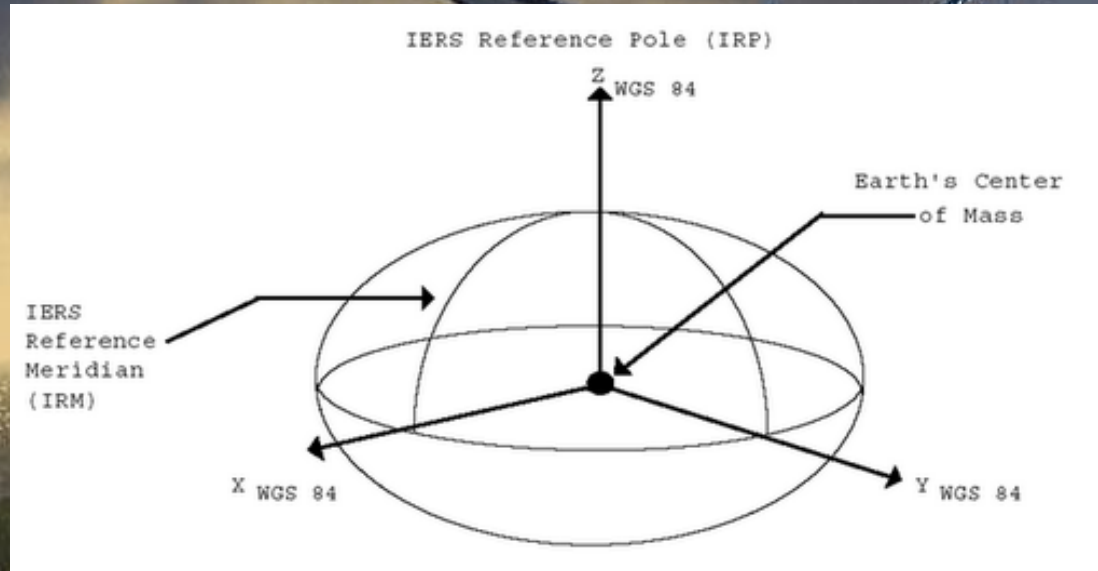
Septiembre de 2012

Agrim. Mario Memolli



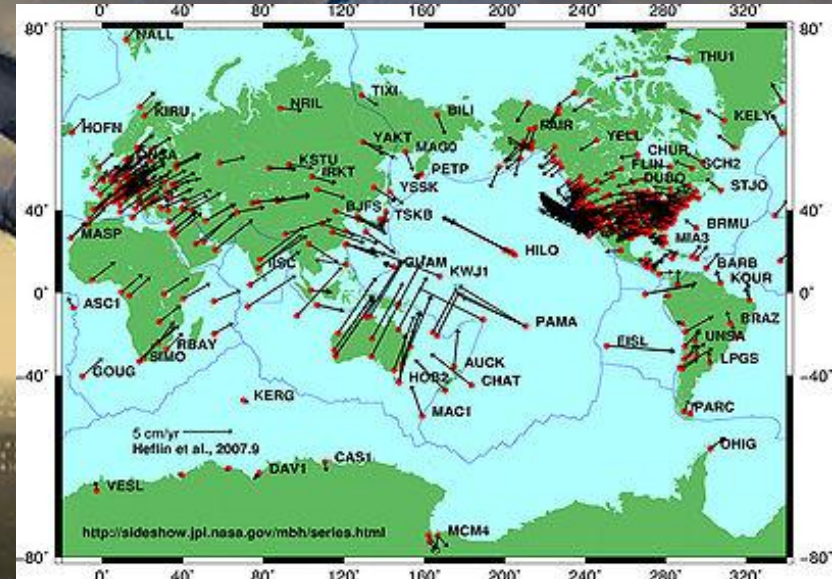
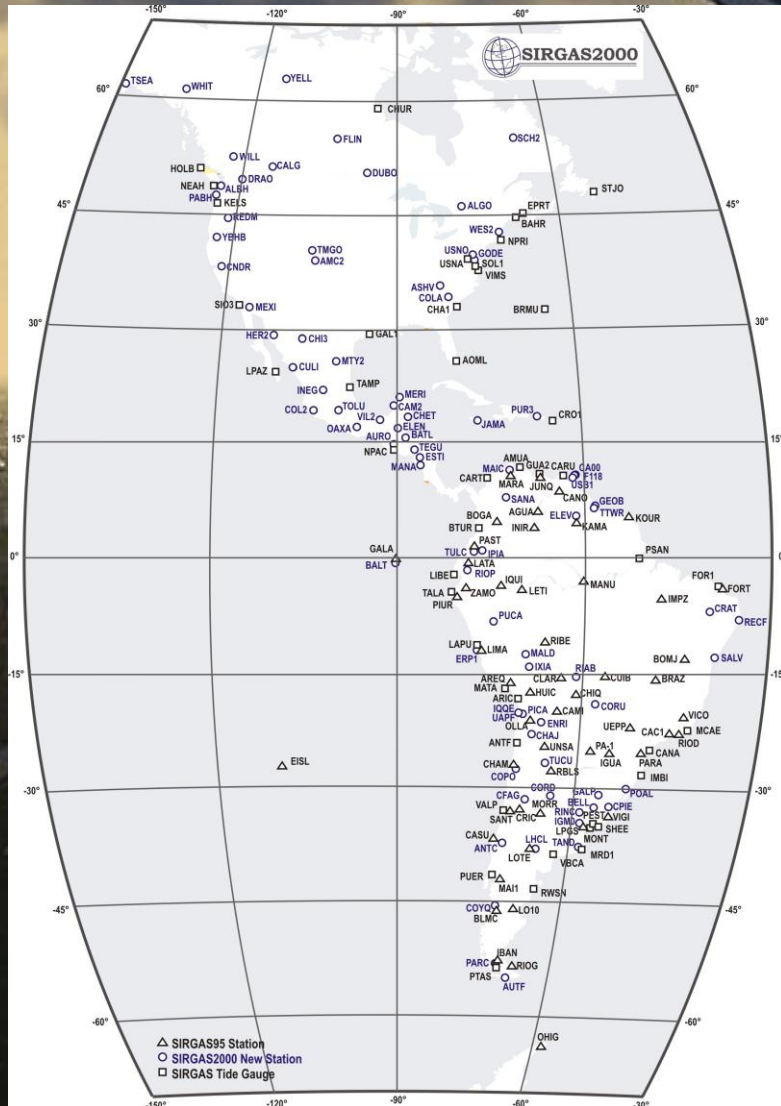
GLOBAL SURVEY

Sistemas de Coordenadas



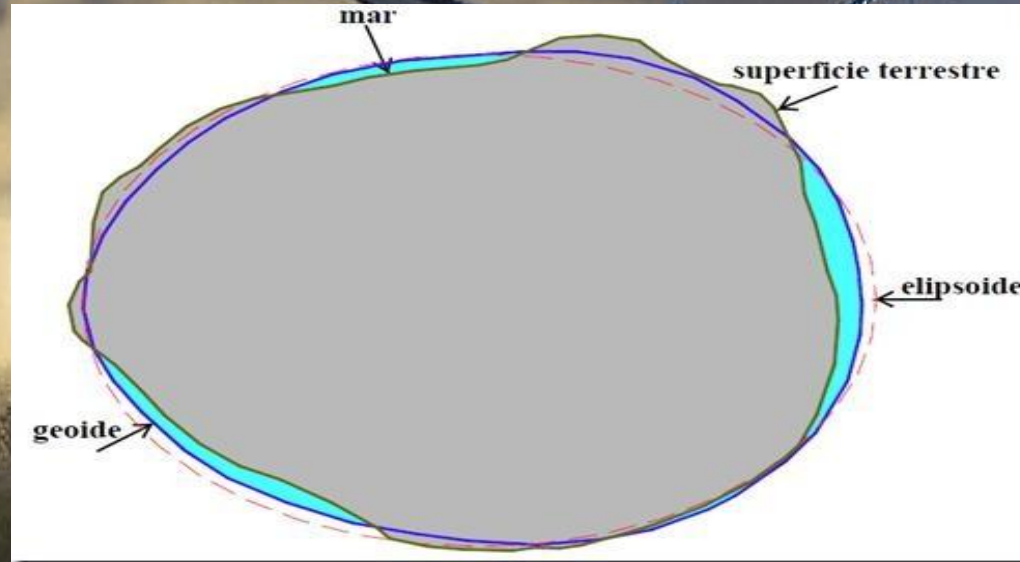
- Las coordenadas de navegación globales son Latitud y Longitud
- La superficie matemática de la tierra utilizada para coordenadas planimétricas a nivel mundiales es el elipsoide WGS84.
- Es la superficie matemática que mayor se asemeja a la forma de la tierra
- El marco de referencia mundial es el denominado Marco de Referencia Terrestre Internacional ITRF.

Sistemas de Coordenadas



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

Sistemas de Coordenadas



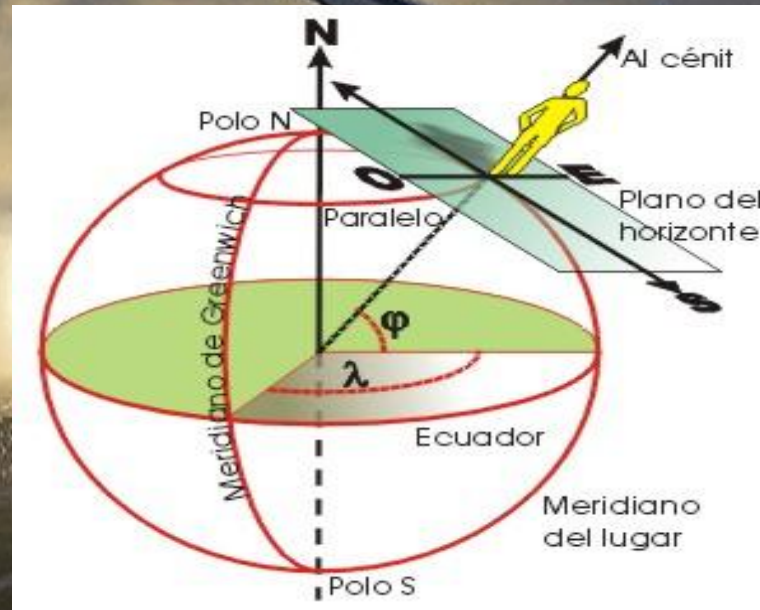
- El marco de referencia vertical se denomina Geoide.
- Es una superficie de igual gradiente gravitatorio
- Es el nivel medio de las aguas en reposo proyectado por debajo de los continentes.
- Cada país tiene su propio sistema vertical

Sistemas de Coordenadas

- 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**



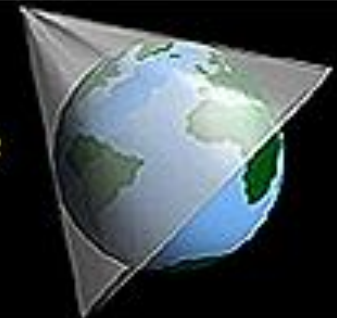
**Oblique
Azimuthal**



**Oblique
Cylindrical**



**Oblique
Conic**



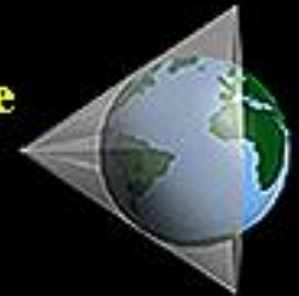
**Transverse
Azimuthal**



**Transverse
Cylindrical**



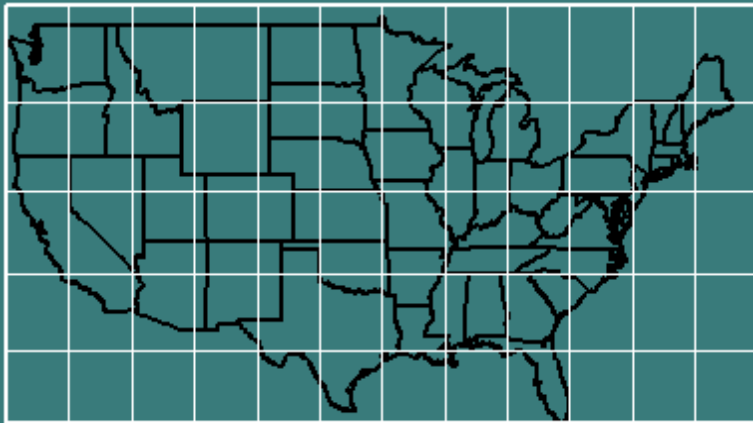
**Transverse
Conic**



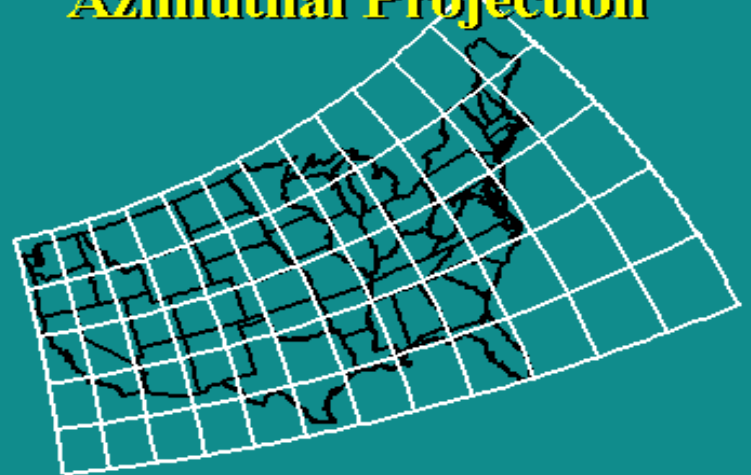
Sistemas de Coordenadas

Coordenadas Planas

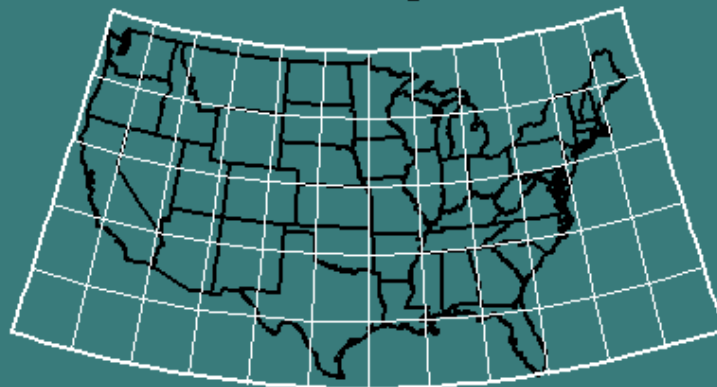
Cylindrical Projection



Azimuthal Projection

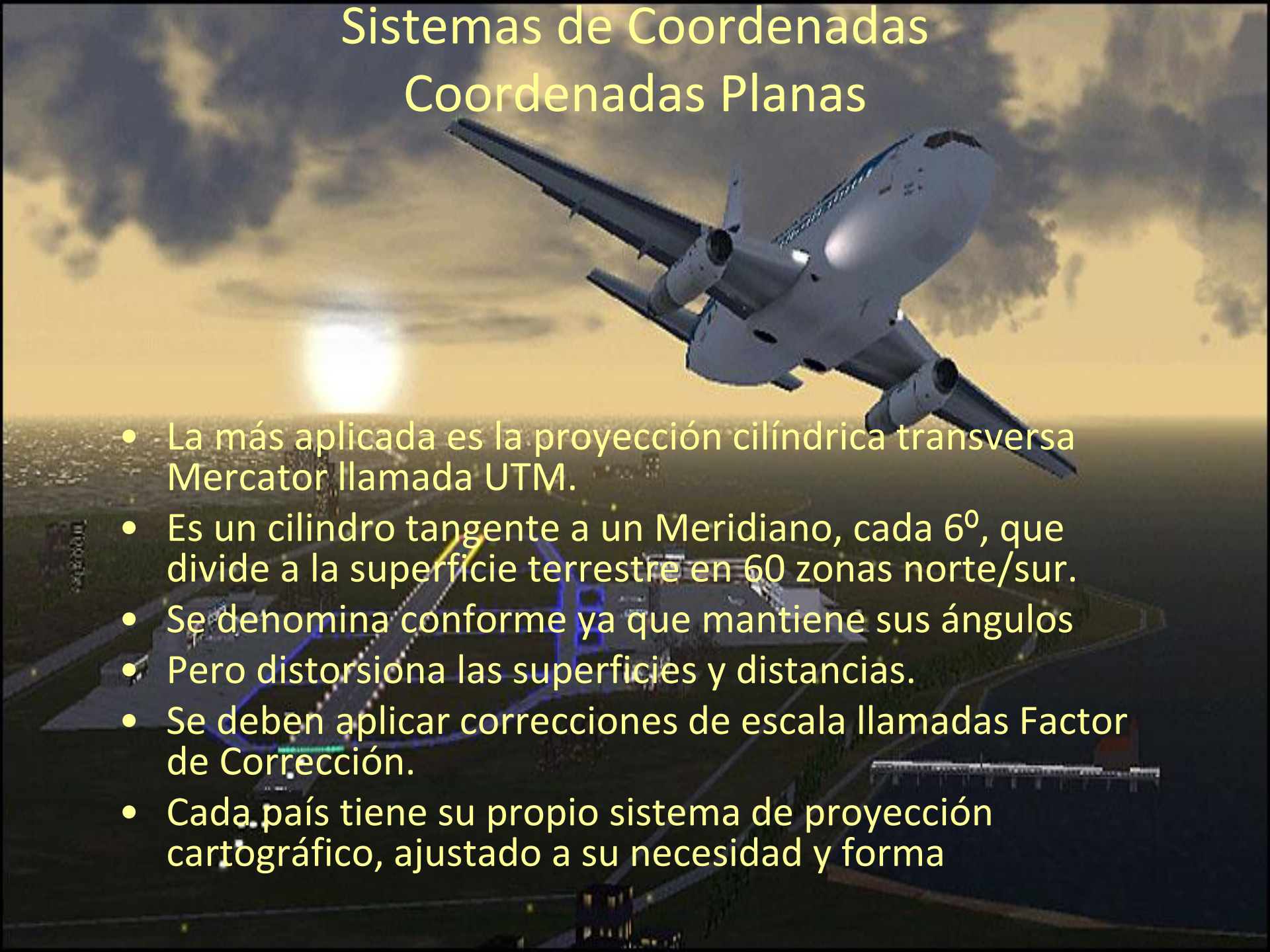


Conic Projection

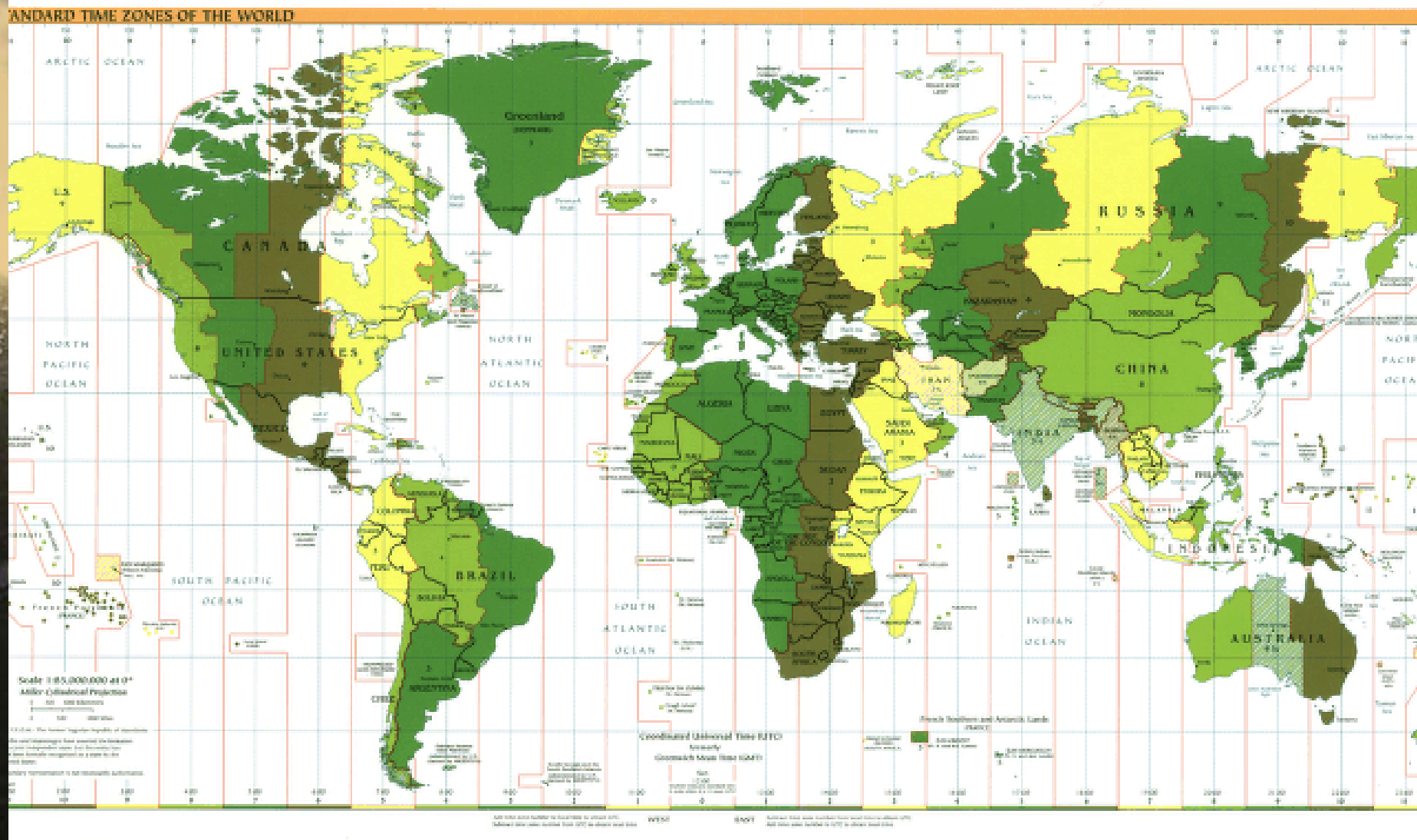


Sistemas de Coordenadas

Coordenadas Planas

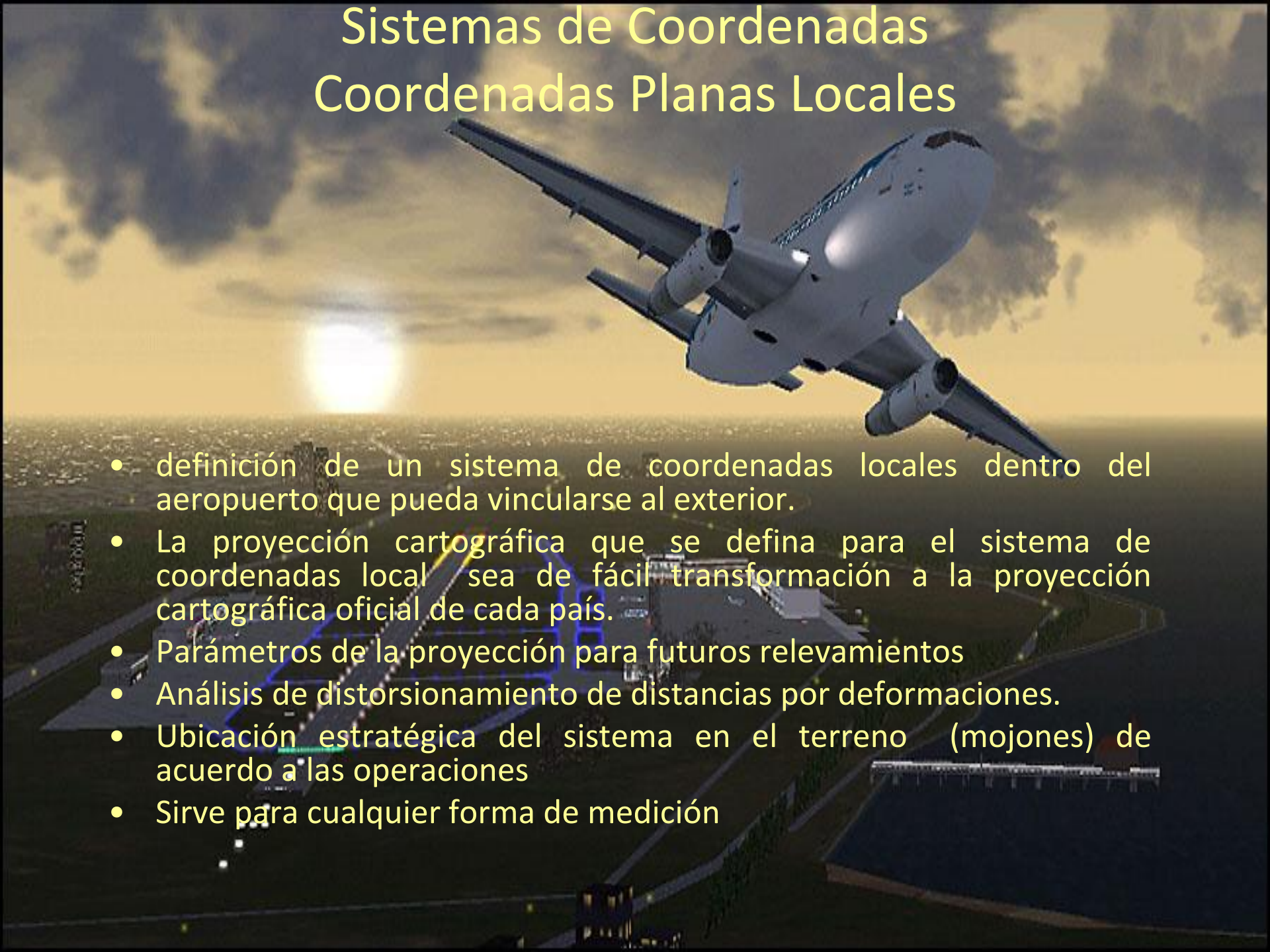
- 
- La más aplicada es la proyección cilíndrica transversa Mercator llamada UTM.
 - Es un cilindro tangente a un Meridiano, cada 6° , que divide a la superficie terrestre en 60 zonas norte/sur.
 - Se denomina conforme ya que mantiene sus ángulos
 - Pero distorsiona las superficies y distancias.
 - Se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

STANDARD TIME ZONES OF THE WORLD



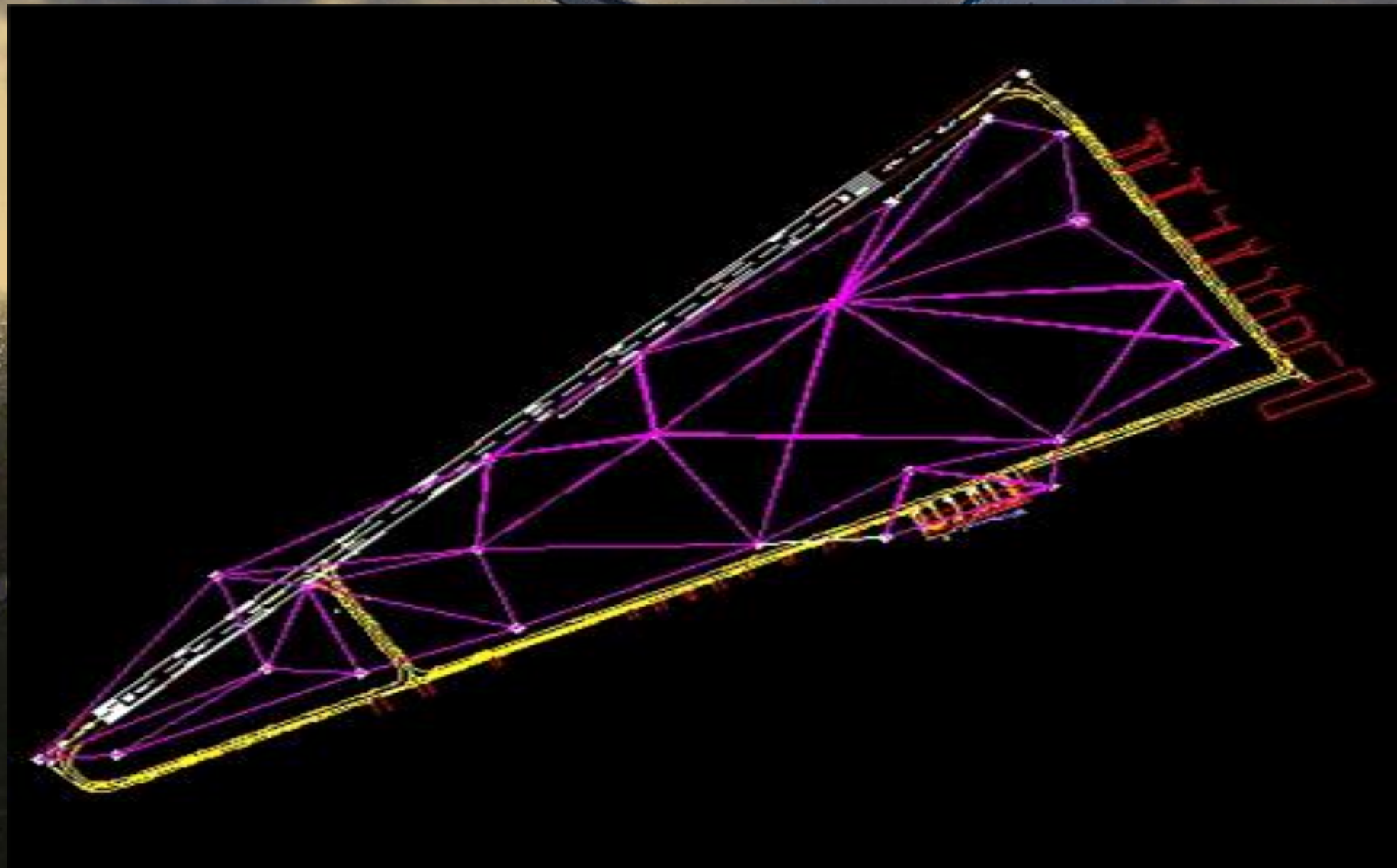
Sistemas de Coordenadas

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

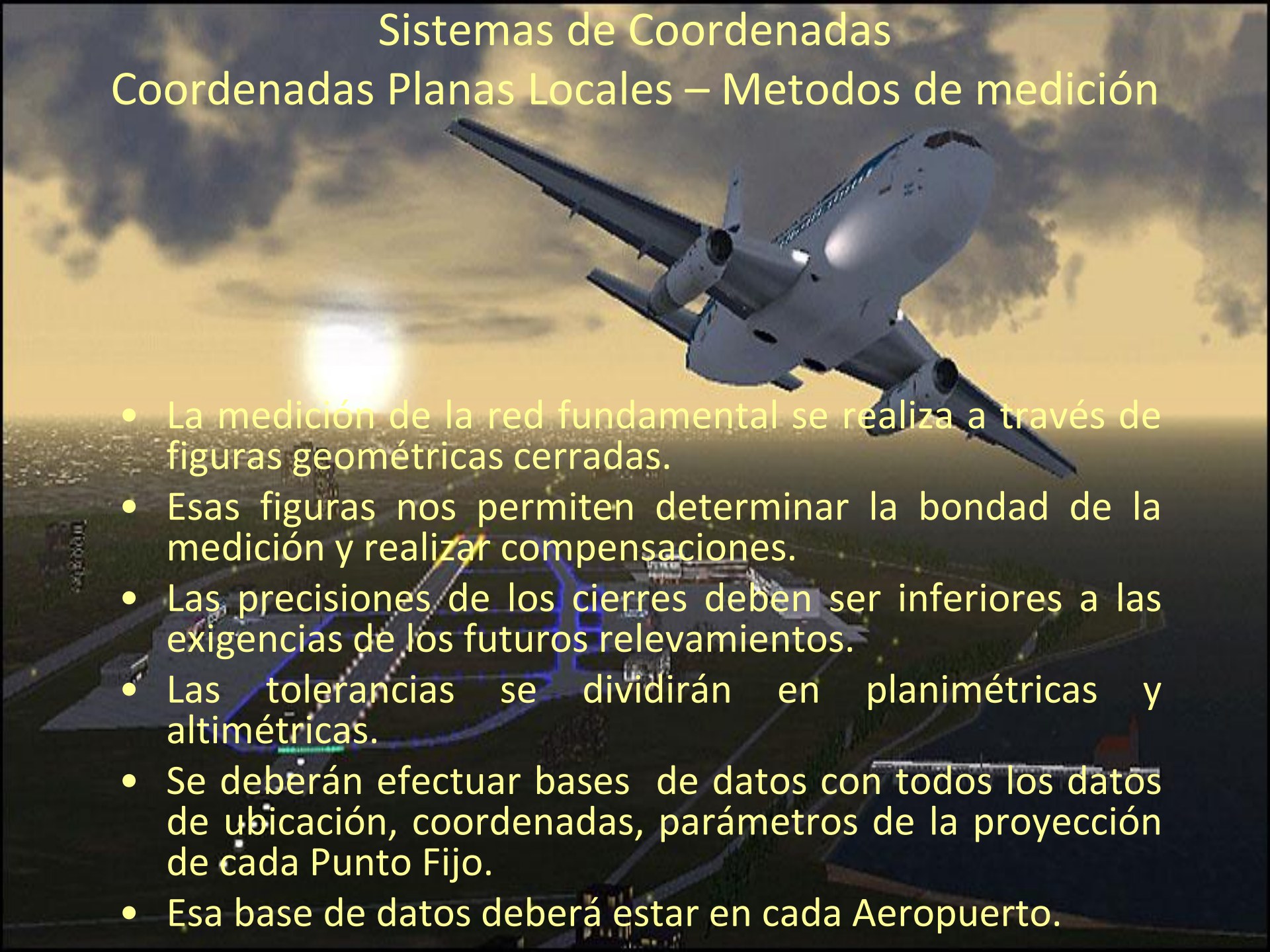
Sistemas de Coordenadas

Coordenadas Planas



Sistemas de Coordenadas

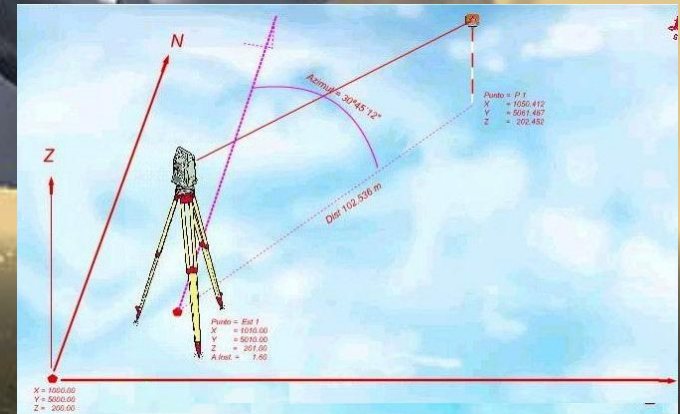
Coordenadas Planas Locales – Metodos de medición

- 
- 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.

Sistemas de Coordenadas

Coordenadas Planas Locales – Métodos de medición

- Estación Total

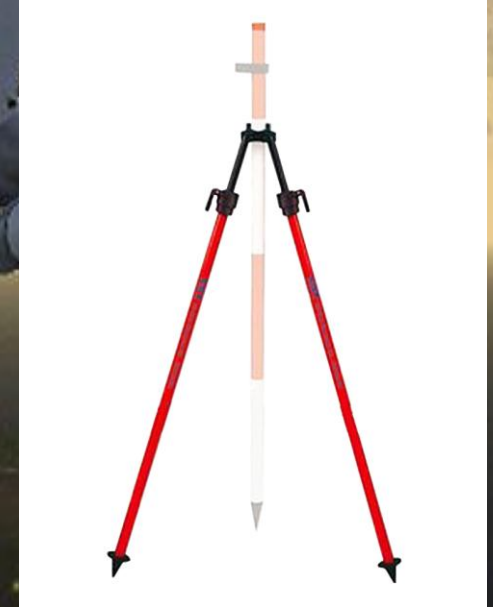


- Mide ángulos verticales , horizontales y distancias, utilizando ondas infrarojas y/o laser por reflexión.
- Existen de distintas precisiones, por su mínima lectura angular directa y por su alcance de medición
- La medición es directa, contemplando temperatura y presión .

Sistemas de Coordenadas

Coordenadas Planas Locales – Métodos de medición

- 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 medición

- 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 medición

- GPS

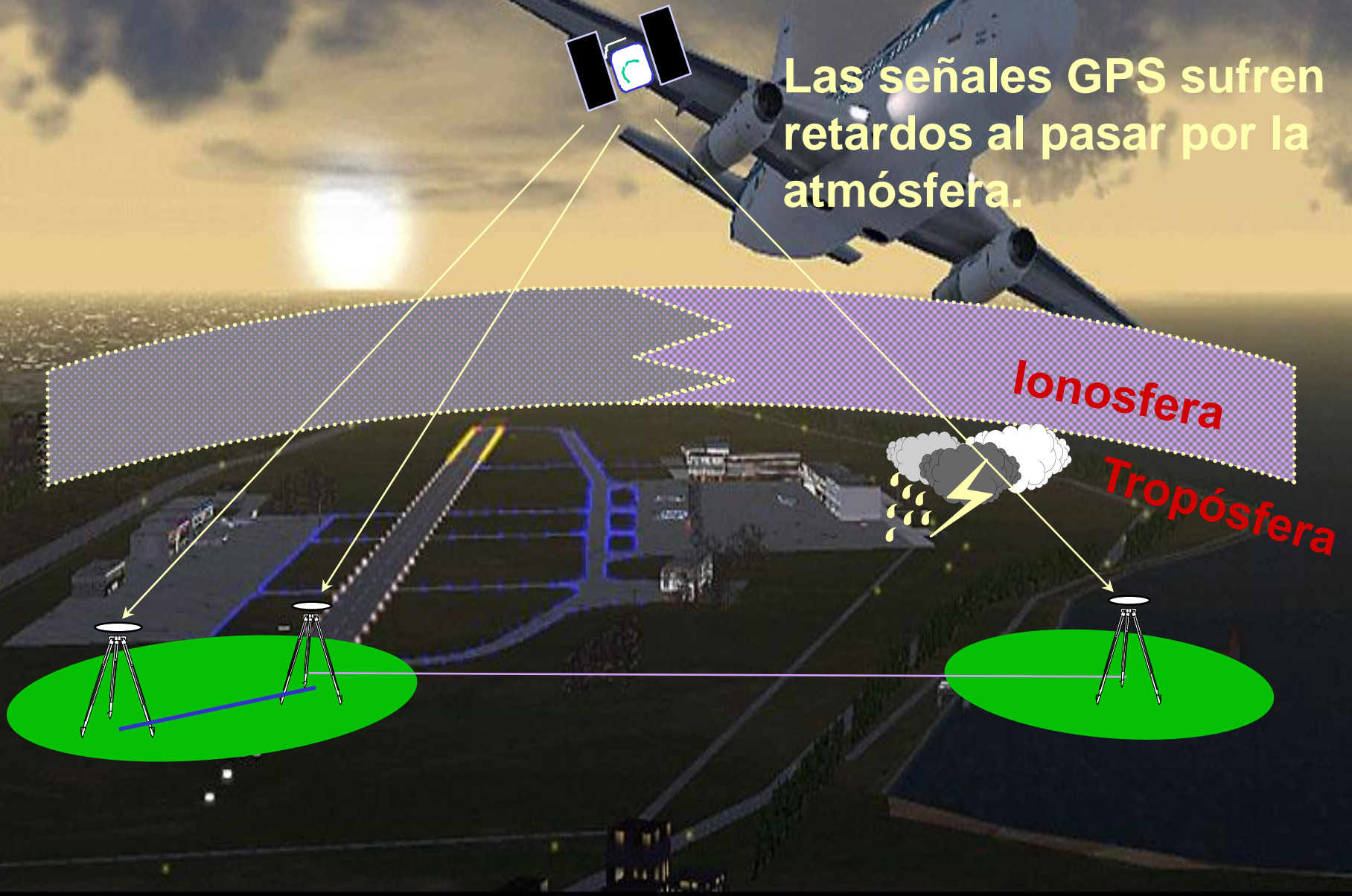


- Existen distintos tipos
 - Mapeo
 - Topográficos
 - Geodésicos
- Simple Frecuencia (Hasta 15 Km), postproceso
- Doble Frecuencia (60 Km o más) postproceso
- RTK (Tiempo Real) sirve para replantear.

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

Altimetría

- 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

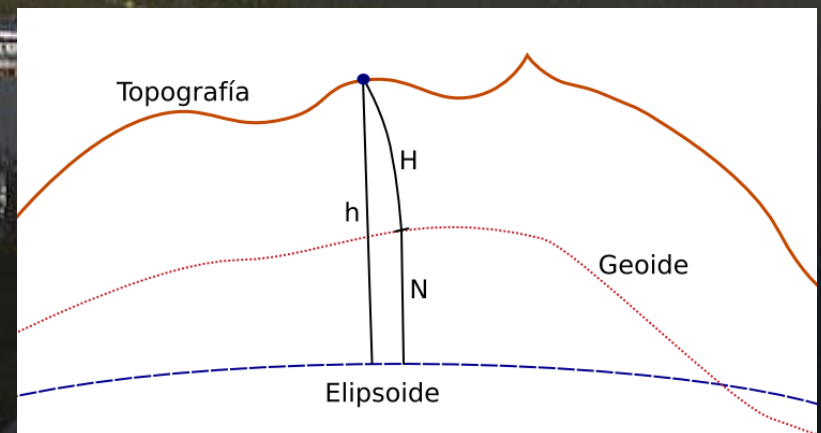
Altimetría

- 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

Altimetría

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



Sistemas de Coordenadas

Altimetría


- **SCANNER**

- Puede alcanzar las precisiones milimétricas
- Mediciones Directas
- Gran Velocidad , se puede trabajar de noche
- Gran cantidad de puntos



Levantamiento de Pavimentos

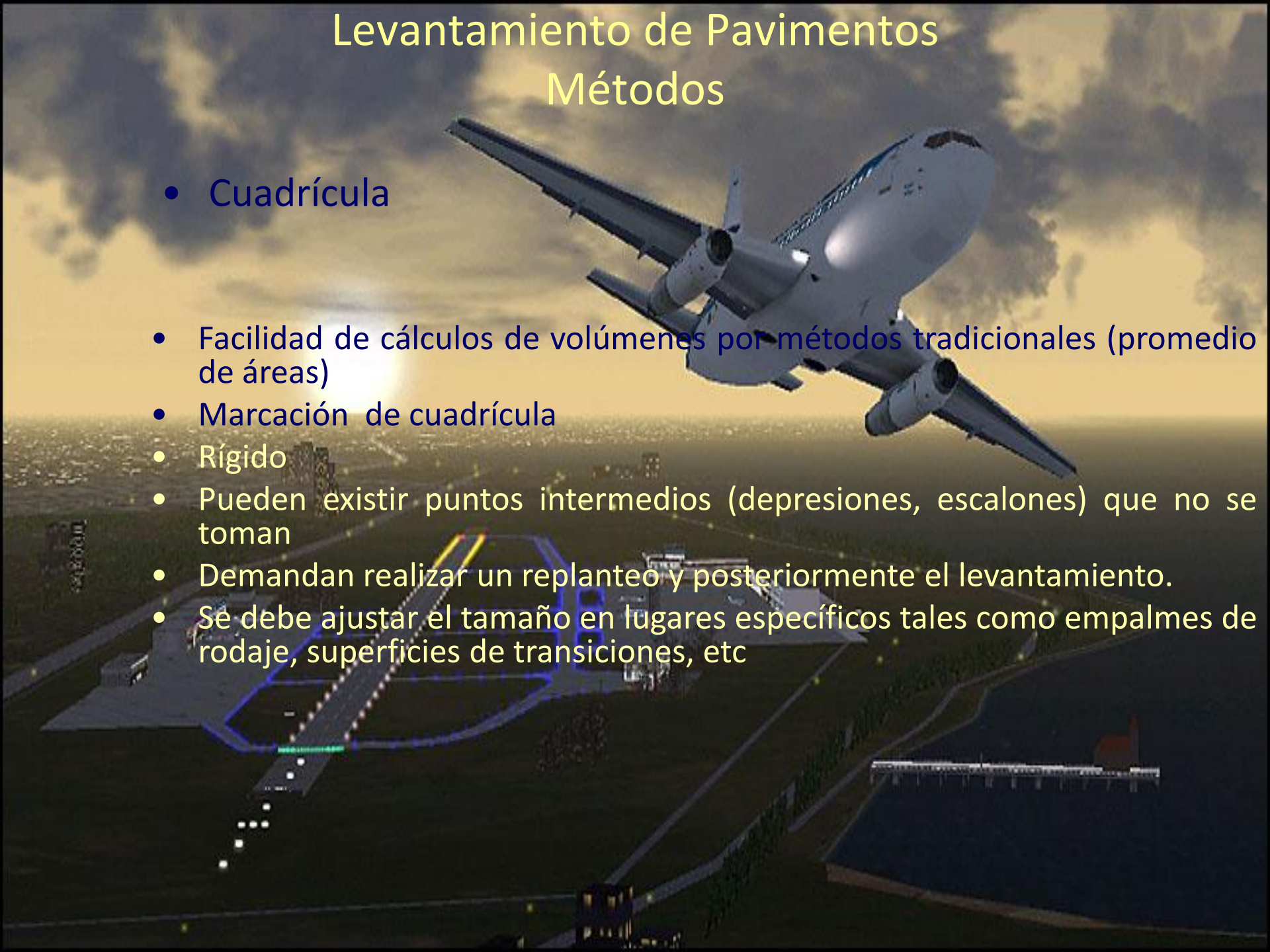
Métodos

- 
- 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 44m²

Levantamiento de Pavimentos

Métodos

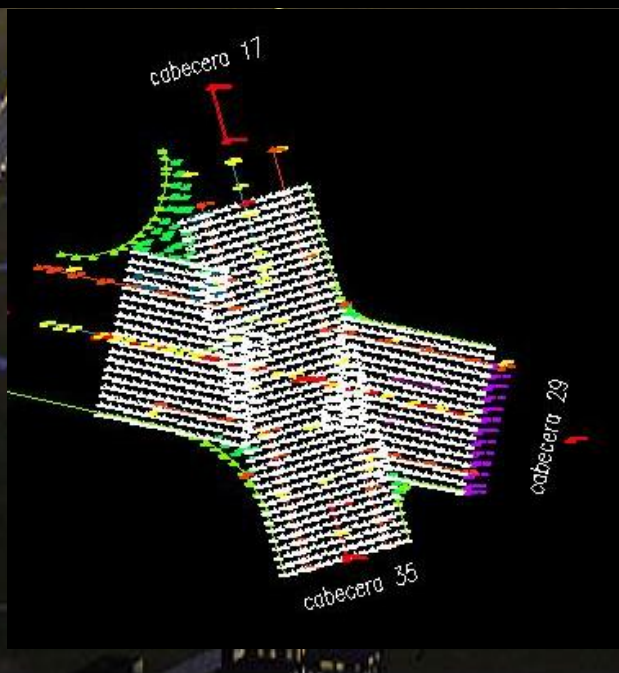
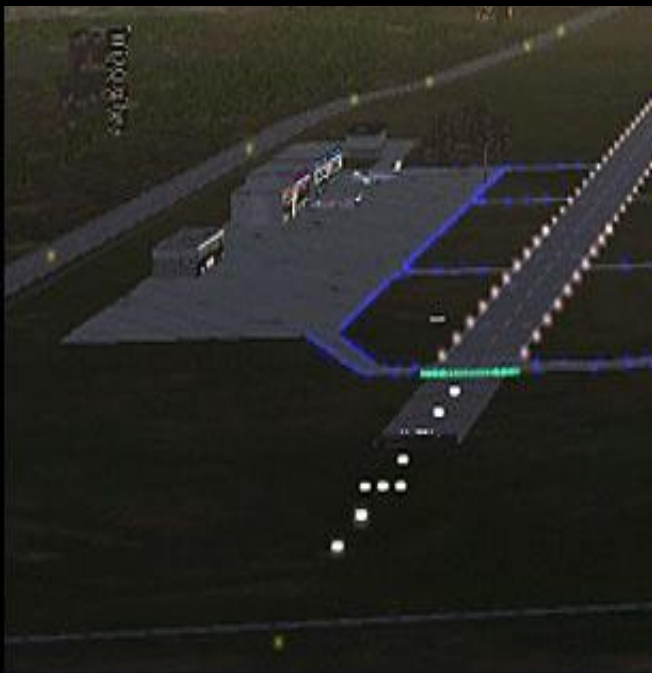
- Cuadrícula
- Facilidad de cálculos de volúmenes por métodos tradicionales (promedio de áreas)
- Marcación de cuadrícula
- Rígido
- Pueden existir puntos intermedios (depresiones, escalones) que no se toman
- Demandan realizar un replanteo y posteriormente el levantamiento.
- Se debe ajustar el tamaño en lugares específicos tales como empalmes de rodaje, superficies de transiciones, etc



Levantamiento de Pavimentos

Métodos

- Cuadrícula



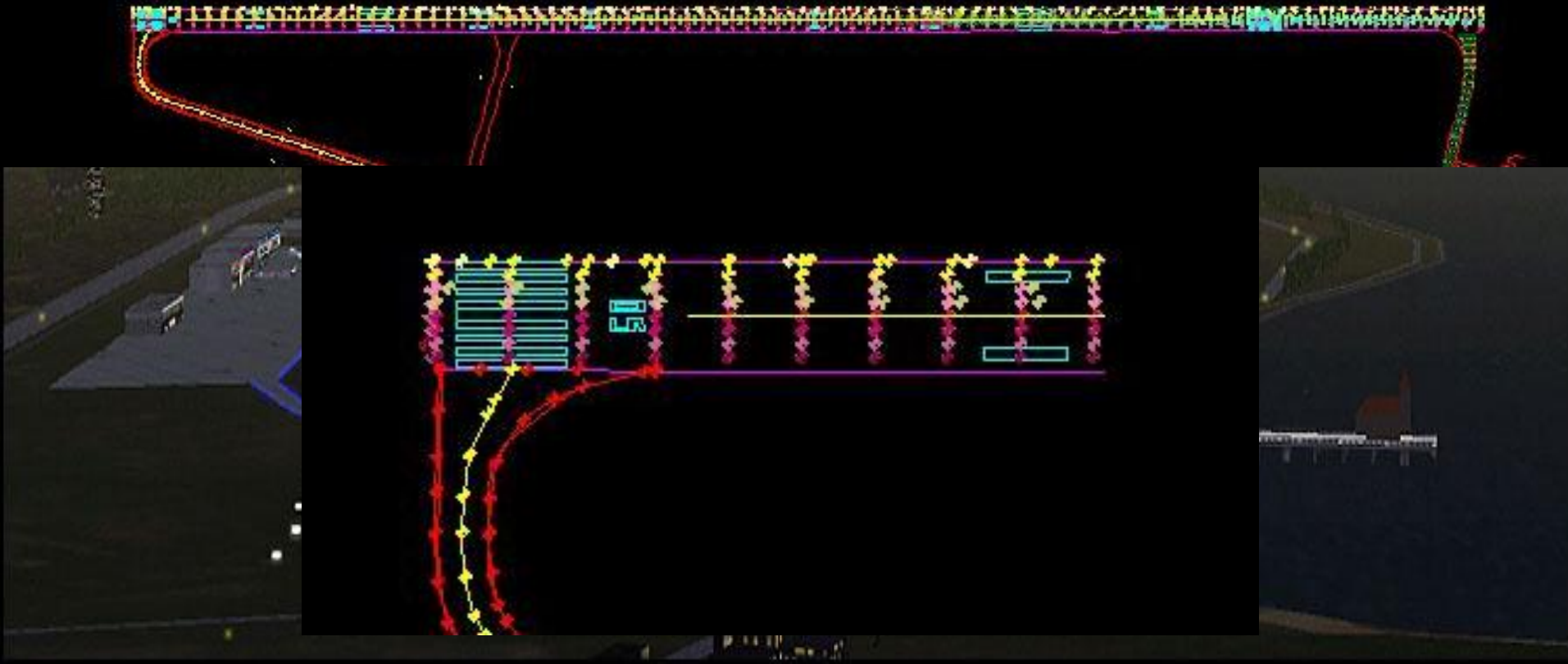
Levantamiento de Pavimentos

Métodos

- Pseudo - Cuadrícula - Arial
- Calculo de volúmenes con programas específicos
- Representaciones con mayor precisión altimétricas, relevando puntos singulares
- Se necesita planimetría para la ubicación de los puntos
- Se debe realizar con un doble instrumental (nivel, Estación Total, GPS)
- Mayor cantidad de tiempo
- Utilizando métodos de última generación (mmGPS; Scanner) mayor velocidad, mayor precisión
- Se debe realizar modelos matemáticos

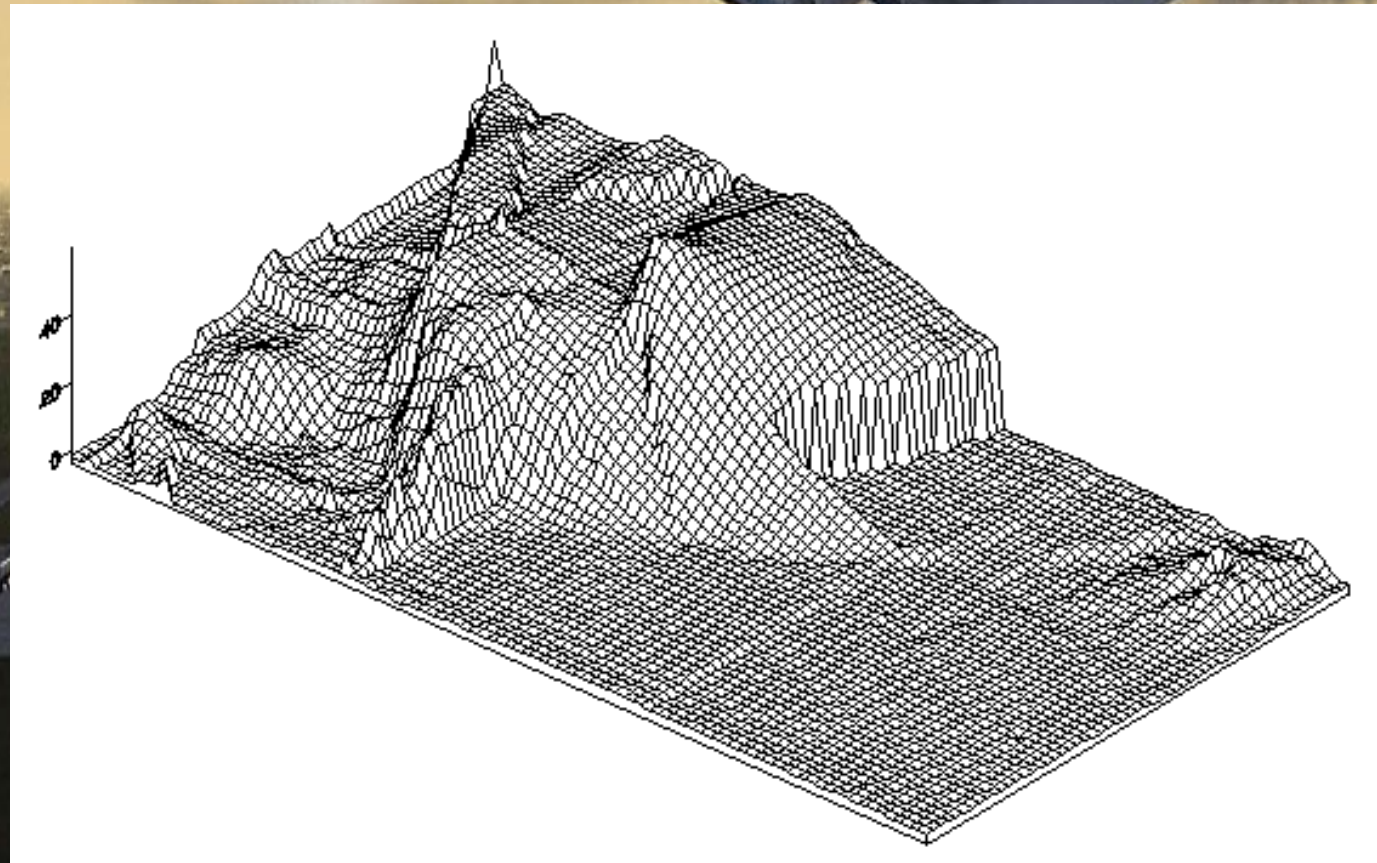
Levantamiento de Pavimentos Métodos

- Pseudo - Cuadrícula - Aerial



Levantamiento de Pavimentos Métodos

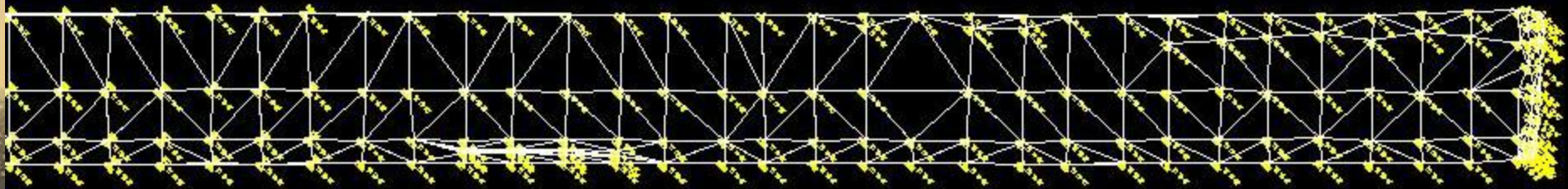
- Modelo Digital de terreno



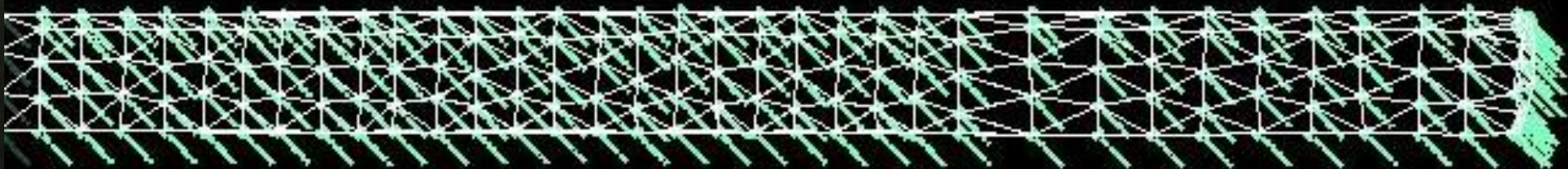
Levantamiento de Pavimentos

Métodos

- Modelo Digital de terreno
- Terreno Natural



- Terreno Terminado



Levantamiento de Pavimentos

Métodos

- 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 Suelo cemento
Cut Compaction Factor:	0.00 %
Fill Compaction Factor:	0.00 %
Raw Cut Volume:	0.088 cu m
Compacted Cut Volume:	0.000 cu m
Total Cut Volume:	0.088 cu m
Raw Fill Volume:	14339.811 cu m
Compacted Fill Volume:	0.000 cu m
Total Fill Volume:	14339.811 cu m

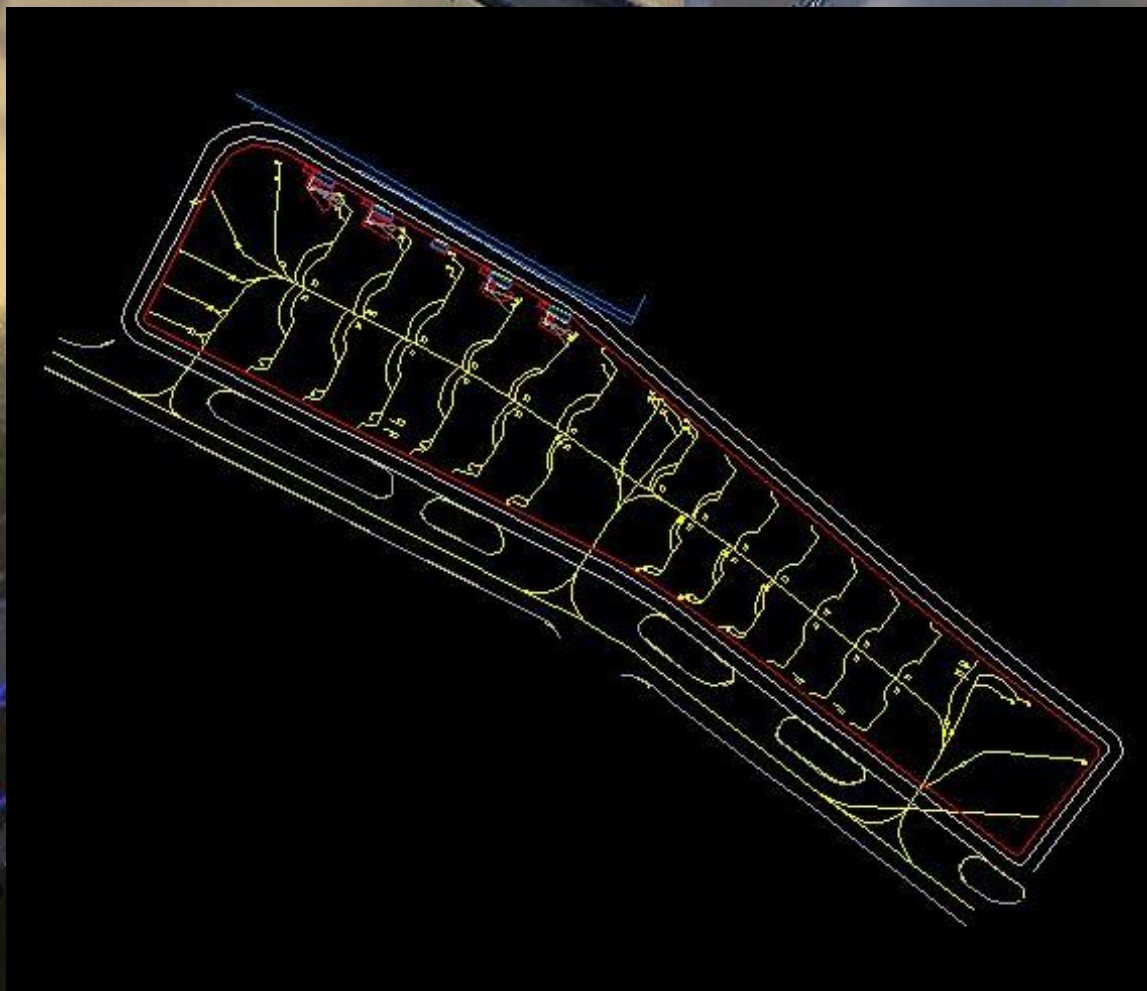
Replanteo

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

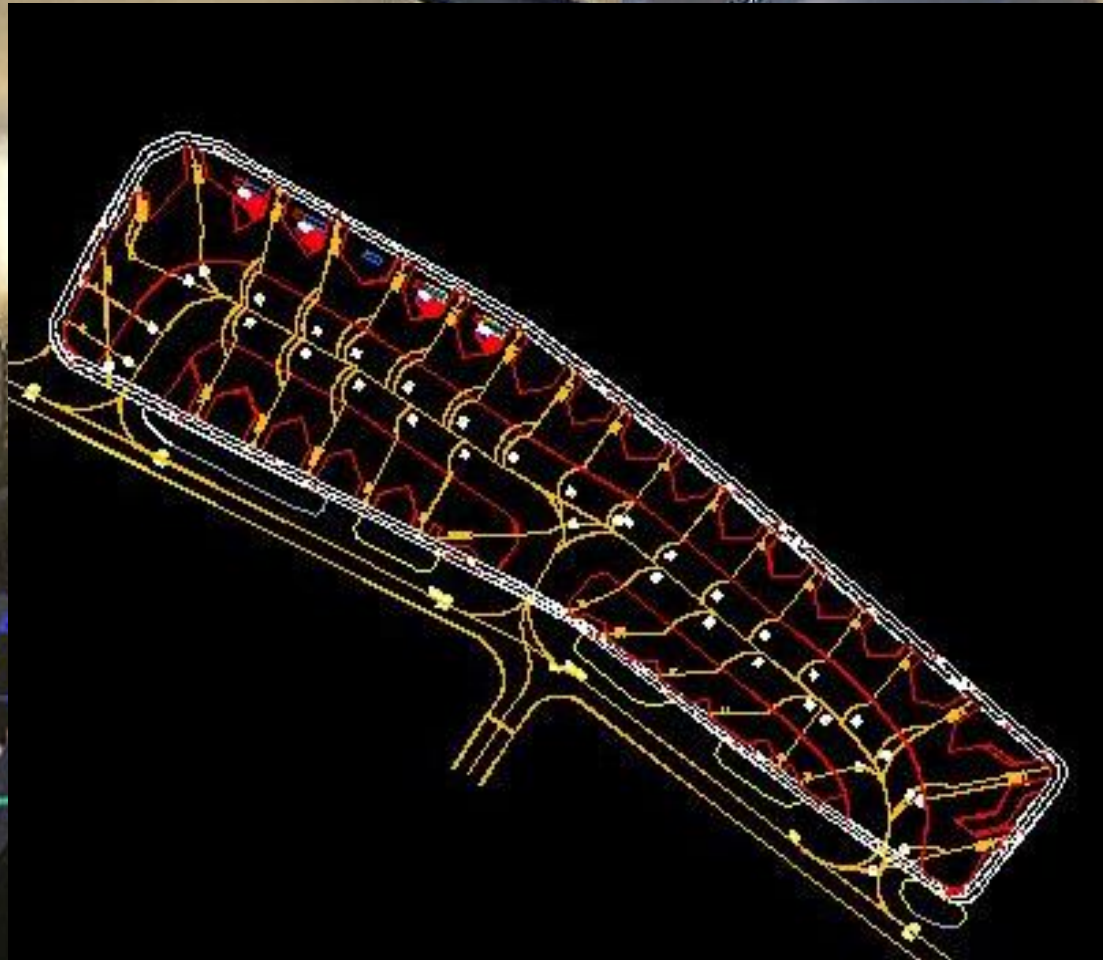
Replanteo

Relevamiento Plataforma de Aeroparque



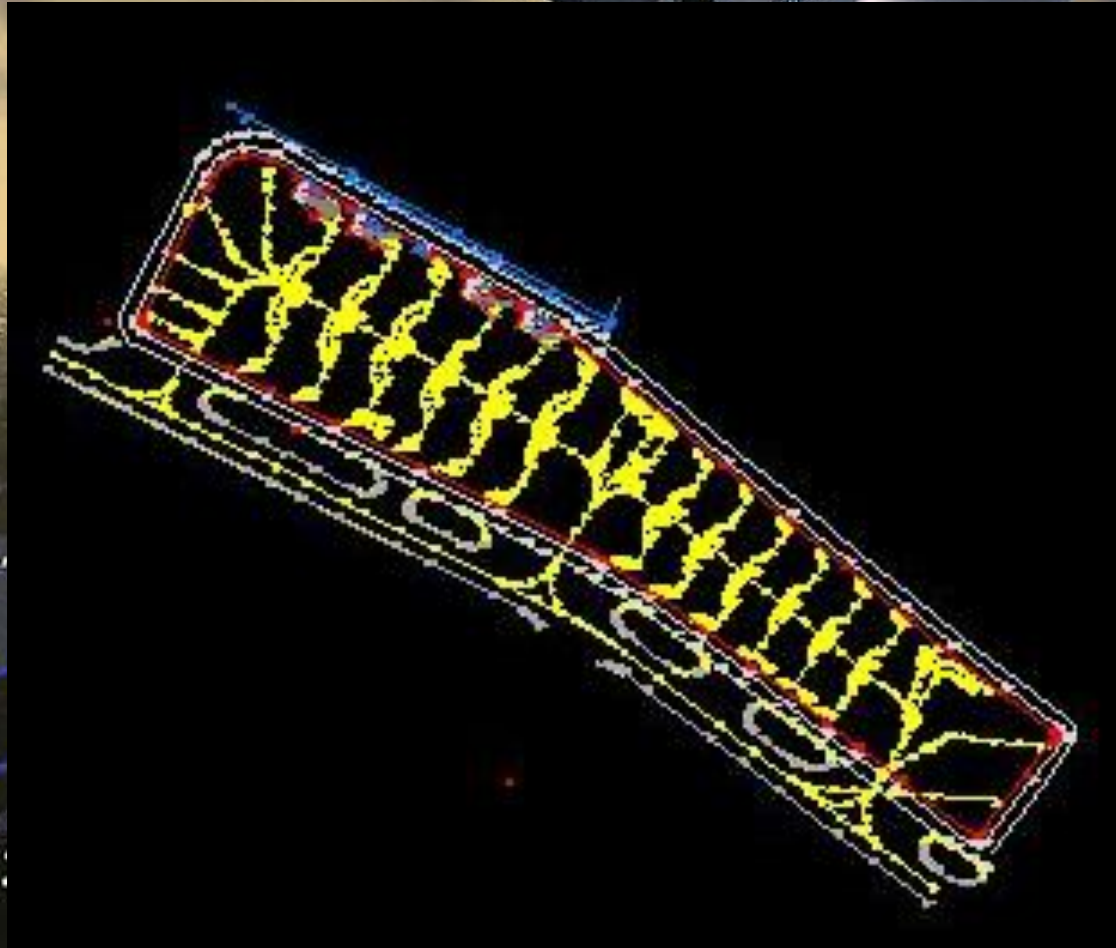
Replanteo

Proyecto Plataforma de Aeroparque



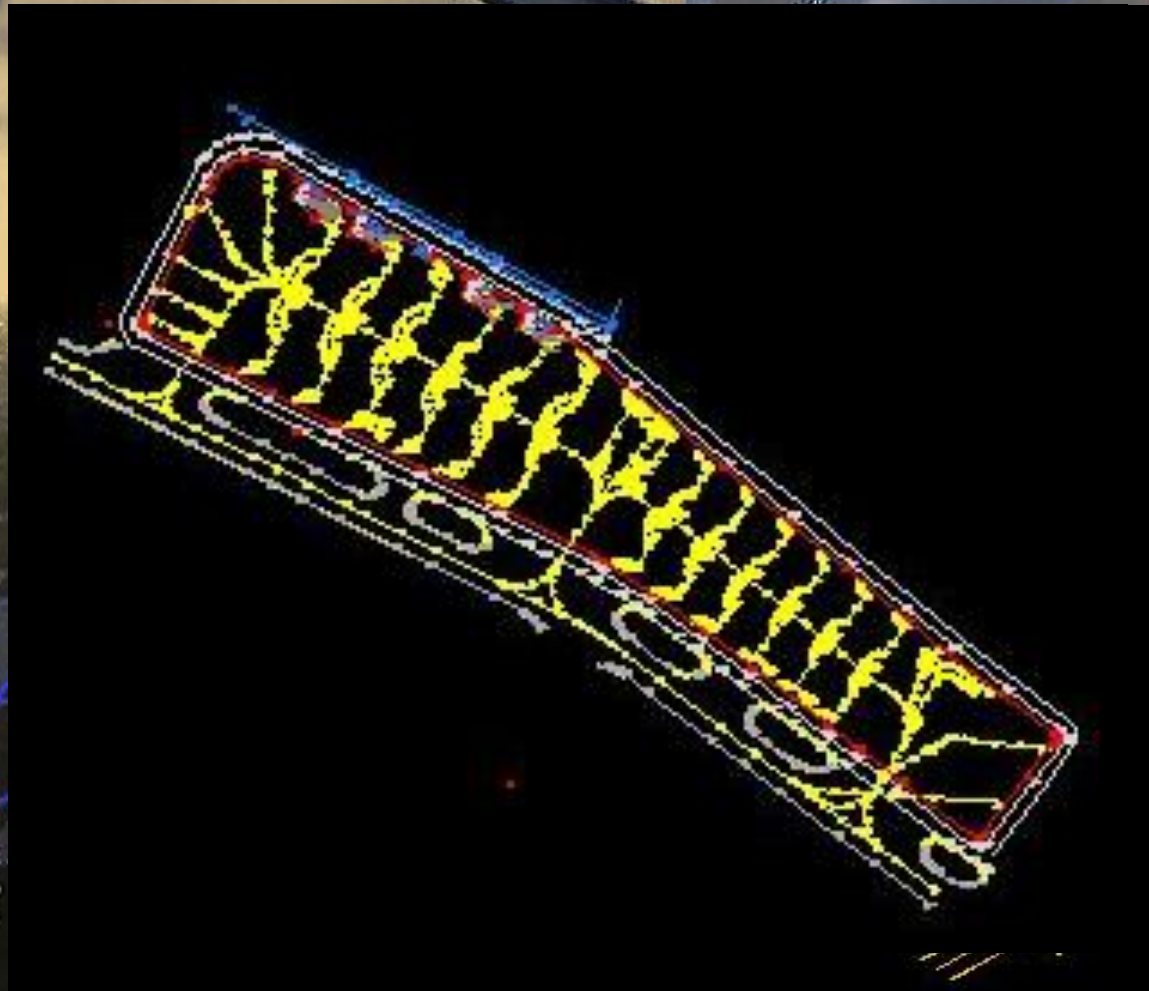
Replanteo

Replanteo Plataforma de Aeroparque



Replanteo

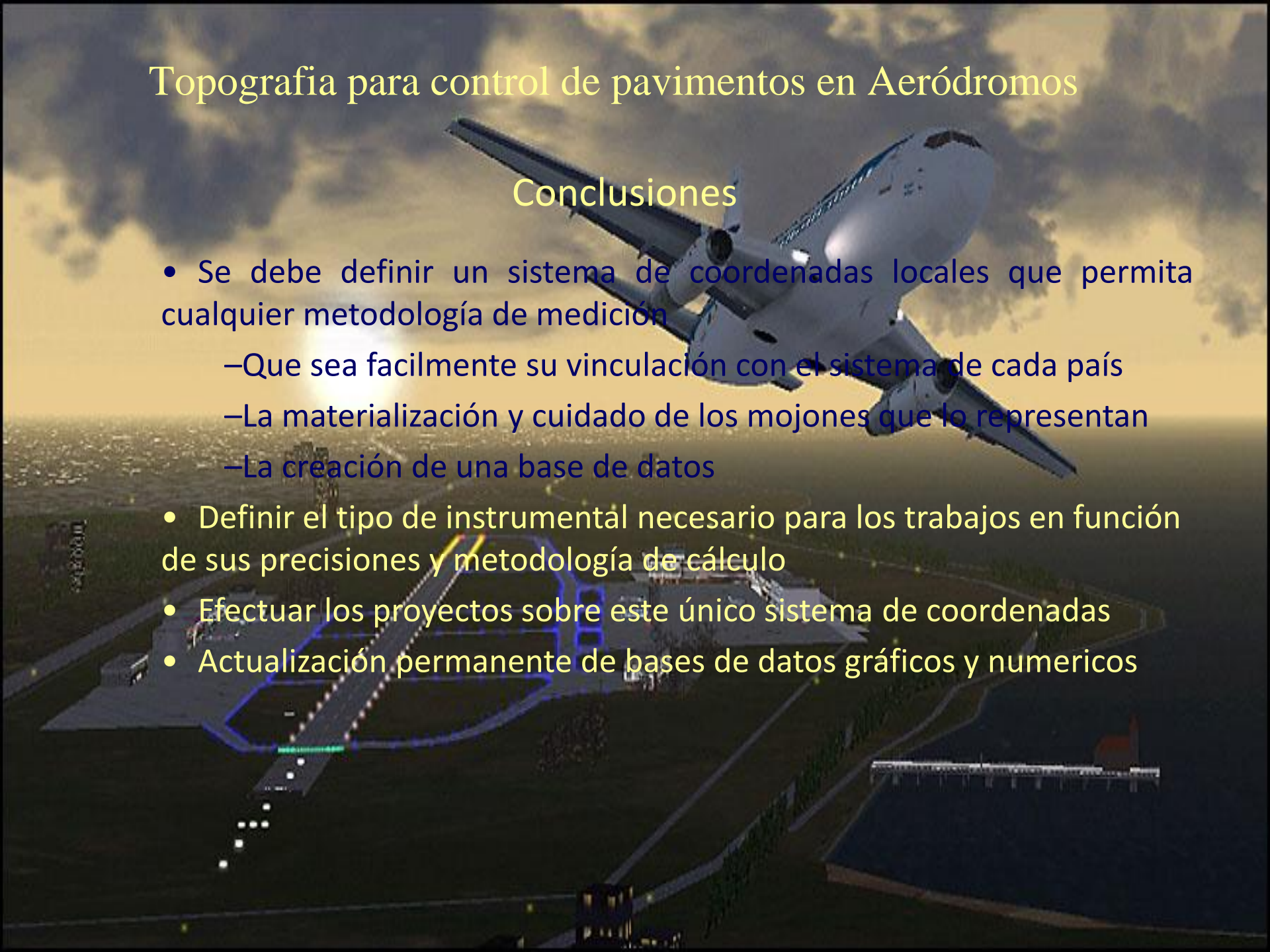
Plataforma de Aeroparque



Topografía para control de pavimentos en Aeródromos

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



Topografía para control de pavimentos en Aeródromos

Muchas gracias por su atención

Agrim. Mario Memolli

mmemolli2007@gmail.com



GLOBAL SURVEY