

XII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN GRÁFICA
SEPTIEMBRE 2006
GRANADA - ESPAÑA

Integración de los Sistemas de Información Geográfica y del Sistema de Posicionamiento Global.

Carlos Enríquez Turiño.

Dpto. de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría.

Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén.

Paraje de Las Lagunillas, s/n. 23071 JAÉN

OBJETIVOS.

1. Saber qué es el GPS y como funciona.
2. Qué mide.
3. Cómo se mide.
4. Qué información podemos obtener.
5. Qué precisión podemos obtener.
6. Tomar datos con un GPS.
7. Introducirlos en un SIG.

Integración de los SIG y del GPS.

0. Fundamentos.
 - 0.1 Definiciones básicas.
 - 0.2 Tipos de sistemas de coordenadas.
 - 0.3 Relación entre sistemas de coordenadas.
 - 0.3 Concepto de datum.
1. Descripción del GPS.
 - 1.1 ¿Qué es el GPS?
 - 1.2 Sector espacial.
 - 1.3 Sector de control.
 - 1.4 Sector de usuarios.
 - 1.5 Resumen.
2. Observables GPS.
 - 2.1 Medida de código.
 - 2.2 Medida de fase de la portadora.
3. Métodos de trabajo.
 - 3.1 Introducción.
 - 3.2 Modo navegación.
 - 3.3 Método estático.
 - 3.4 Método cinemático.
 - 3.5 Método stop and go.
 - 3.6 Método tiempo real.
4. Precisión de los equipos GPS.
 - 4.1 Clasificación de los receptores.
 - 4.2 Precisiones.
5. El cambio de datum y las proyecciones cartográficas.
 - 5.1 La necesidad de la transformación.
 - 5.2 Parámetros de transformación.
 - 5.3 El problema de las alturas y el geoid.
 - 5.4 La proyección UTM.
6. Etapas en un proyecto GPS / SIG.
 - 6.1 Planificación.
 - 6.2 Implementación.
 - 6.3 Evaluación.
7. Aplicaciones.
 - 7.1 Evaluación de daños en carreteras.
 - 7.2 Cartografiado de carreteras.
 - 7.3 Una visita al futuro.
8. Práctica de campo
 - 8.1 Toma de datos.
 - 8.2 Inclusión de datos en un SIG.

0. Fundamentos.

0.1 Definiciones básicas.

0.2 Tipos de sistemas de coordenadas.

0.3 Concepto de datum.

0.1 Definiciones básicas.

- **Geodesia:** *La ciencia matemática que tiene por objeto determinar la figura y magnitud de todo el globo terrestre o de una parte de él, y construir los mapas correspondientes.*
- **Proyección Cartográfica:** *Transformación biyectiva del elipsoide en el plano.*
- **Sistema de Referencia:** *Un punto y tres direcciones no coplanarias.*
- **Sistemas de Coordenadas:** *Conjunto de tres valores numéricos que me permiten situar un punto en un sistema de referencia dado.*

0.2 Tipos de sistemas de coordenadas. (1)

Cartesianas

Se definen a partir de la distancia a tres ejes ortogonales entre sí: (X, Y, Z).

Geodésicas

Se definen a partir de la distancia angular al ecuador, a un meridiano origen y a la distancia lineal al elipsoide (φ , λ , h).

Planas

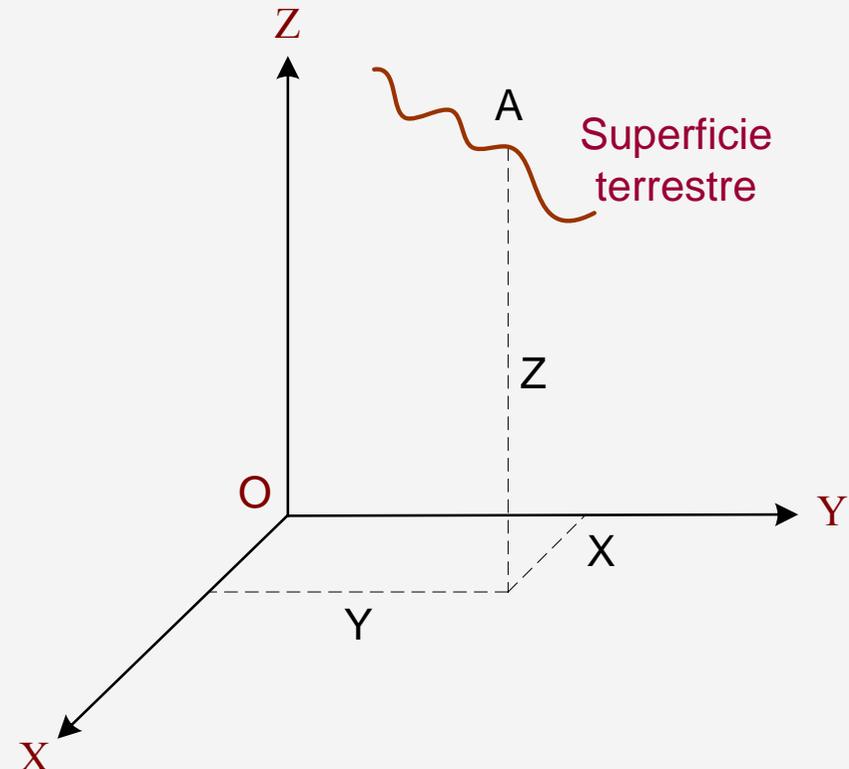
Se definen a partir de la transformación del elipsoide en el plano (E, N).

Se completan con la distancia al nivel medio del mar (H).

0.2 Tipos de sistemas de coordenadas. (2)

Sistema de referencia cartesiano.

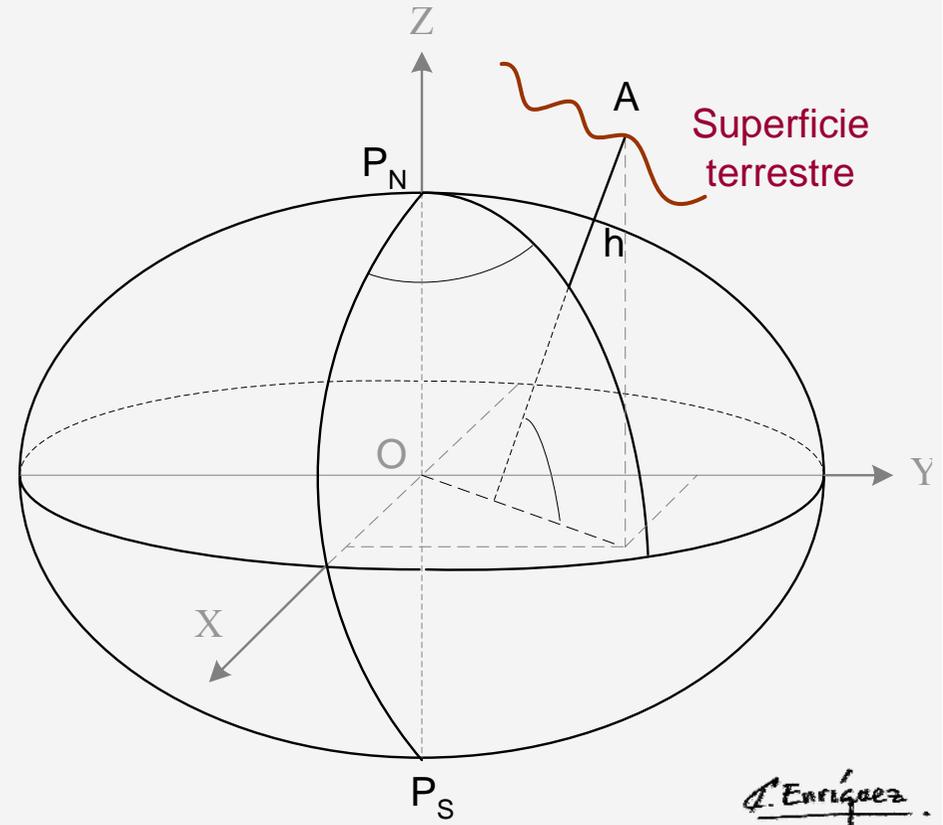
- **Origen:** El centro de masas de la Tierra (geocentro).
- **Eje Z:** Eje de rotación terrestre dirigido al polo norte.
- **Eje X:** Dirección formada por la intersección del ecuador con el meridiano de Greenwich.
- **Eje Y:** Ortogonal a los dos anteriores formando un sistema dextrógiro.



0.2 Tipos de sistemas de coordenadas. (3)

Geodésicas

- **Latitud (ϕ):** Ángulo formado por la normal a la superficie del elipsoide en el punto dado y por el plano ecuatorial. Las latitudes de los puntos situados al norte del ecuador se denominan *latitudes norte*; la de los puntos situados al sur se denominan *latitudes sur*.
- **Longitud (λ):** Ángulo formado por el plano del meridiano del lugar y el meridiano origen (Greenwich). Los puntos situados a occidente poseen *longitud oeste* (W) y los situados a oriente *longitud este* (E).
- **Altura (h):** Segmento de la normal al elipsoide de referencia que va desde el punto A hasta dicho elipsoide.



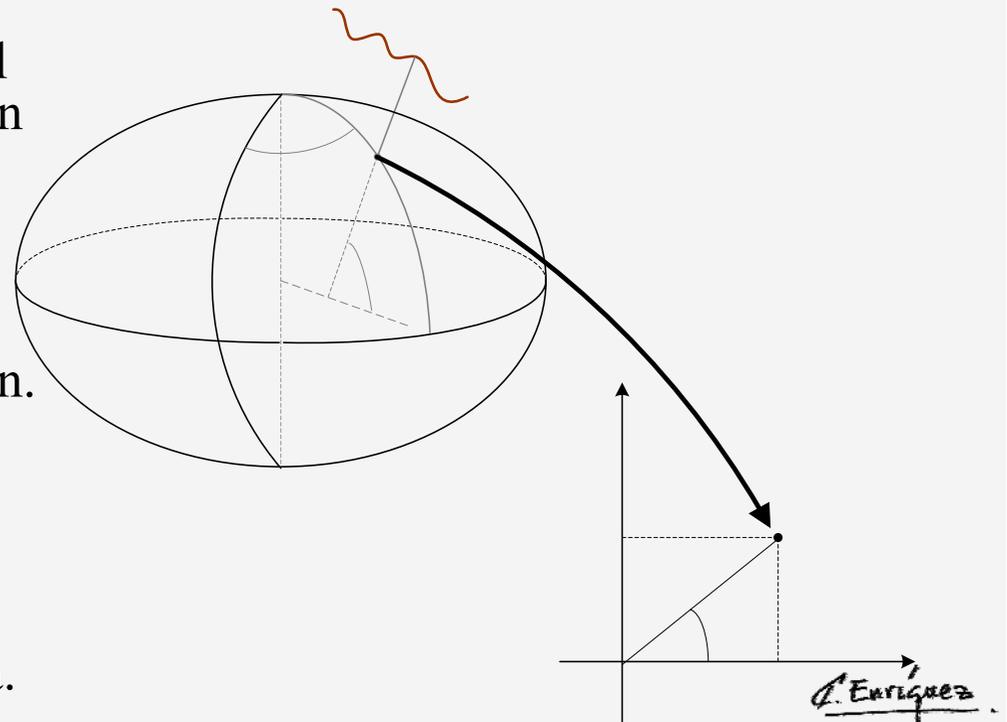
0.2 Tipos de sistemas de coordenadas. (4)

Planas

- **Coordenadas cartesianas (x, y):** Distancias a las transformadas del meridiano central de la proyección y del ecuador respectivamente.
- **Coordenadas polares (r, θ):** Distancia al punto central de la proyección y ángulo con el meridiano central de la proyección.

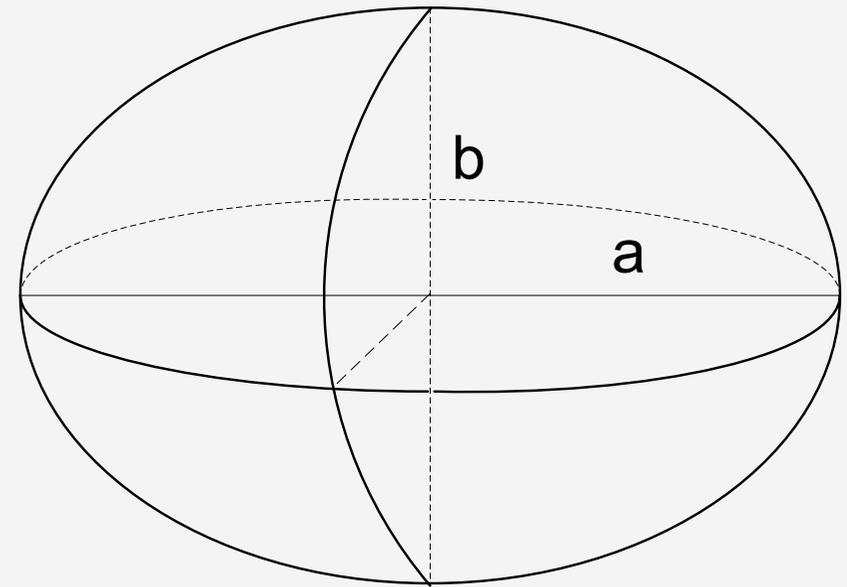
Se completa con:

- **Altura ortométrica (H):** Distancia del punto A a una superficie arbitraria elegida como referencia. Habitualmente el nivel medio del mar.



0.3 Concepto de datum. (1)

- El datum es un modelo de referencia para la Tierra.
- Viene definido por un elipsoide (semieje mayor, achatamiento), y la localización del elipsoide con respecto a la Tierra.



0.3 Concepto de datum. (2)

Parámetro	Notación	Datum	
		WGS 84	ED 50
Semieje mayor	a	6 378 137.0 m	6 378 388.0 m
Semieje menor	b	6 356 752.5 m	6 356 911.9 m
Excentricidad	e^2	0.006694318	0.00672267
Achatamiento	$1/\alpha$	298.257223563	297.0
Punto Fundamental		Geocéntrico	Potsdam

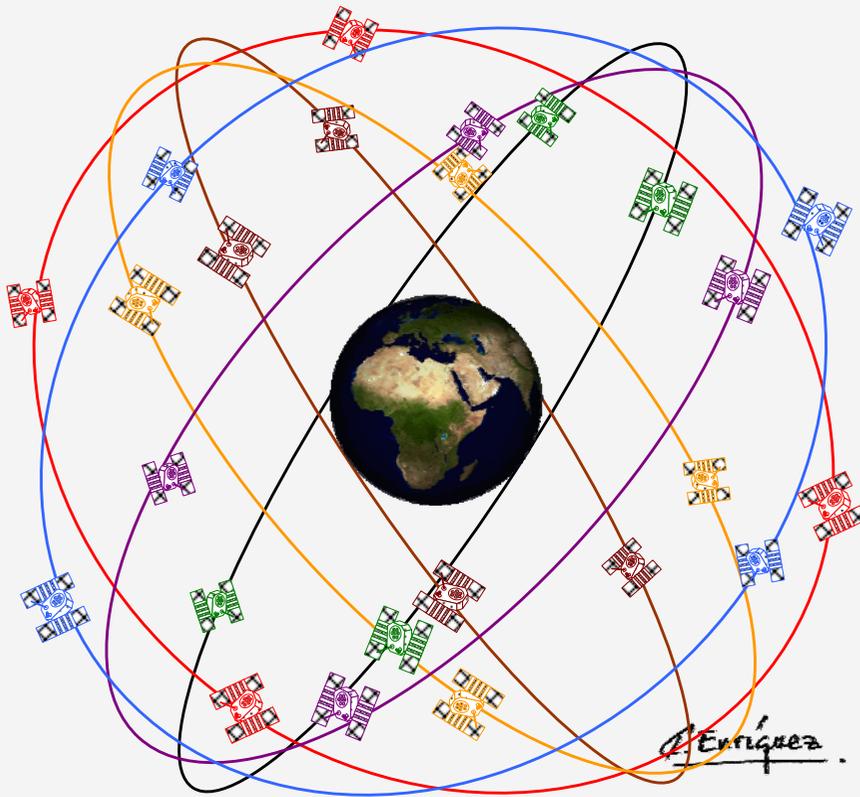
1. Descripción del GPS.

- 1.1 ¿Qué es el GPS?
- 1.2 Sector espacial.
- 1.3 Sector de control.
- 1.4 Sector de usuarios.
- 1.5 Resumen.

1.1 ¿Qué es el GPS?

- Desarrollado a mediados de los años 70 por el DoD de los EE.UU.
 - Sistema militar.
 - Limitado técnicamente.
 - Poca precisión en altura.
 - Comprobación integridad.
- Posicionamiento de tropas y equipos:
 - Bajo cualquier condición meteorológica 24 horas al día, 365 días al año
 - Pasivo.
 - Cobertura global.
- Desde sus inicios se aplica al campo civil.
- El GPS puede considerarse dividido en tres sectores fundamentales: el espacial, el de control y el de usuarios.

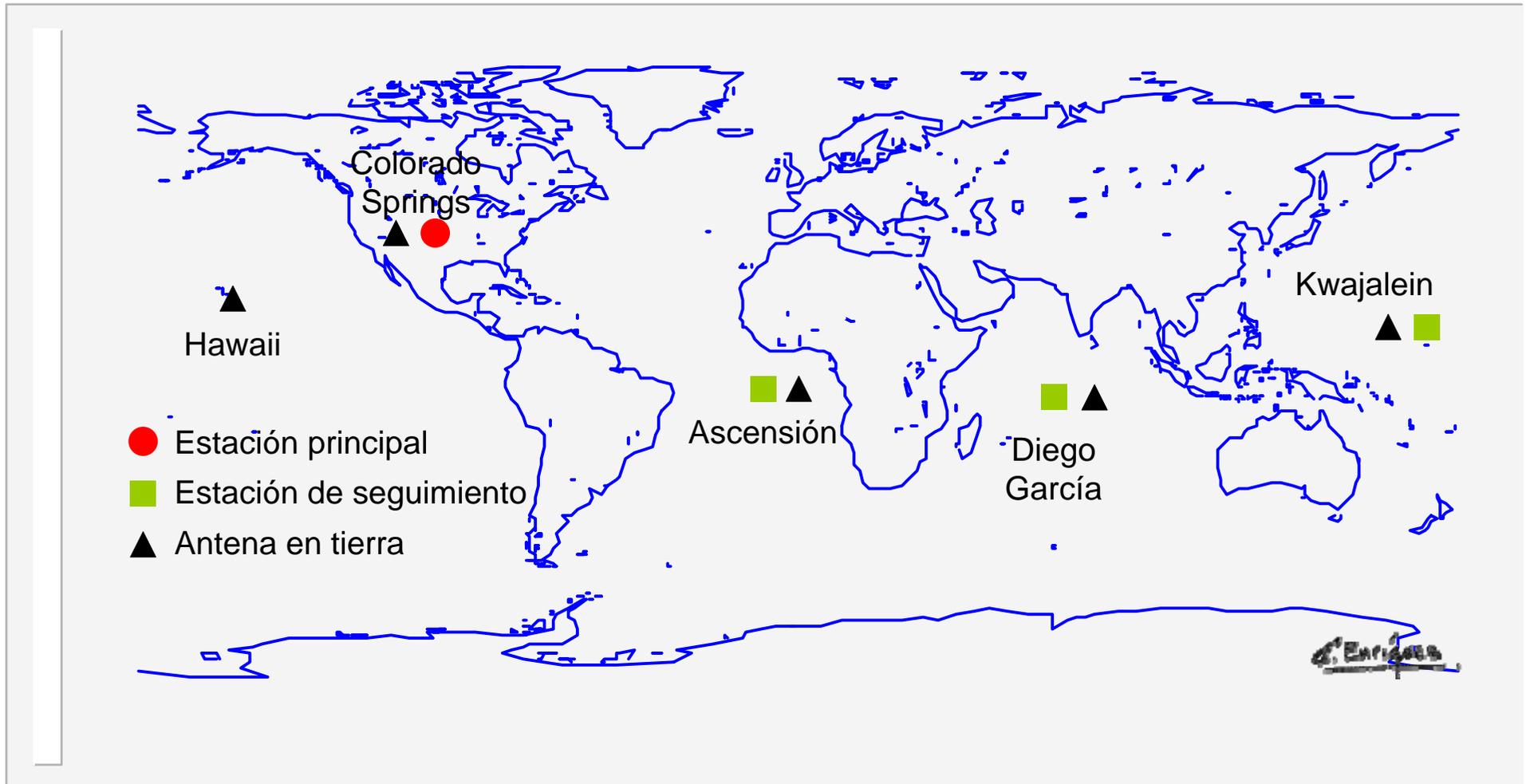
1.2 Sector espacial.



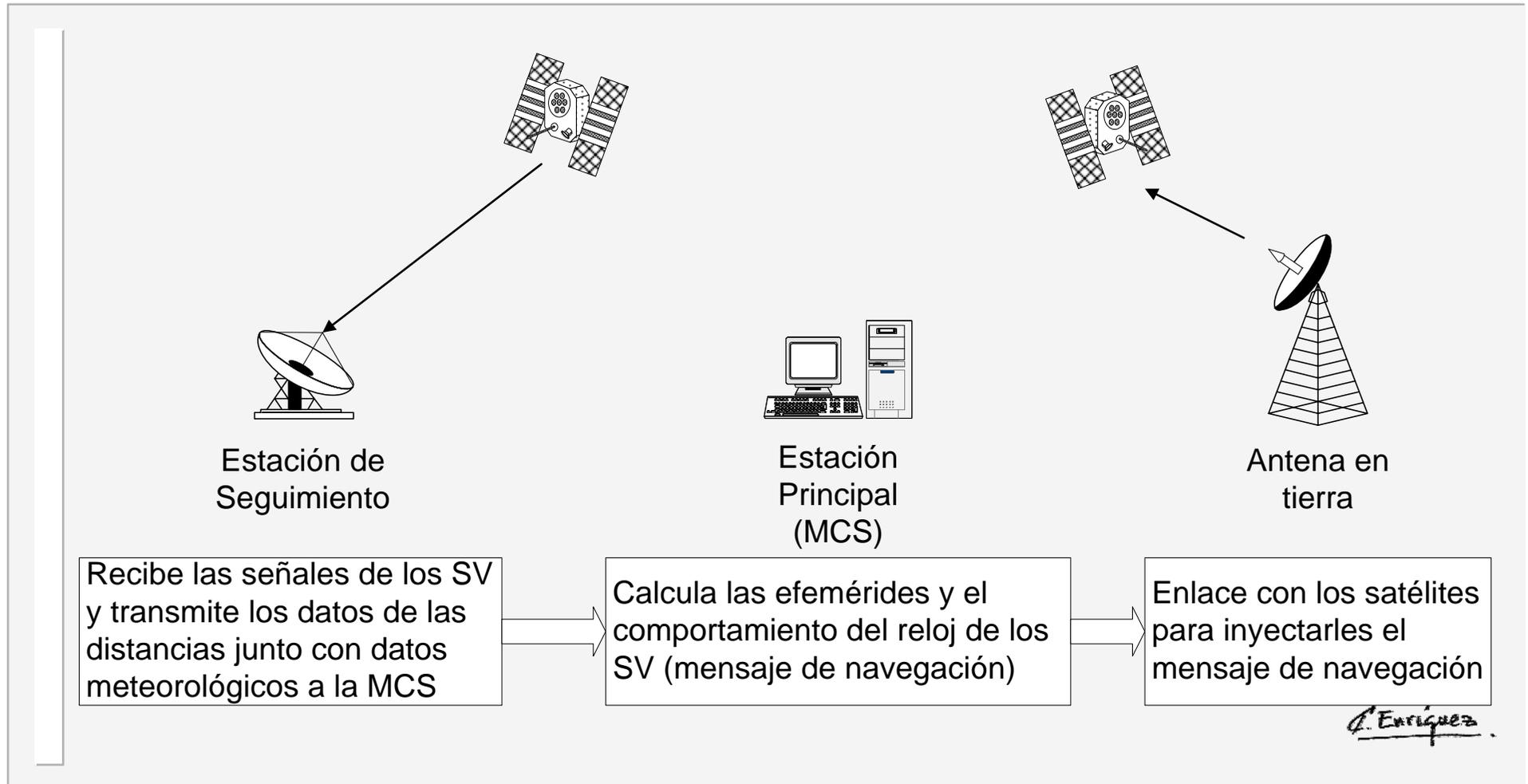
- 24 satélites.
- altura orbital 20 000 km.
- Órbitas 12 h.
- 6 Planos orbitales.
- Inclinação 55°.
- 5 h sobre el horizonte.

4 SATÉLITES VISIBLES.

1.3 Sector de control. (1)



1.3 Sector de control. (2)



1.4 Sector de usuarios.

Nuestros receptores, usted y yo.

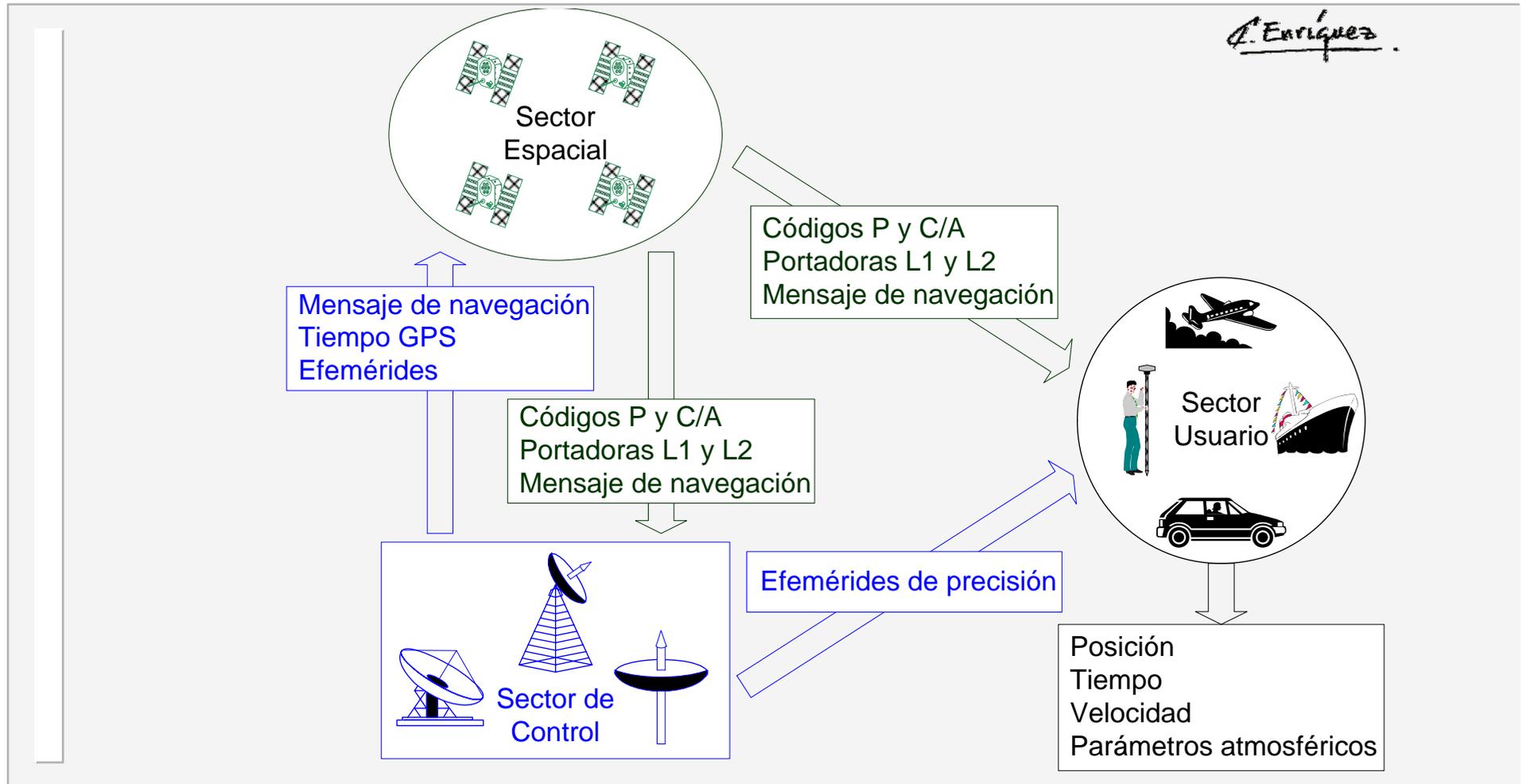
La información que obtenemos es:

- Posición (latitud, longitud, altura).
- Tiempo.

También podemos obtener

- Velocidad.
- Parámetros meteorológicos

1.5 Resumen. (1)



1.5 Resumen. (2)

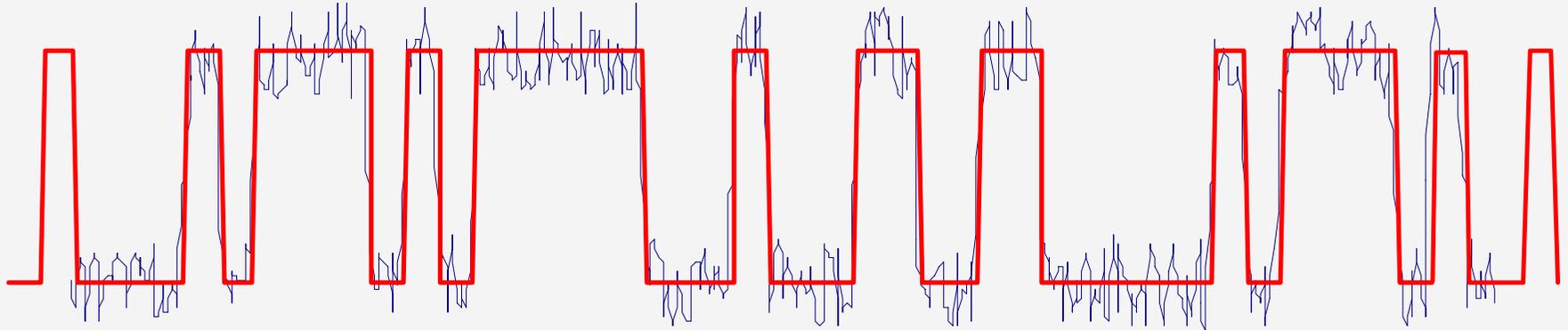
Sector	Entrada	Función	Producto
Espacial	Mensaje de navegación.	Genera y transmite el código y la fase de la portadora así como el mensaje de navegación.	Código P. Código C/A. Portadoras L1 y L2. Mensaje de navegación.
Control	Código P. Tiempos de observación (UTC)	Produce el tiempo GPS. Predice efemérides. Control de SV.	Mensaje de navegación.
Usuario	Observación de los códigos y de la fase de las portadoras. Obtención del mensaje de navegación.	Soluciones de navegación. Soluciones topográficas. Soluciones geodésicas.	Posición. Velocidad. Tiempo. Parámetros meteorológicos

2. Observables GPS.

2.1 Medida de código.

2.2 Medida de fase de la portadora.

2.1 Medición en código.



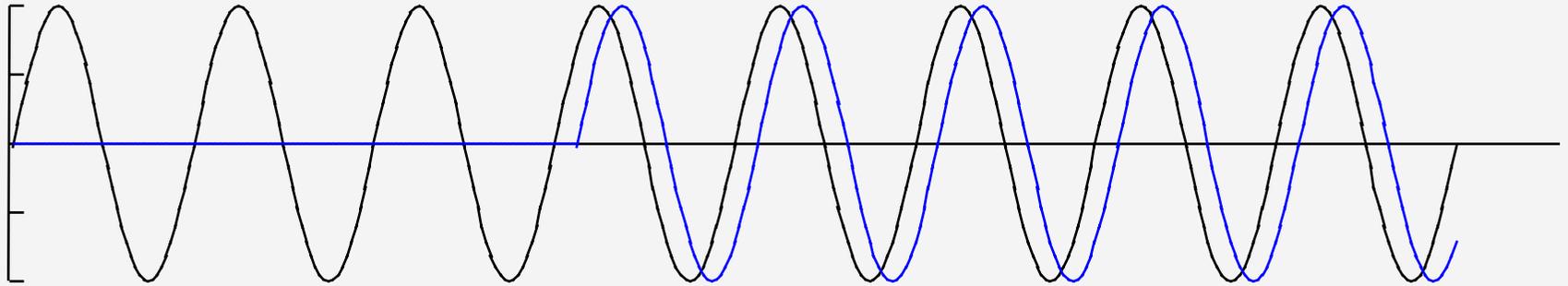
Modo de trabajo

- Compara el código generado por el **receptor** y el generado por el satélite.
- Se mide la demora en la llegada de la señal.

Precisión

- En modo absoluto 3 m y 15 m.
- En modo relativo < 1 m.

2.2 Medición en fase.



- Se mide el desfase $\Delta\phi$ entre la señal recibida desde el satélite y la generada por el receptor.
- Es necesario determinar las ambigüedades. (Número entero de longitudes de onda).
- Precisión en relativo cm.

3. Métodos de trabajo.

3.1 Introducción.

3.2 Modo navegación

3.3 Método estático.

3.4 Método cinemático.

3.5 Método stop and go.

3.6 Método tiempo real.

3.1 Introducción. (1)



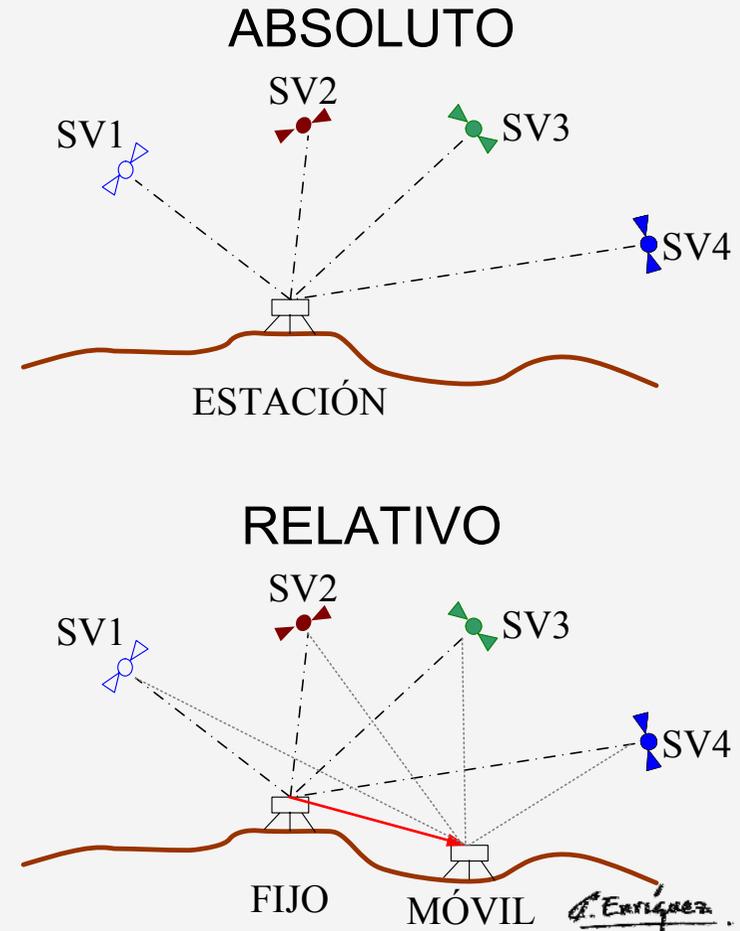
C. Enriquez

La base para el cálculo de la posición

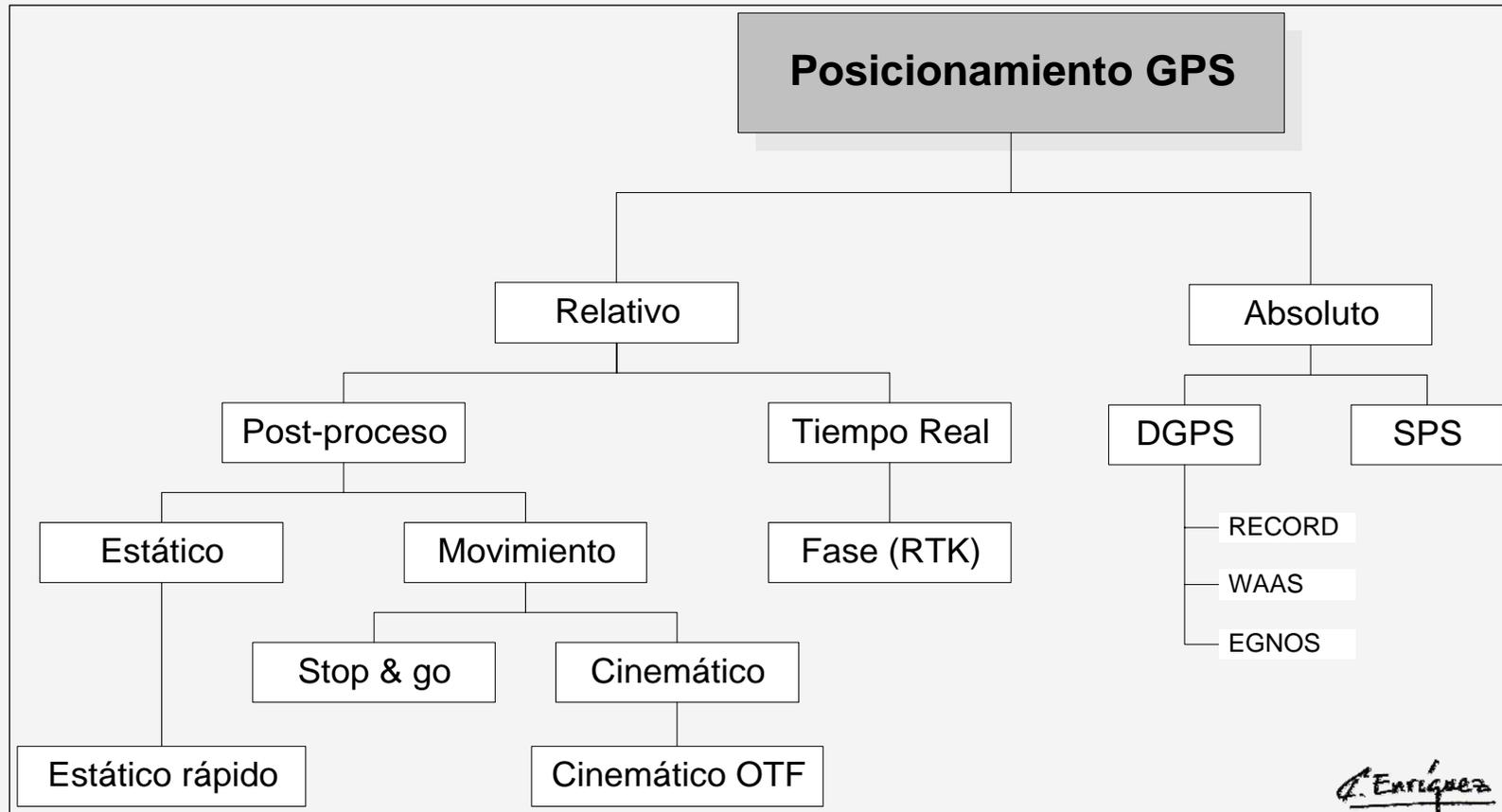
3.1 Introducción. (2)

¿Cómo obtengo mi posición?

- **Absoluto:** Se calcula la posición a partir de la triangulación.
- **Relativo:** Se calcula la posición de un receptor móvil a partir de la posición de un fijo de coordenadas ya conocidas.



3.1 Introducción. (3)



3.2 Modo navegación. (1)

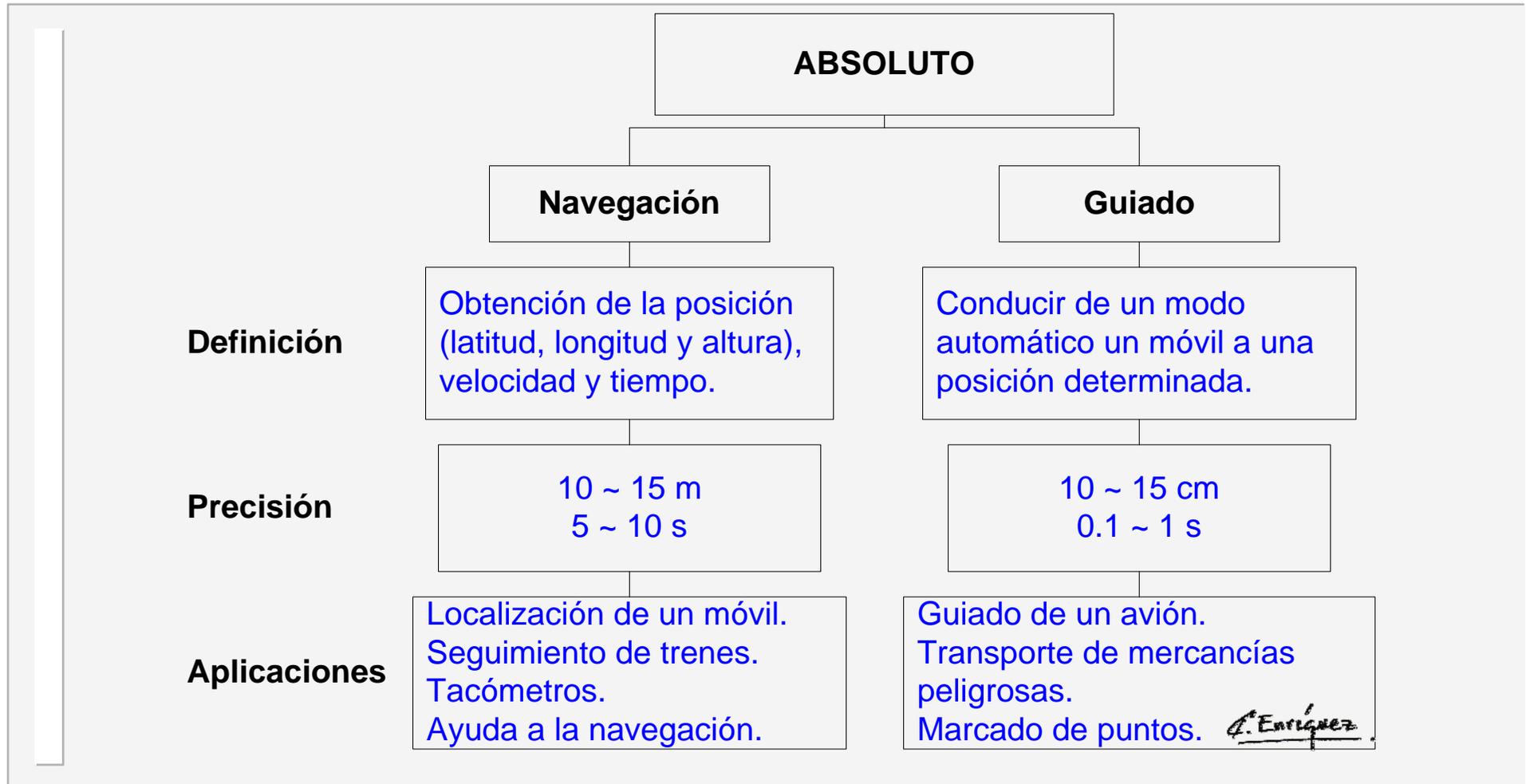
Posicionamiento Simple

- La posición se obtiene directamente a partir de las pseudodistancias.
- No se aplica ningún tipo de corrección.
- Error ~ 15 m

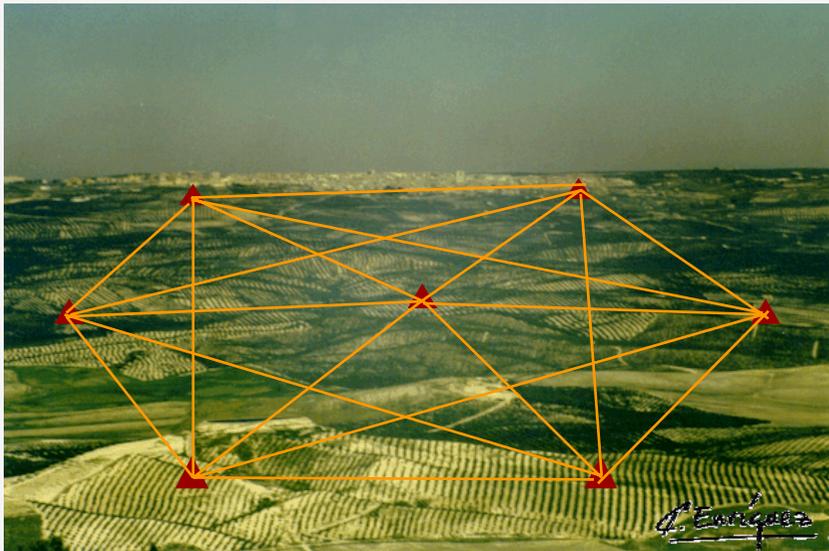
Posicionamiento Diferencial

- Hay una serie de estaciones de referencia que obtienen su posición a partir de las pseudodistancias.
- Como conocen sus coordenadas pueden calcular los errores cometidos.
- Se transmiten las correcciones a los usuarios.
- Error ~ 3 m

3.2 Modo navegación. (2)



3.3 El método estático.



CARACTERÍSTICAS

- Medición clásica de líneas base.
- Distancias largas y gran precisión.
- emc $5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$.
- Tiempos de observación largos.
- Método estándar para distancias superiores a 20 km.
- Precisión de milímetro en líneas cortas.

3.3 El método estático. (2)

APLICACIONES

- Control geodésico.
- Redes nacionales y continentales.
- Control de movimientos tectónicos.
- Control de deformación en diques y otras estructuras.
- Creación de redes locales para la obtención de los parámetros de transformación.

COMENTARIOS

- Más preciso, eficiente y económico que los métodos topográficos tradicionales.
- Sustituye al método clásico de triangulación.

VARIANTES

- Estático rápido.
- Reocupación.

3.3 El método estático. (3)

Número de satélites (GDOP < 8)	Longitud línea base	Tiempos de observación	
		Día	Noche
ESTÁTICO RÁPIDO			
4 ó 5	Hasta 5 km.	5 a 10 min.	5 min.
4 ó 5	5 a 10 km.	10 a 20 min.	5 a 10 min.
4 ó 5	10 a 15 km.	Más de 20 min.	5 a 20 min.
ESTÁTICO			
4 ó 5	15 a 30 km.	1 a 2 horas.	1 hora.
4 ó 5	Más de 30 km.	2 a 3 horas.	2 horas.

CON EQUIPOS MONOFRECUENCIAS EL TIEMPO DE OBSERVACIÓN ES DE 5 min. x km., CON UN MÍNIMO DE 15 min, LIMITANDO LA LONGITUD DE LA LÍNEA BASE A 10 km.

3.4 El método cinemático.



- Una estación de referencia fija que rastrea de modo continuo.
- El otro receptor en una plataforma móvil.
- Inicialización con estático rápido.
- Mediciones en intervalos preseleccionados: (1 s, 2 s, ...)
- emc: 1 a 2 cm + 1 ppm.

3.4 El método cinemático. (2)

APLICACIONES

- Determinación de la trayectoria de objetos en movimiento.
- Levantamiento de ejes de carreteras.
- Batimetría.

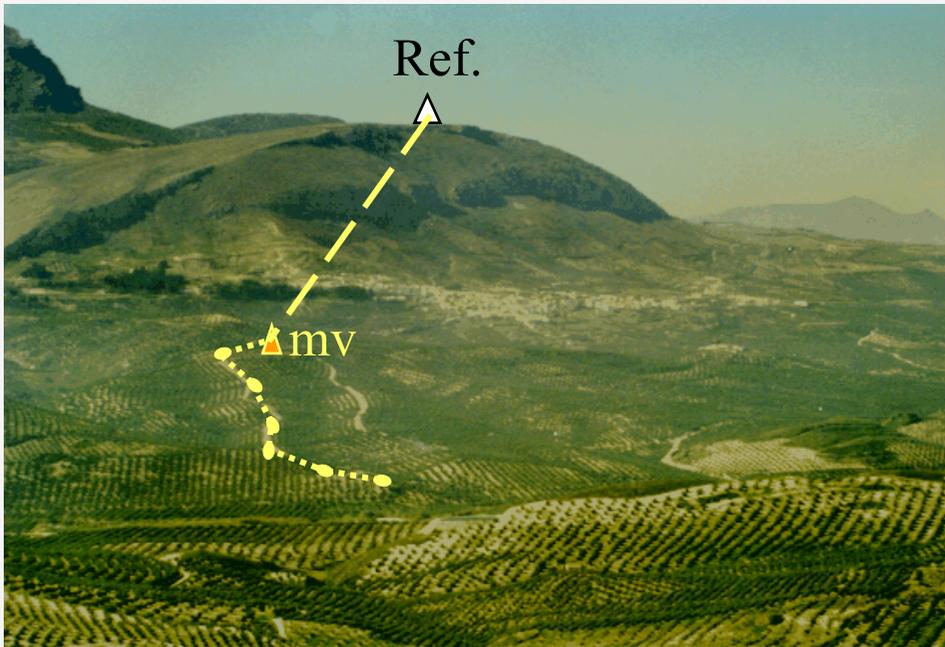
COMENTARIOS

- Mediciones continuas rápidas y económicas.
- Debe mantenerse el contacto con 4 satélites.

VARIANTES

- KOF: Cinemático con inicialización en movimiento.

3.5 El método stop and go. (1)



- Una estación de referencia fija que rastrea de modo continuo.
- Receptor móvil en un jalón.
- Inicialización con estático rápido.
- Parar sólo 2 ó 3 épocas en los demás puntos.
- emc: : 1 a 2 cm + 1 ppm.

3.5 El método stop and go. (2)

APLICACIONES

- Levantamiento de detalles.
- Ingeniería civil.
- Levantamiento de carreteras, conductos, fronteras.
- Modelos digitales de terreno.
- Levantamiento de perfiles.

COMENTARIOS

- Es el método más rápido para levantamientos topográficos.
- Durante el cambio de punto debe mantenerse el contacto con los satélites.

3.5 El método stop and go. (2)

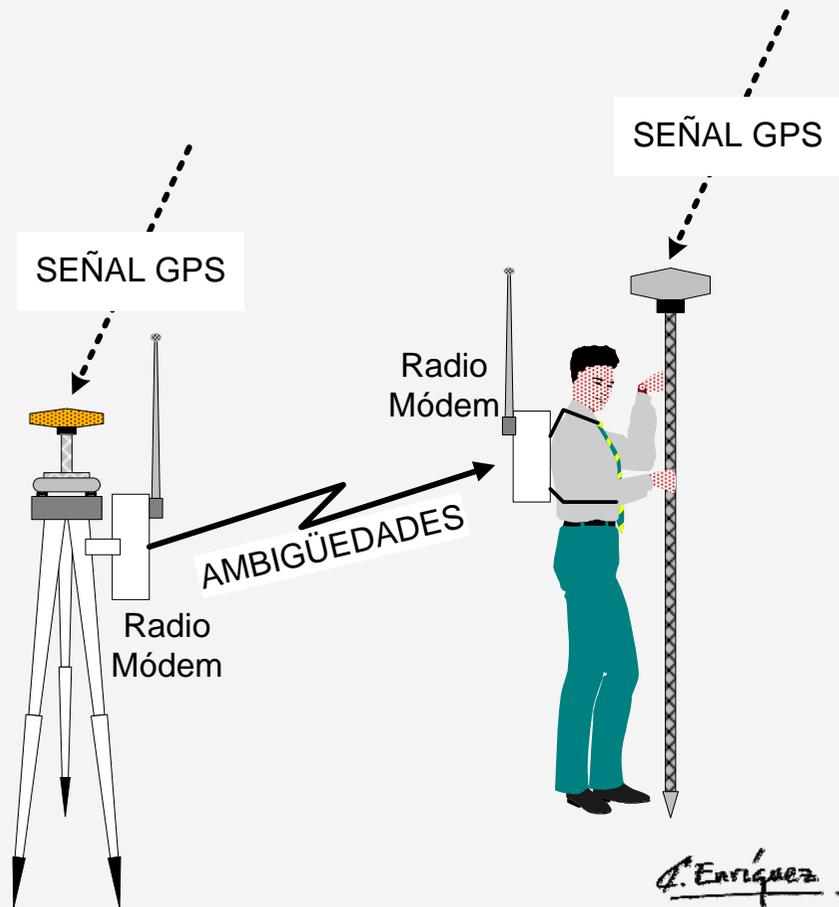


Obstáculo en la carretera



Cañón urbano

3.6 El método tiempo real. (1)



CARACTERÍSTICAS

- Una estación de referencia fija que rastrea de modo continuo con capacidad de resolver las ambigüedades en tiempo real.
- El otro receptor en una plataforma móvil.
- Ambos están enlazados mediante un radio módem.
- El segundo receptor obtiene su posición en tiempo real.
- emc: 1 a 2 cm + 1 ppm

3.6 El método tiempo real. (2)

APLICACIONES

- Replanteos.
- Levantamiento de detalles.
- Ingeniería civil.
- Levantamiento de carreteras, conductos, fronteras.
- Modelos digitales de terreno.
- Levantamiento de perfiles.

COMENTARIOS

- No es necesario el post-proceso.
- Es el método más rápido para levantamientos topográficos y replanteos.
- Limitado al alcance del radio módem.
- No se debe de perder el enlace con el radio-módem.

4. Precisión de los equipos GPS.

4.1 Clasificación de los receptores.

4.2 Precisiones.

3.1 Clasificación de los receptores.

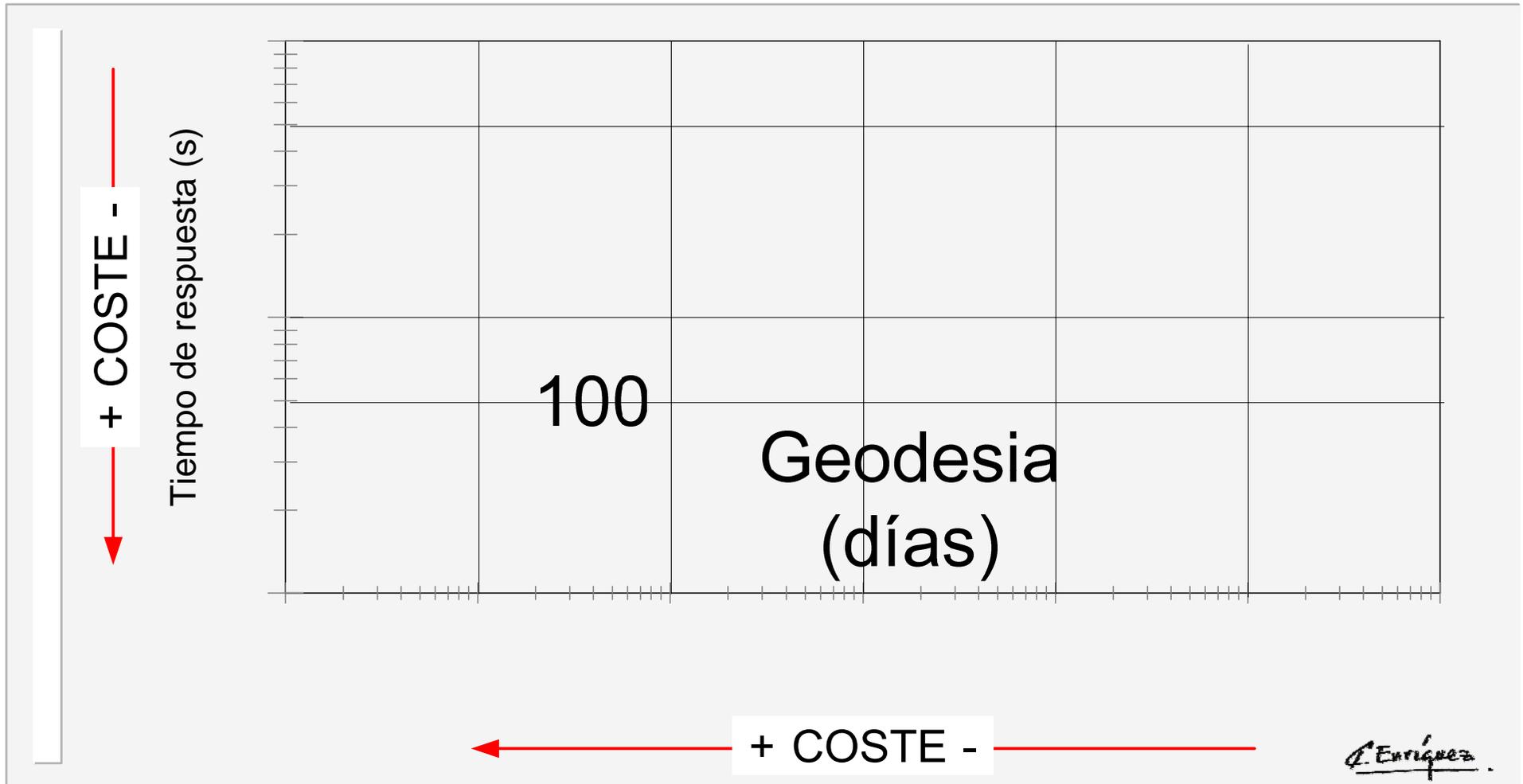
Utilización GPS	Prec.	Costo (miles €)	Señales GPS				
			L1 C/A cód	L1 P-cód.	L1- fase	L2 P-cód.	L2 Y-cód
Navegadores	3 ~ 15 m	0.2	X				
Código GIS	30 cm a 5 m	4 a 12	X	X			
L1 código y fase	1 m	12 a 17	X	X	X		
L1 + L2	0.1 a 0.01 m	20 a 33	X	X	X	X	

3.2 Precisiones. (1)

Fase diferencial				
Modo	Equipos			
	L1 + L2	L1 (12 can)	L1 (6 can)	L1 cód (6 can)
Estático	5 mm + 1 ppm	5 – 10 mm. + 2ppm	5 – 10 mm. + 2ppm	No disponible
Estático rápido	5 – 10 mm. + 1 ppm			No disponible
Reocupación	5 – 10 mm. + 1 ppm			No disponible
Stop & go	10 – 20 mm. + 1 ppm	10 – 25 mm. + 2 ppm	10 – 30 mm. + 2 ppm	No disponible
Cinemático	10 – 20 mm. + 1 ppm	10 – 25 mm. + 2 ppm	10 – 30 mm. + 2 ppm	No disponible

Código diferencial				
Modo	Equipos			
	L1 + L2	L1 (12 can)	L1 (6 can)	L1 cód (6 can)
Estático	30 – 50 cm	30 cm	1 m	1 m
Cinemático	50 – 100 cm	50 cm	1 – 2 m	1 – 2 m

3.2 Precisiones. (2)



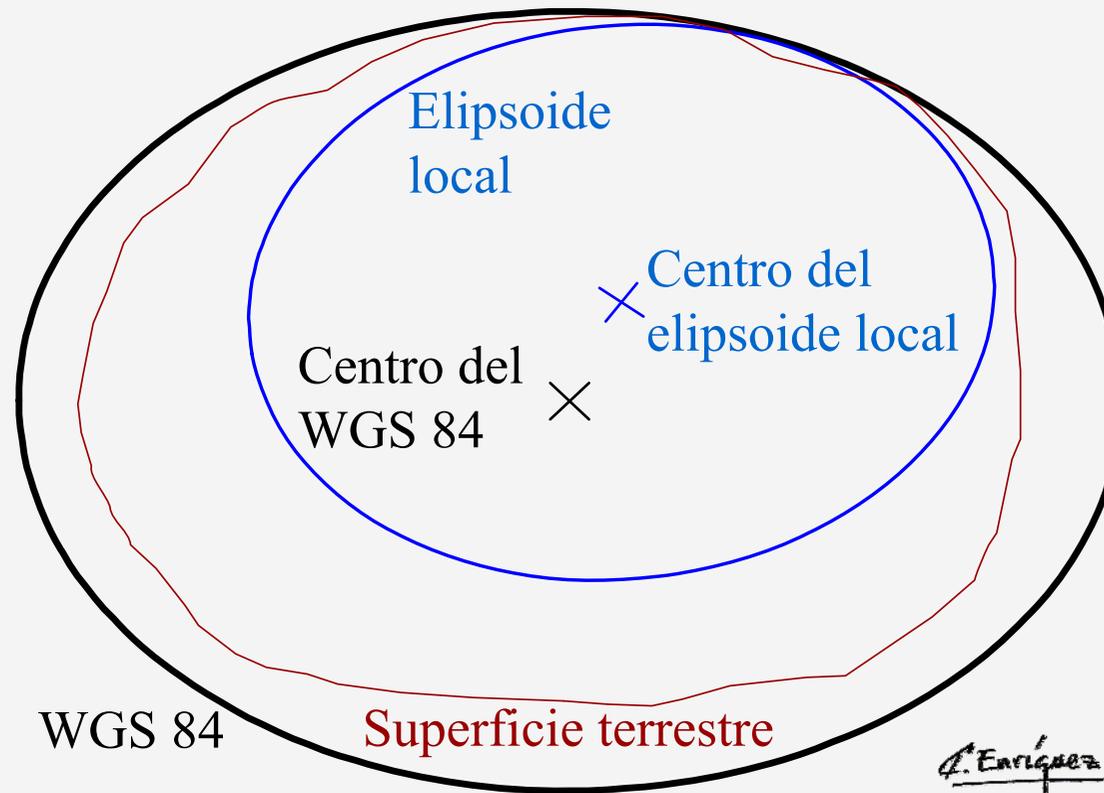
3.2 Precisiones. (3)

- Tres preguntas:
 - ¿Qué necesitamos?
 - ¿Con qué precisión?
 - ¿Para cuándo?
- Más precisión y rapidez = Más gastos.
- Más precisión y rapidez \neq Mejor trabajo.
- Más precisión y rapidez \neq Mejor resultado.

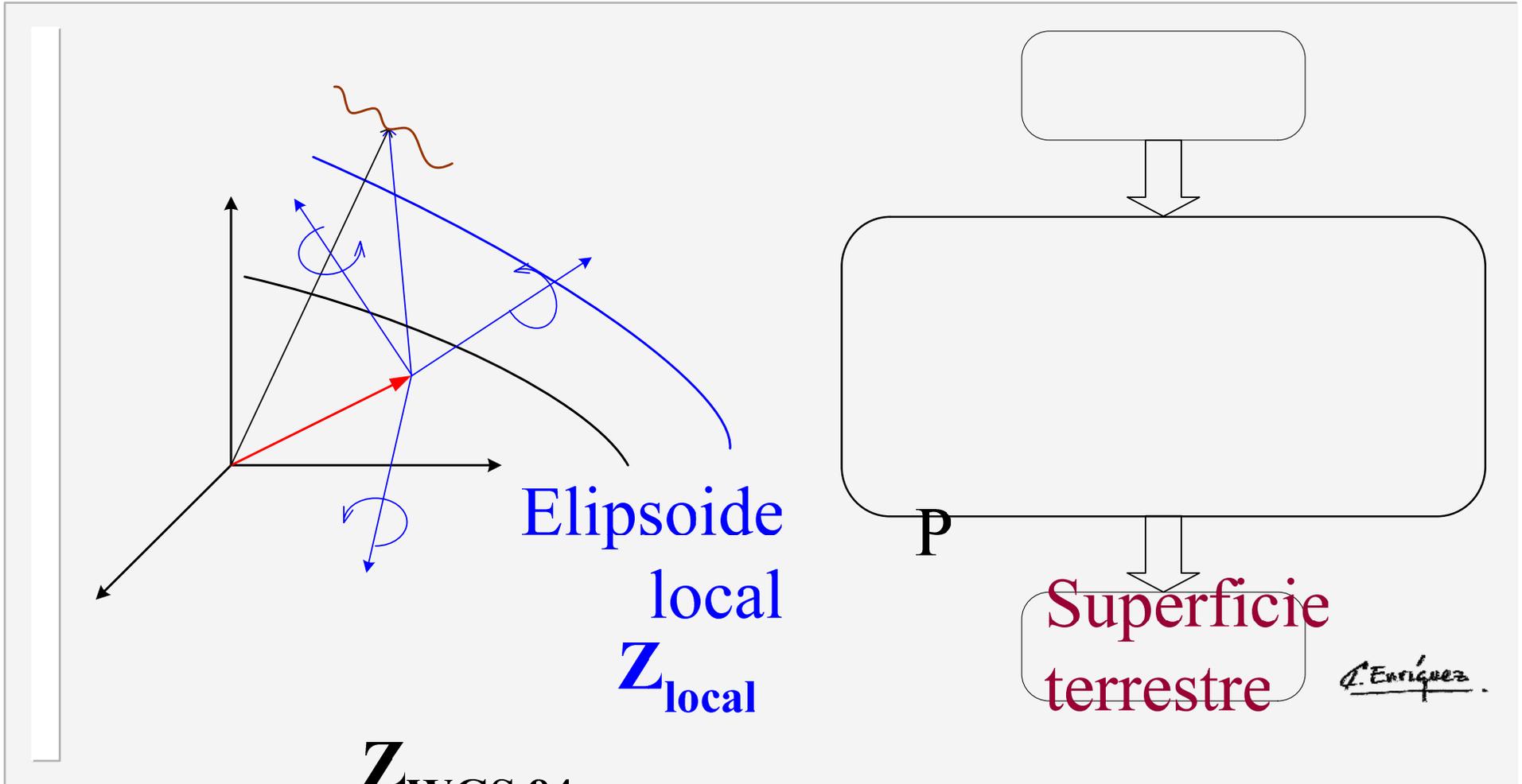
5. El cambio de datum y las proyecciones cartográficas.

- 5.1 La necesidad de la transformación.
- 5.2 Métodos para el cálculo de los parámetros de transformación.
- 5.3 El problema de las alturas y el geoide.
- 5.4 La proyección UTM

5.1 La necesidad de la transformación.



5.2 Parámetros de transformación. (1)



$Z_{WGS 84}$

5.2 Parámetros de transformación. (2)

Transformación de Helmert (7 parámetros)

Ventajas

- Método más riguroso y preciso
- Mantiene la precisión del sistema GPS

Inconvenientes

- Se deben conocer con precisión las coordenadas de al menos cuatro puntos en el sistema local
- Errores los encontramos en las alturas
- Modelo de geoide adecuado.
- Limitado a 50 000 MTN

Usos

- Ingeniería Civil

Transformación de Molodensky (4 parámetros)

Ventajas

- Solo se necesitan cuatro parámetros: ΔX , ΔY , ΔZ y Δf
- No es necesario conocer coordenadas locales precisas
- Se aplican a grandes extensiones de terreno (países)

Inconvenientes

- Menos preciso (error métrico)

Usos

- Navegadores

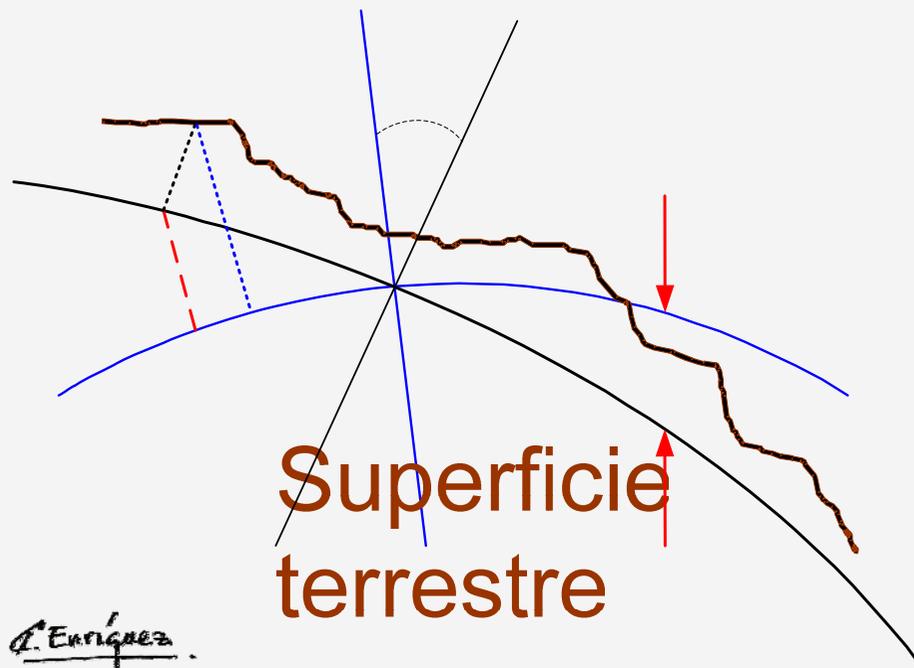
5.2 Parámetros de transformación. (3)

Datum		Elipsoide de referencia			Parámetros de transformación		
Nombre	Código	Nombre	Δa	$\Delta f \times 10^4$	ΔX	ΔY	ΔZ
ED50 (España y Portugal)	EUR-D	Internacional 1924	-251	-0.14192702	-84	-107	-120

Parámetros de transformación válidos para España y Portugal

- $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$: Desplazamientos entre los centros del elipsoide local y el del WGS84. Vienen dados en metros
- $\Delta a = a_{\text{WGS84}} - a_{\text{local}}$,
- $\Delta f = \alpha_{\text{WGS84}} - \alpha_{\text{local}}$

5.3 El problema de las alturas y el geoide.



- h = altura elipsoidal
- H = altura sobre el geoide (altura ortométrica)
- N = Separación del geoide.
- α = Desviación de la vertical.

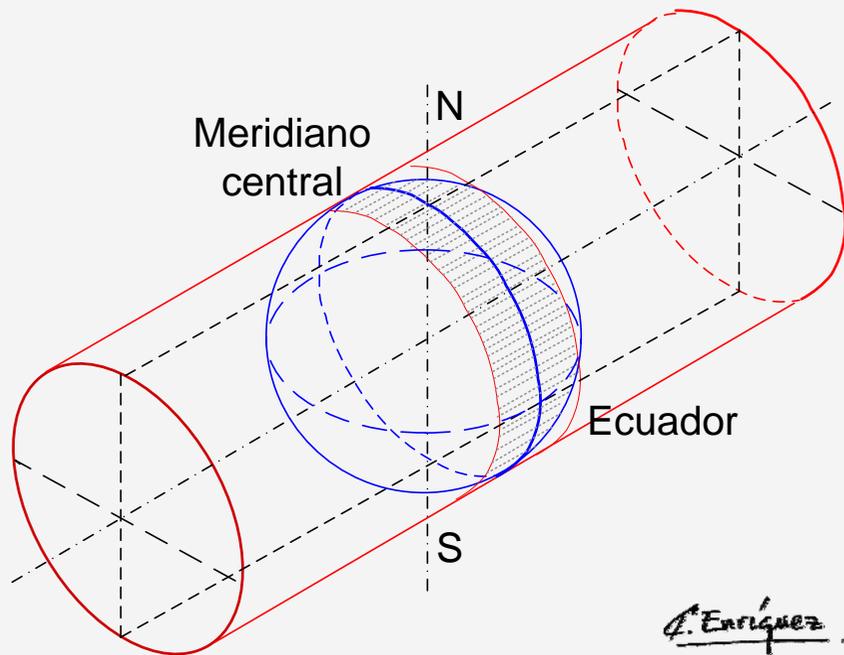
Normal al geoide
(vertical local)

La precisión con que debemos conocer la ondulación del geoide es de 1 m para fines cartográficos, 0.5 m para fines geodinámicos y mayor que 0.1 para calcular diferencias de altitudes. (Leick, 1990)

N

Ondula

5.4 La proyección UTM. (1)



- Proyección cilíndrica, transversa y conforme.

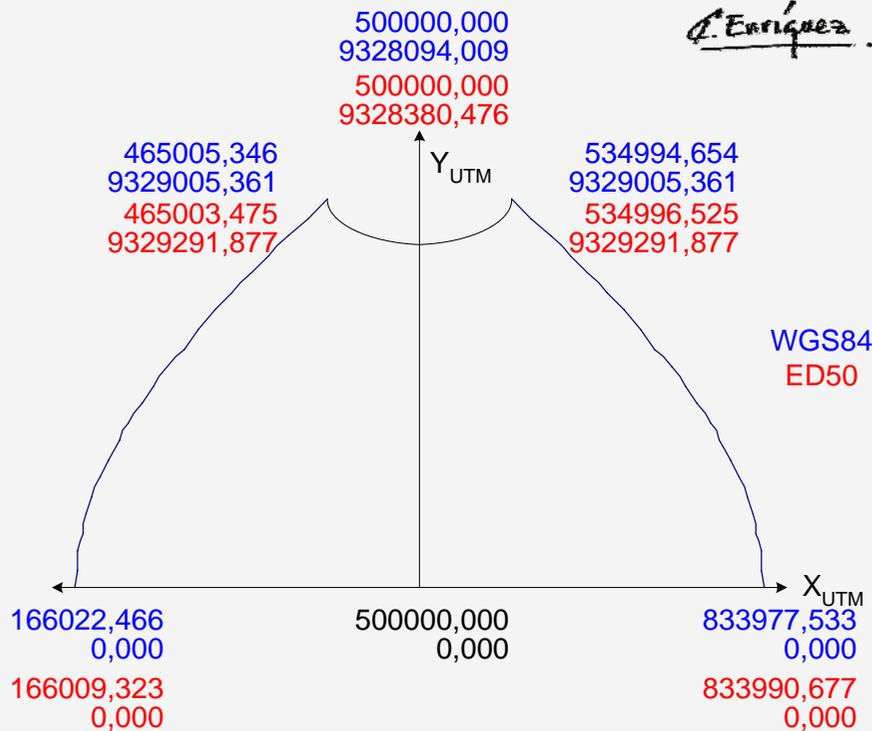
Cilíndrica: Basada en un cilindro.

Transversa: Cilindro tangente al elipsoide a lo largo de un meridiano.

Conforme: Conserva los ángulos.

- Meridiano central línea isométrica automecoica.
- Factor de reducción de escala $K_0=0.9996$.
- 60 husos iguales de 6° de amplitud.

5.4 La proyección UTM. (2)



Los **sistemas de referencia** adoptados son los siguientes:

- En el **elipsoide**, el meridiano central del huso respectivo como origen de longitudes, y el Ecuador como origen de latitudes.
- En el **plano**, la transformada del meridiano central del huso como eje de ordenadas y la perpendicular a éste en su cruce con el ecuador como eje de abcisas.

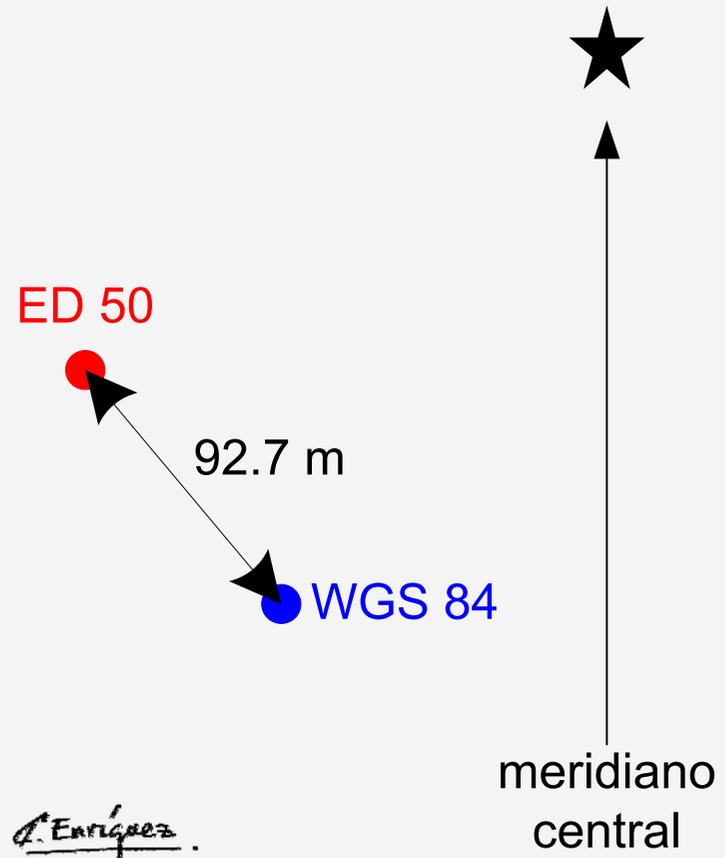
5.4 La proyección UTM. (3)

Distintos datum, distintas coordenadas

- Coordenadas geodésicas:
45° N, 4° 45' WG
- Coordenadas UTM:

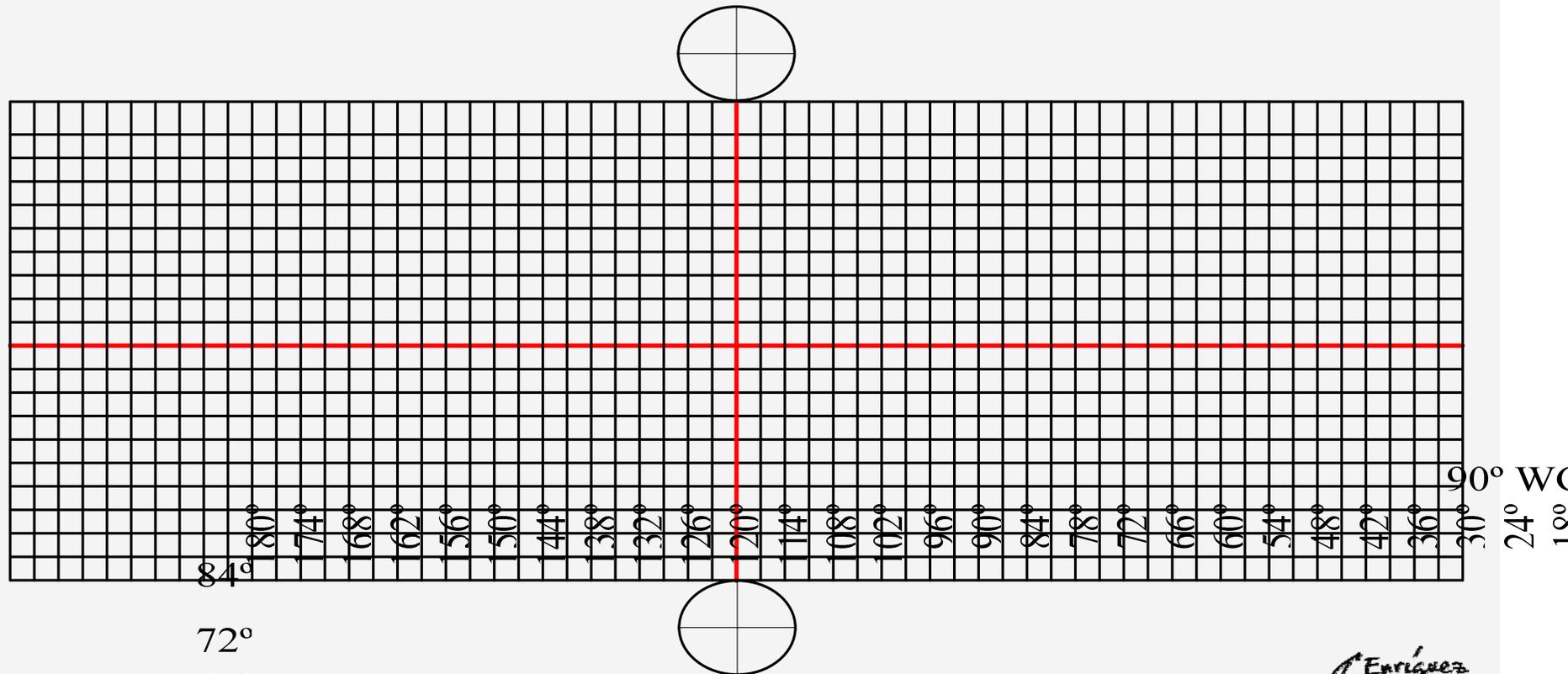
	ED 50	WGS 84
X_{UTM}	380895,799	380901,333
Y_{UTM}	4984153,854	4984061,308

- Diferencia: **92,7 m**



C. Enríquez

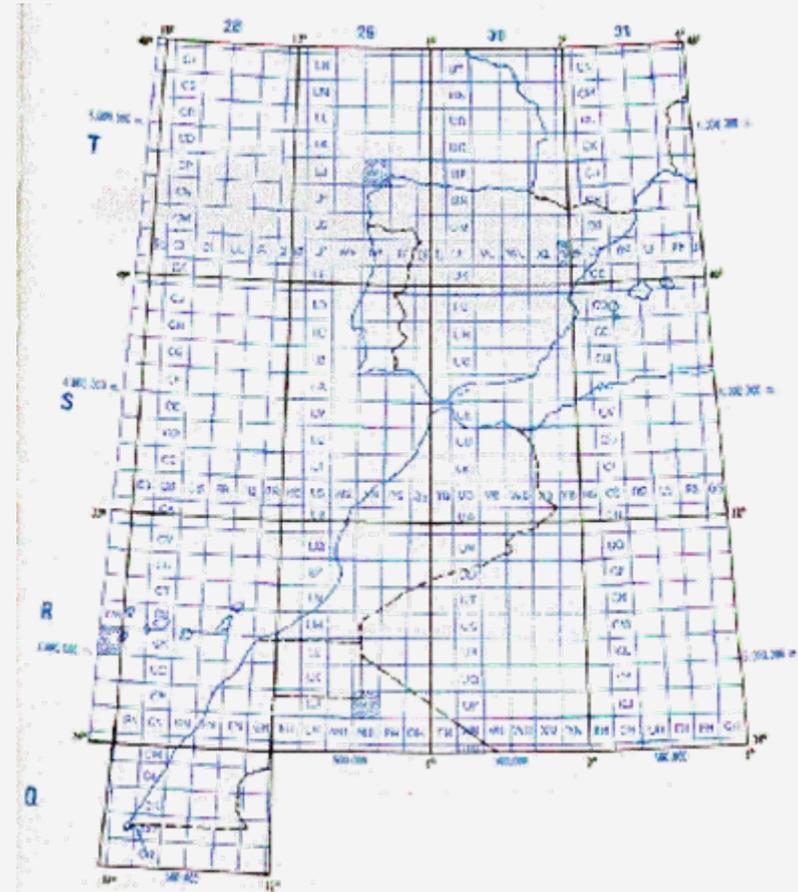
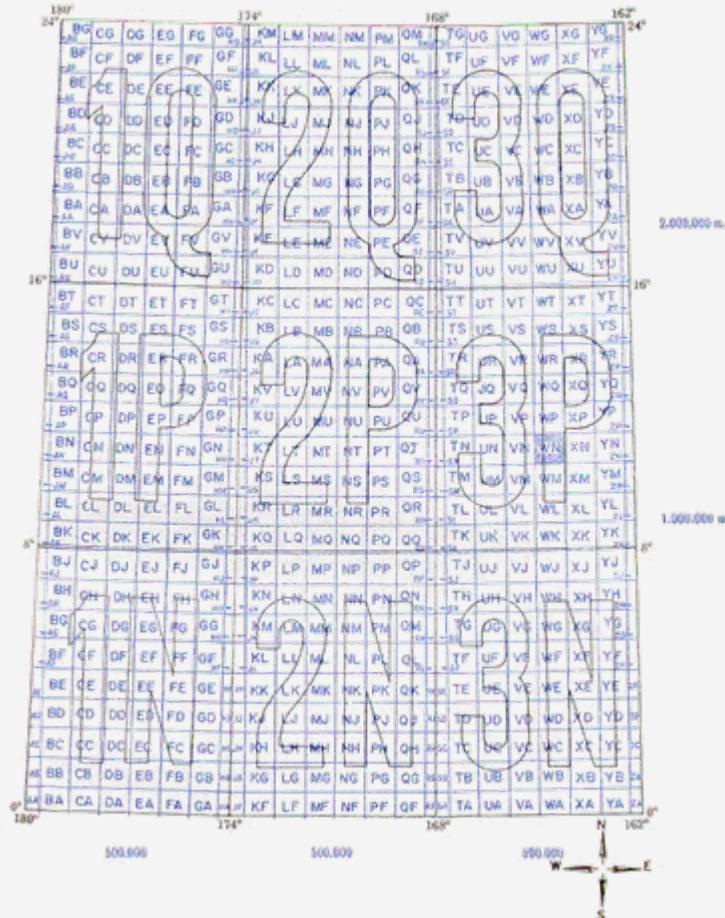
5.4 La proyección UTM. (4)



$$\text{HUSO} = \text{Redondeo} \left(\frac{\lambda + 177}{6} \right) \quad \lambda_0 = 6 * (\text{HUSO} - 1) - 177$$

C. Enríquez

5.4 La proyección UTM. (5)



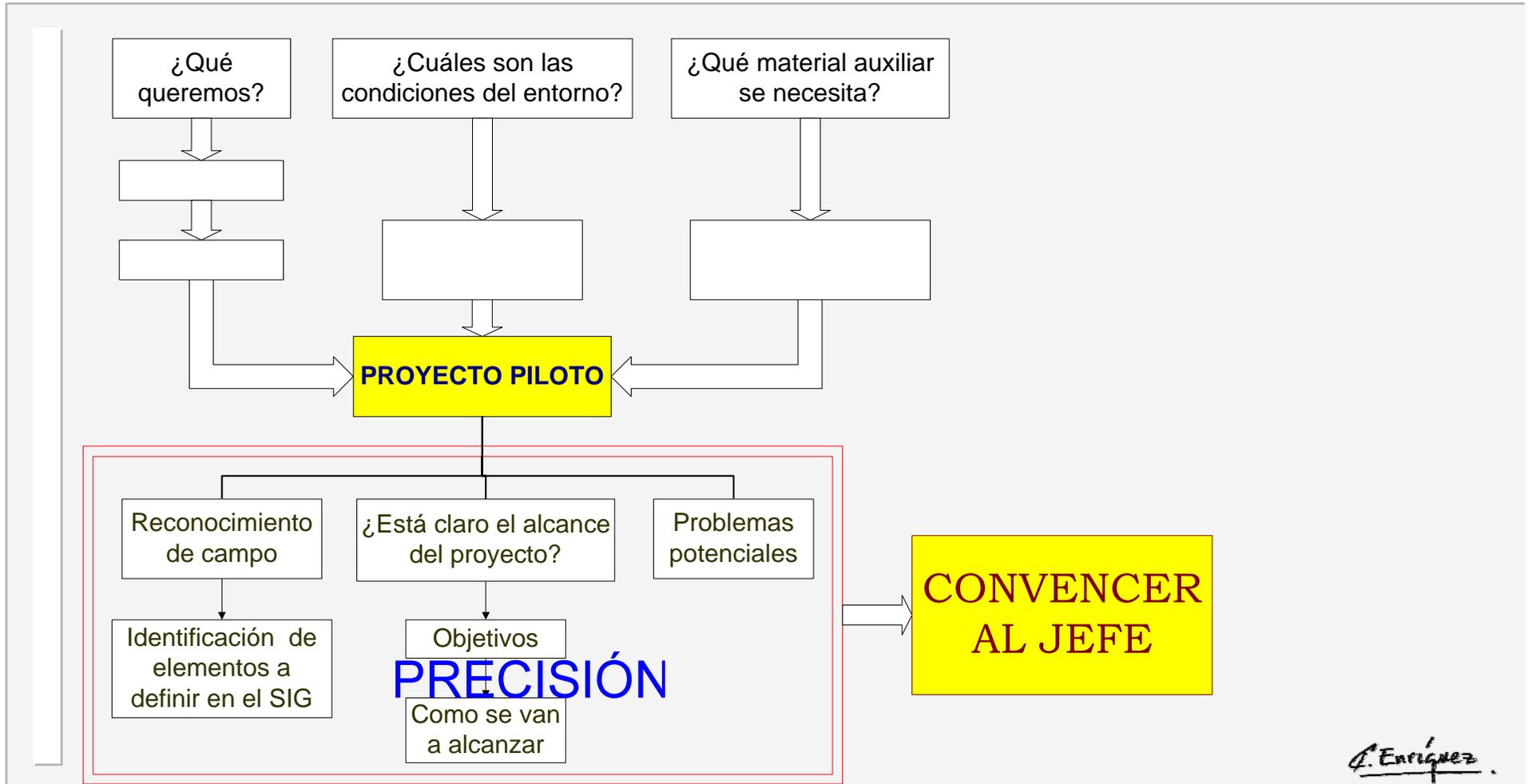
6. Etapas en un proyecto GPS / SIG.

6.1 Planificación

6.2 Implementación

6.3 Evaluación

6.1 Planificación. (1)



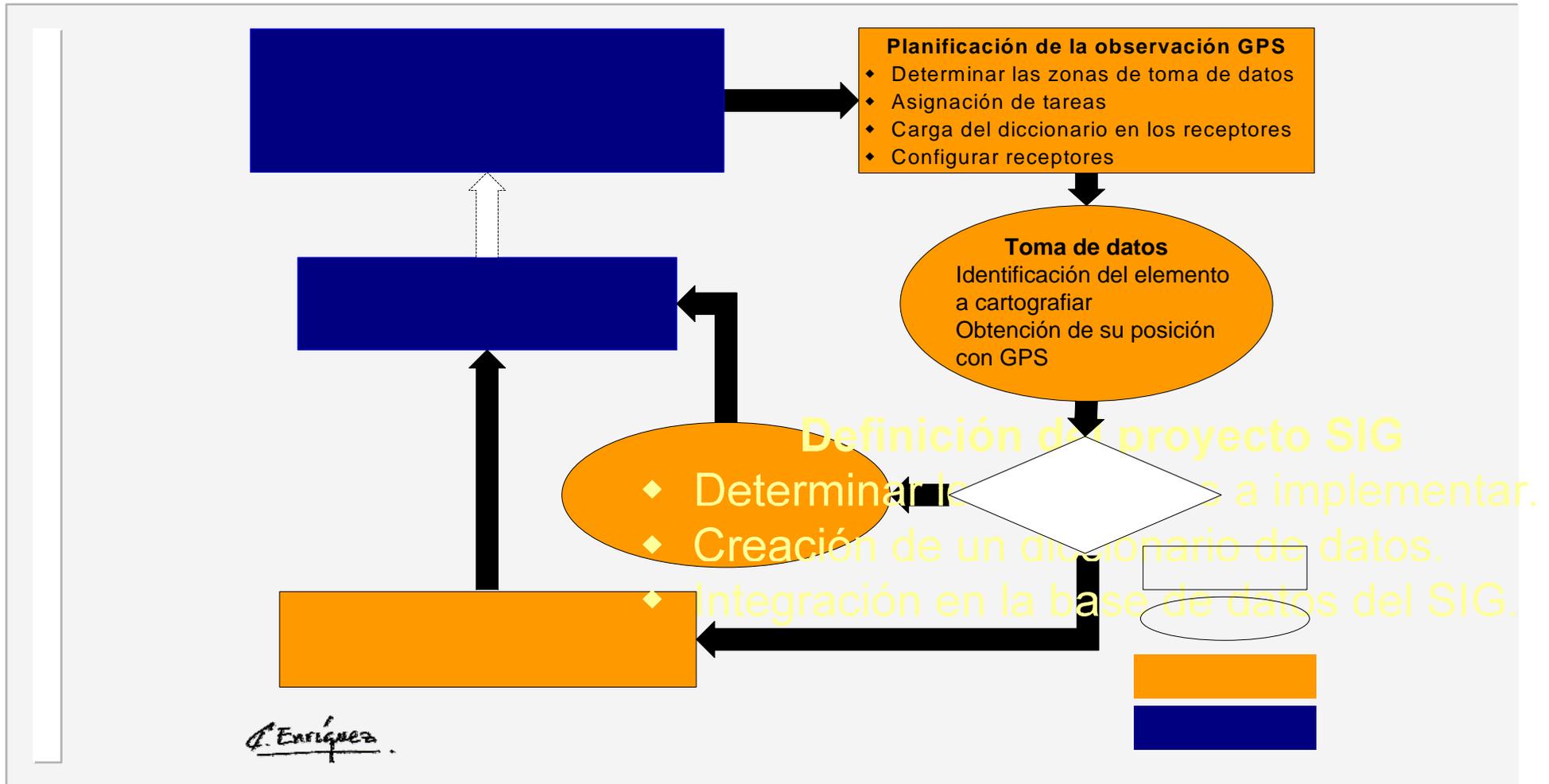
EQUIPOS

© Carlos Enriquez Turiño

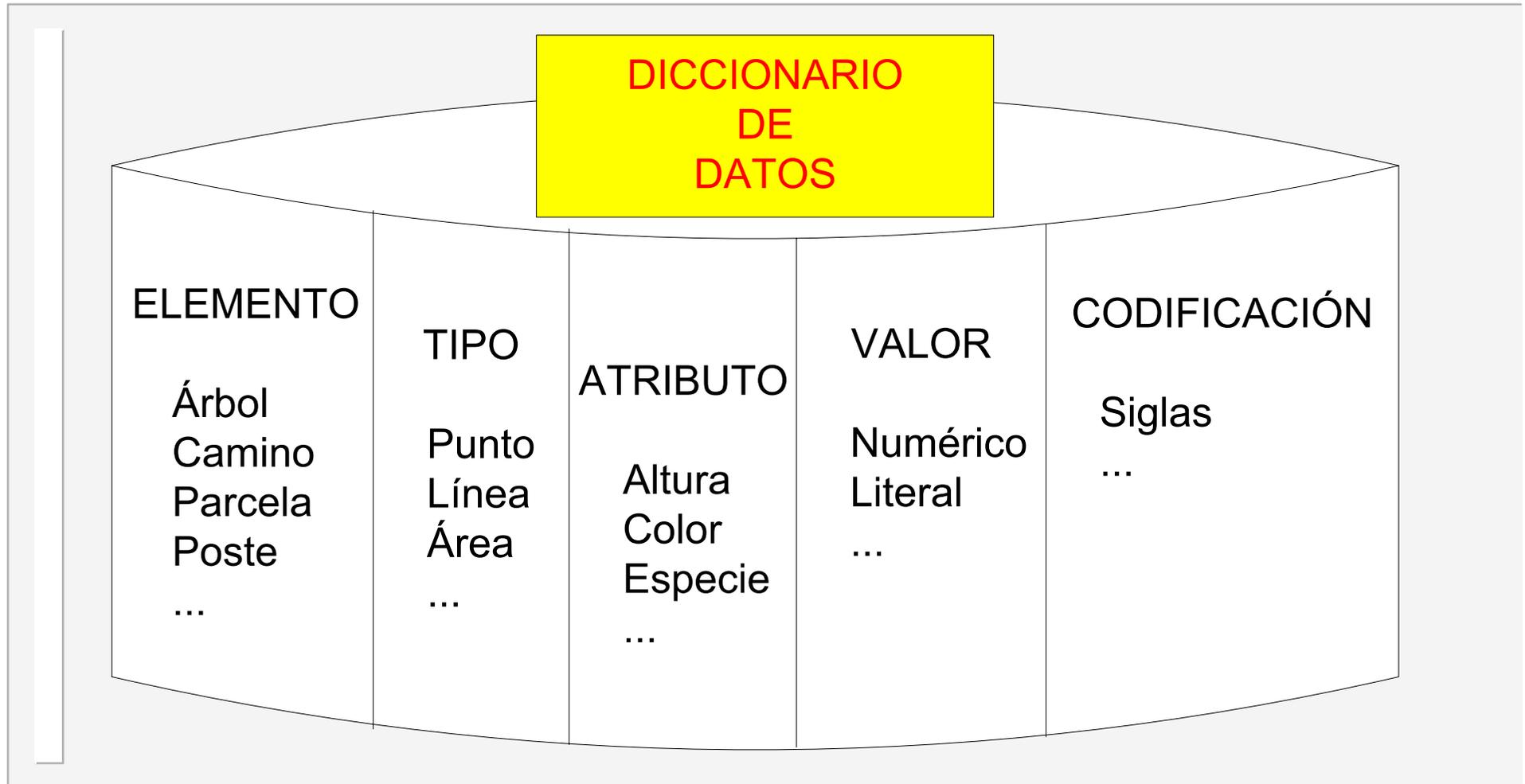
MEDIOS DE
LOCOMOCIÓN

C. Enriquez

6.1 Planificación. (2)



6.2 Implementación. (1)



6.2 Implementación. (2)

Previo

- Buena Codificación
 - Nombres GPS = Nombres SIG
 - En GPS Nombre = Punto
 - ¡Ojo! a los espacios en blanco
 - Nombres significativos
 - Atributos
 - Fechar la toma de datos
- Unidades y datum.
- Crear el diccionario.
- Cargarlo en el GPS.
- **Comprobar el equipo.**

Tomando datos

- Elección del método
- ¿Hay cobertura GPS?
 - Búsqueda de alternativas
- ¿Son los puntos accesibles?
 - Material auxiliar
- Libro de Notas.

6.2 Implementación. (3)

El procesado

- Descarga de datos.
- Editado de datos.
 - Consultar el libro de notas.
- Post proceso (solo para posicionamiento relativo).
- Exportarlo a formato SIG.

6.3 Evaluación.

- **¿Funciona?**
- Errores logísticos.
- Documentación.
Para tontos: clara, concisa y sin ambigüedades.
- Mantenimiento.
 - Software.
 - Actualización de toma de datos.
 - Actualización de equipos.
- **COPIA DE SEGURIDAD.**
- Si todo falla, empezar de nuevo cambiando la metodología.

7. Aplicaciones.

7.1 Evaluación de daños en carreteras.

7.2 Cartografiado de carreteras.

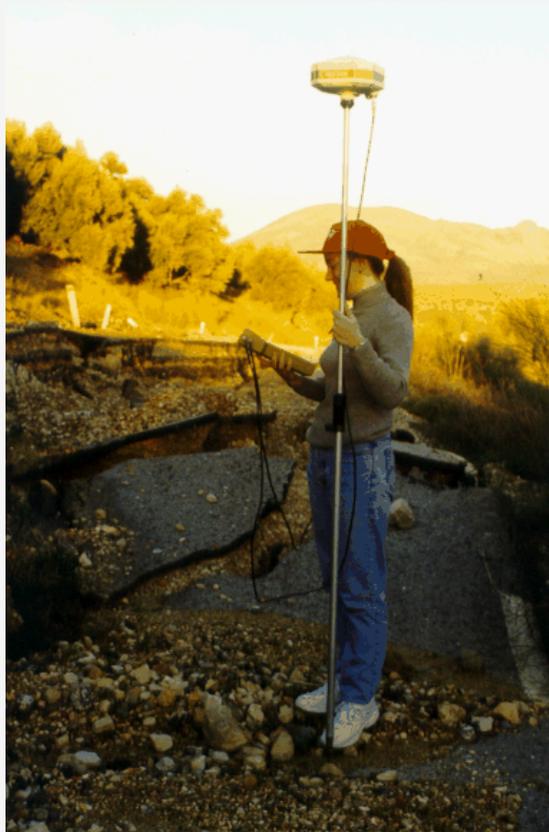
7.3 Toma de datos en campo.

7.4 Inclusión de datos en un SIG.

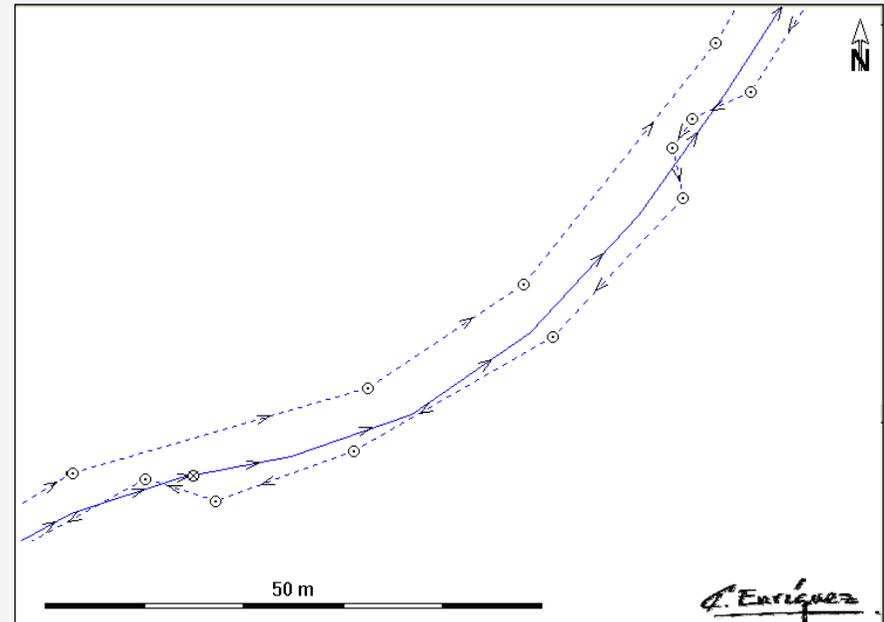
7.1 Evaluación de daños en carreteras. (1)

	1998	2006
Objetivos	Inventariado de daños y del estado del firme. Integración de los resultados en bases de datos espaciales	
Material	2 GPS bifrecuencia Tarjeta de memoria 512 Kb PC portátil	Navegador PDA con 1 Gb de Memoria Disto
Tiempo	30 min (por zona)	5 min (por zona)
Personal	1 ITT + 2 peones	1 ITT + (1 peón)

7.1 Evaluación de daños en carreteras. (2)



Toma de datos



Ampliación de la zona de daños

7.2 Cartografiado de carreteras. (1)

Objetivos

- Situar correctamente las nuevas vías de comunicación y las modificaciones en las ya existentes.
- Describir las características de la vía.
- Incorporación a una base cartográfica digital.

Material

- Navegador.
- PDA con 1 Gb de Memoria.
- Disto.

Personal

- 1 I. T. T.
- 1 peón.

7.2 Cartografiado de carreteras. (2)



Levantamiento de la A-340 (Marmolejo – Belalcázar)

7.2 Cartografiado de carreteras. (3)

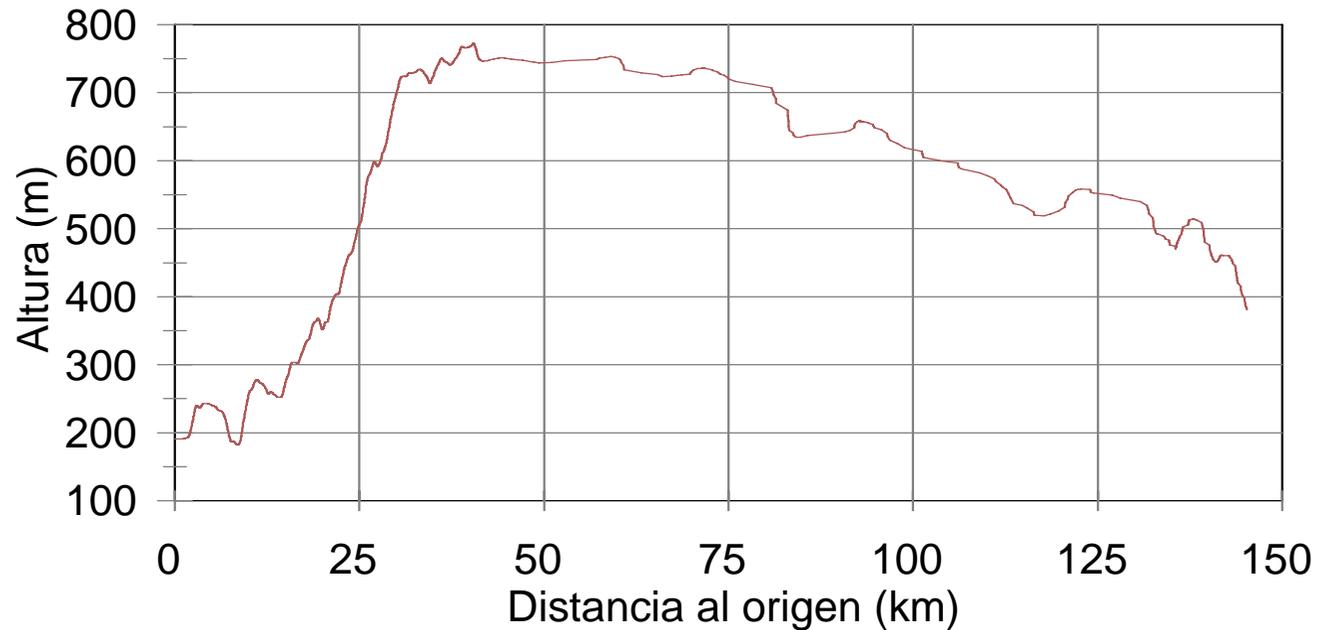


Marmolejo – Cardeña



Cardeña – Belalcázar

7.2 Cartografiado de carreteras. (4)



C. Enríquez

Perfil de la A-340 (Marmolejo – Belalcázar)

7.2 Cartografiado de carreteras. (5)

	Marmolejo – Cardeña Cardeña – Belalcázar	
Orografía	Montaña	Llano
Sinuosidad	Elevada	Poca
Ancho	< 4 m	> 4 m
Arcén	No	Sí
Balizada	No	Sí
Estado Firme	Malo	Bueno
Velocidad crucero	40 km/h	90 km/h

7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (1)

Objetivo

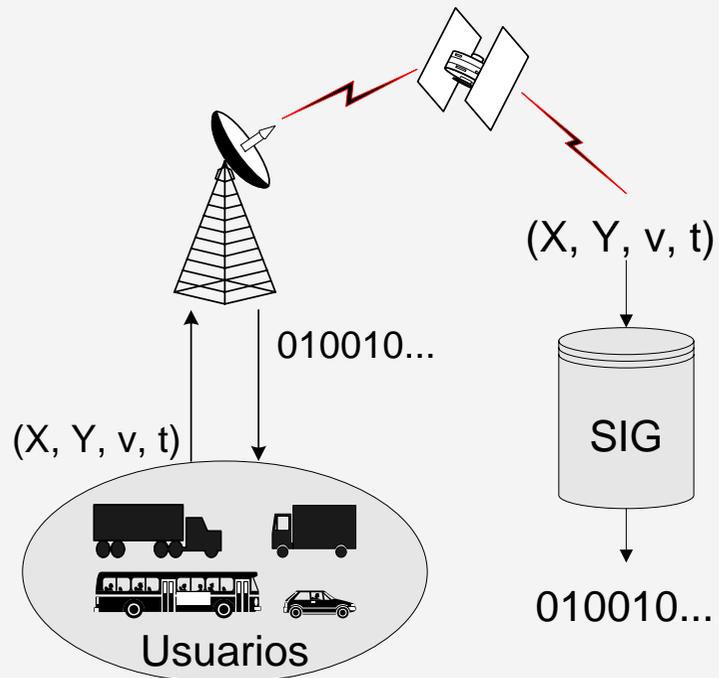
Desarrollar un sistema, que con la ayuda de un GPS, actúe como un sistema de ayuda a la conducción.

Descripción

El sistema debería informar, en tiempo real, al conductor características de la vía tales como:

- *Cruces*
- *Curvas*
- *Cambios de rasante*
- *Zonas de limitación de velocidad*
- *Entradas a núcleos urbanos*
- *Obras*
- *Retenciones*

7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (2)



El código recibido se convierte en información inteligible para el usuario

Componentes del Sistema

- Sistema de navegación
- Sistema de comunicaciones
- Sistema de Información Geográfica

C. Enríquez

7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (3)

Sistema de navegación

- Componentes:
 - Un navegador GPS.
 - Un intérprete.
- Función:
 - Determinar la posición y la velocidad del vehículo.
 - Convertir los códigos recibidos en voz.
- Características:
 - Velocidad estimada del móvil: 80 km / hr.
 - Tiempo de respuesta: 2 s
 - Precisión necesaria en la posición 45 m

7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (4)

El sistema debe ser interactivo

El usuario podrá pedir información al sistema en cualquier momento

Se establecen distintos niveles de ayuda

Un nivel mínimo en el que tan solo se active a petición del usuario.

Un nivel máximo en el que el usuario transmite su posición y velocidad a otros conductores

El sistema debe admitir múltiples idiomas.

La transmisión de información debe de realizarse a través de códigos

El software del sistema debe poder actualizarse de una manera sencilla.

7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (5)

Sistema de comunicaciones

- **Función**
Comunicar al usuario con un Sistema Central.
- **Características**
Basada en telefonía móvil.
Información codificada en forma de SMS.
- **Inconvenientes**
Necesidad de establecer un protocolo de comunicaciones.
¿Quién presta el servicio?.

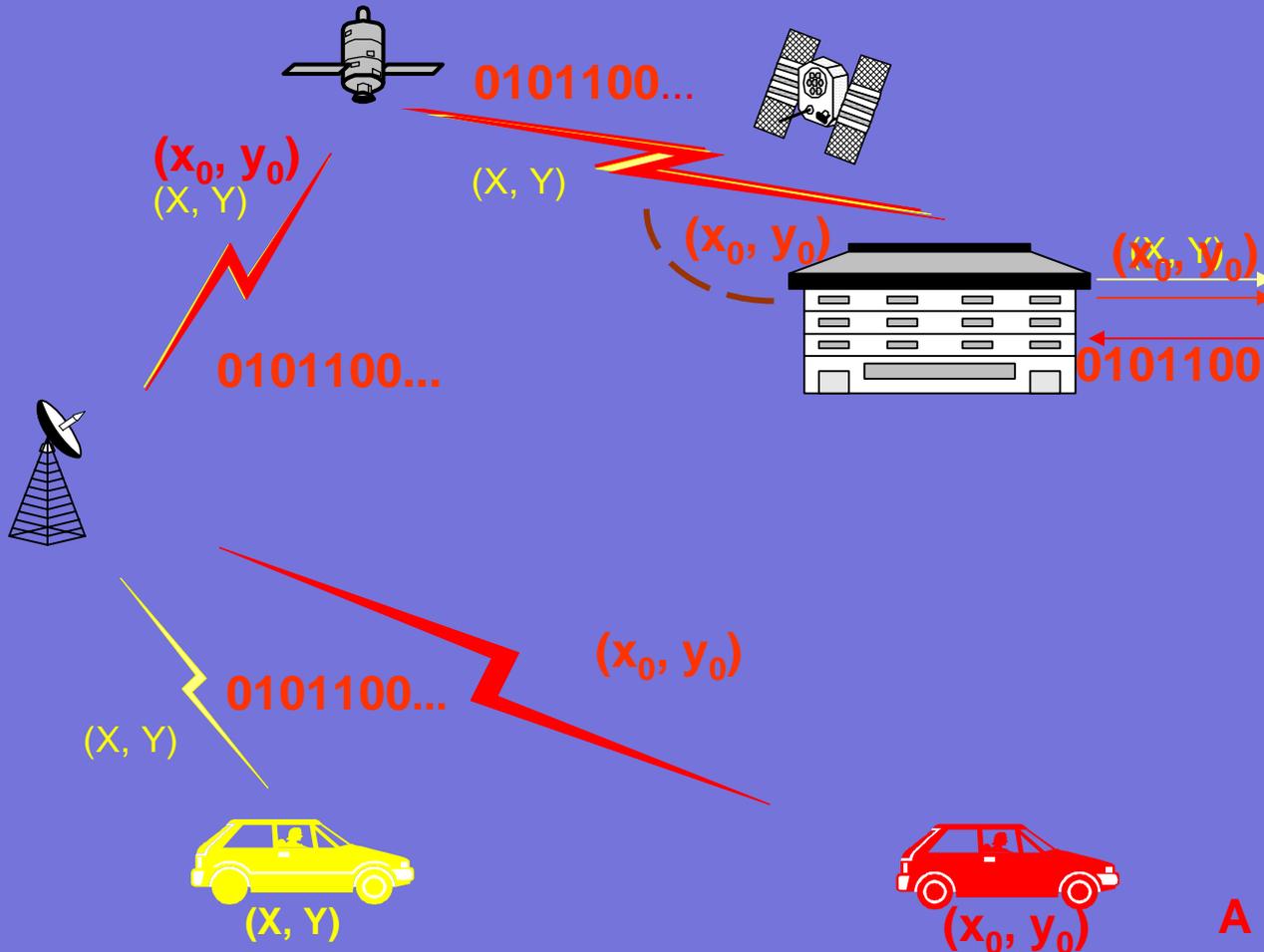
7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (6)

Sistema de Información Geográfica

- **Función**
Contiene toda la información sobre las vías de comunicación y las posibles incidencias.
- **Características**
Distintos niveles de ayuda, en función de las necesidades del usuario
- **Inconvenientes**
Necesidad de actualizarla casi en tiempo real (Máximo 12 hr.).
Necesidad de establecer un estándar de códigos.

7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (7)

C. Enriquez



S.I.G	
x ₁ , y ₁	0101101...
x ₂ , y ₂	0111101...
x ₃ , y ₃	0100101...
x ₀ , y ₀	0101100...
x ₄ , y ₄	0101001...
x ₅ , y ₅	0101111...
x ₆ , y ₆	1101101...
x ₇ , y ₇	1101100...

7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (8)

Necesidades del Sistema

- Cartografía a una escala 1:5000 de TODAS las carreteras.
- Localización de todo el mobiliario vial con un error aproximado de 1 m.
- Cobertura de todo el territorio nacional por telefonía móvil.
- Mantenimiento continuado de la base de datos

7.3 Sistema de Ayuda a la Conducción. (9)

Aplicaciones adicionales

- Servicio de ayuda y socorro.
- Sustituto de los tacómetros.
- Información en tiempo real de infracciones de circulación.
- Conectado al air-bag, información en tiempo real de accidentes de tráfico.
- Mapa de carreteras.
- Guía turística.
- Control del tráfico de mercancías peligrosas.
- Control del tráfico de mercancías que puedan ser objeto de fraude.
- Búsqueda de personas
- Búsqueda de coches robados

8 Práctica de campo.

8.1 Toma de datos.

8.2 Inclusión de datos en un SIG.

8.1 Toma de datos.

8.2 Inclusión de datos en un SIG.

9. Referencias.

9.1 Bibliografía.

9.2 Direcciones en Internet.

9.1 Bibliografía

- ENRÍQUEZ, C. (1998) Aplicaciones del GPS a la cartografía. Actas del 6º Congreso Nacional y 3º Internacional de Topografía. Medellín (Colombia)
- ENRÍQUEZ, C. (2003) Nueva codificación para la cartografía de carreteras. Actas de la V Semana de Geomática. Barcelona (España)
- LEICK, A. (1990). GPS Satellite Surveying. John Wiley & Sons. New York.
- MUÑOZ, M^a.F, DE LA CRUZ J. L, ALCALÁ, A. R y ENRÍQUEZ, C. (1998) Inventario de daños en carreteras con técnicas GPS. Actas del I Congreso Andaluz de Carreteras. Granada (España)
- NIETO, E; VALDIVIESO, J. A; ALCALÁ, A. R y ENRÍQUEZ, C. (1998) Actualización de la cartografía de carreteras con técnicas GPS. Actas del I Congreso Andaluz de Carreteras. Granada (España)
- STEEDE-TERRY, K. (2000) Integrating GIS and the Global Positioning System. ESRI Press. Redlands.

9.2 Direcciones en Internet

- Centro Nacional de Información Geográfica: www.cnig.es.
- Dirección de la Escuela Politécnica de Enseñanza Superior de Madrid: www.upm.es/centros/epes.html
- GPS Information and Observation System. gibs.leipzig.ifag.de. Información variada para usuarios del GPS.
- Instituto Geográfico Nacional: www.mfom.es/ign/top_geografico.html.
- International Association of Geodesy: www.gfy.ku.dk/~iag. Acceso a distintas publicaciones y manuales de la IAG.
- International GPS Service: igs.cb.jpl.nasa.gov. Página oficial del Servicio Internacional GPS. Tiene una gran cantidad de enlaces a centros y organismos públicos relacionados con el GPS.
- Página web de la revista GPS World. www.gpsworld.com.
- Proyecto Mercator: www.mercator.es. Página oficial del proyecto Mercator, que engloba a Organismos oficiales y empresas particulares relacionadas con el mundo de la Cartografía, la Geodesia, la Topografía, la Fotogrametría y otras áreas afines.
- The Geographer's Craft Project. www.colorado.edu/geography/gcraft/contents.html Página web desarrollada por Peter H. Dana. Una de las mejores en cuanto a explicar los fundamentos de GPS, de Cartografía y Sistemas de referencia.
- U.S. Geological Survey: www.usgs.gov