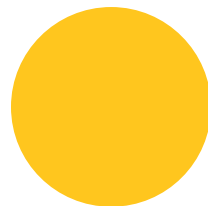
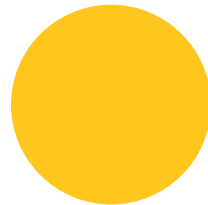


Metodología de cálculo de las coordenadas de las estaciones de referencia conectadas a la Red GNSS de Castilla y León

Subdirección de Infraestructuras Agrarias
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León



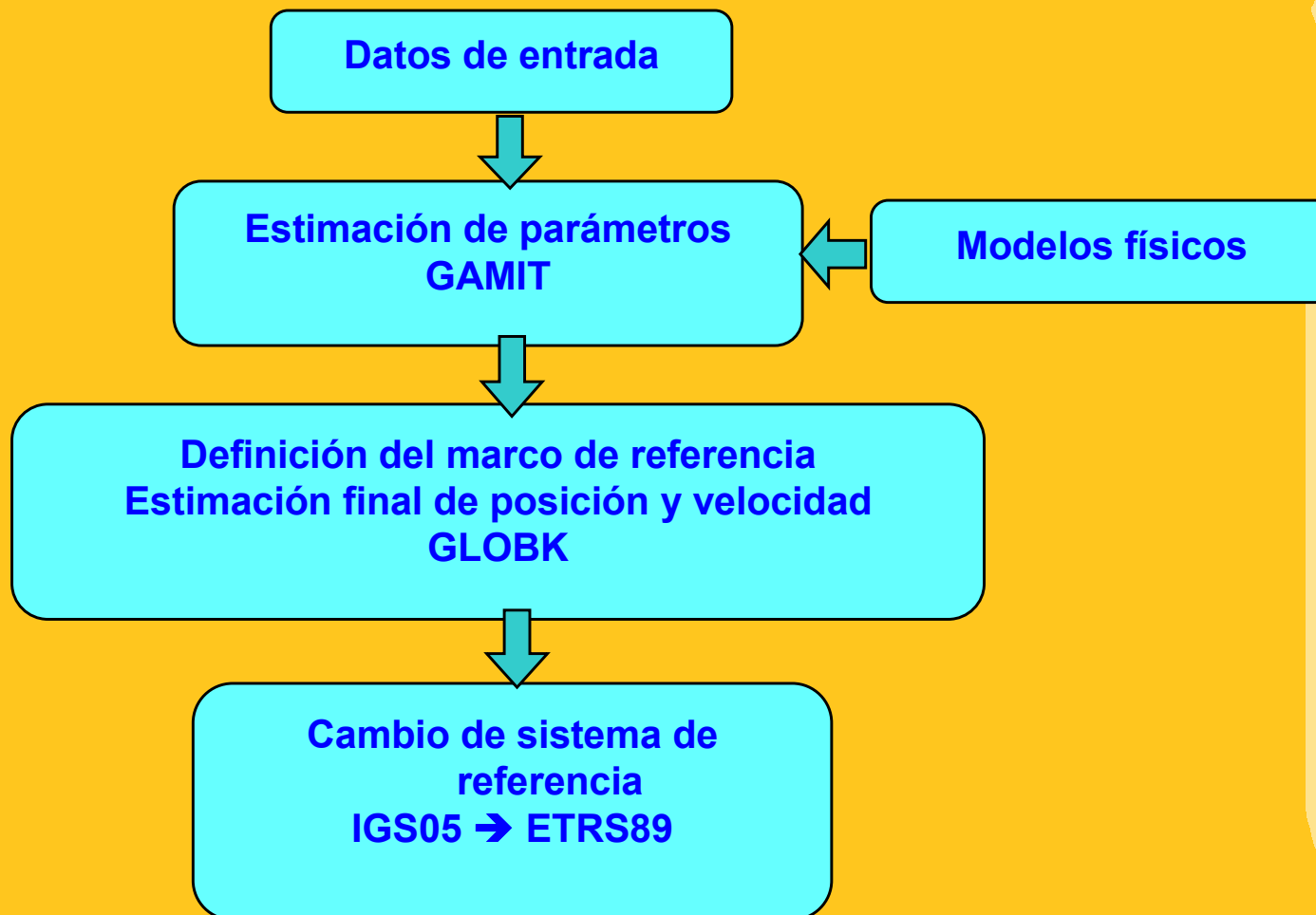
INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO



Elección del software de Cálculo

- **Requisitos:**
 - Ajuste multi-líneabase simultáneo.
 - Utilizar los modelos físicos más refinados.
 - Utilizar coordenadas y velocidades en ITRF.
 - Utilizar calibraciones absolutas de antena APCV.
 - Obtener estimaciones de posición, velocidad, parámetros orbitales, de rotación terrestre, retardos troposféricos.
 - Obtener matrices varianza-covarianza completas de las estimaciones de parámetros, en el formato SINEX.
- **Software elegido: GAMIT/GLOBK**
 - **GAMIT:** ajuste MMCC con constreñimientos relajados.
 - **GLOBK:** combinación de soluciones con filtro Kalman e imposición del marco de referencia.

Esquema general del Cálculo



Datos de entrada

- **Ficheros RINEX diarios**
 - Mínimo 1 semana de datos
 - Estaciones de la Red GNSS de Castilla y León y periferia
 - Estaciones de IGN-EUREF: cace, cant, leon, rioj, sala, yebe
 - Estaciones de IGS : brus, tlse, cagl, pdel, rabt, vill
- **Órbitas precisas SP3 del IGS:** referidas al nuevo marco IGS05, desde la semana GPS 1400.
- **Parámetros de orientación terrestres (EOPs)**
- **Coordenadas y velocidades de estaciones IGS**
- **Modelo de calibración de antenas absoluto**
- **Modelos físicos:** carga oceánica, carga atmosférica, etc.

Modelos físicos(1)- Modelado de Observables

- **Elección de líneasbase:** mínimo camino, se eligen las líneasbase linealmente independientes que tengan la longitud mínima.
- **Observable básico:** dobles diferencias en LC=L3 (combinación libre de ionosfera), utilizando observables L1, L2, C1/P1, P2, sólo datos de constelación GPS.
- **Intervalo de muestreo:** 1 época cada 120 s. en la solución final
- **Resolución de ambigüedades:**
 - 1º- Solución flotante de dobles diferencias en LC
 - 2º- Resolución de ambigüedades **wide-lane** (Melbourne-Wübbena, L6)
 - 3º- Resolución de ambigüedades **narrow-lane**.
 - 4º- Solución fija de dobles diferencias en LC
 - **Con observables de código y fase poco ruidosos y 1 día de observaciones se pueden resolver líneasbase de miles de km.**

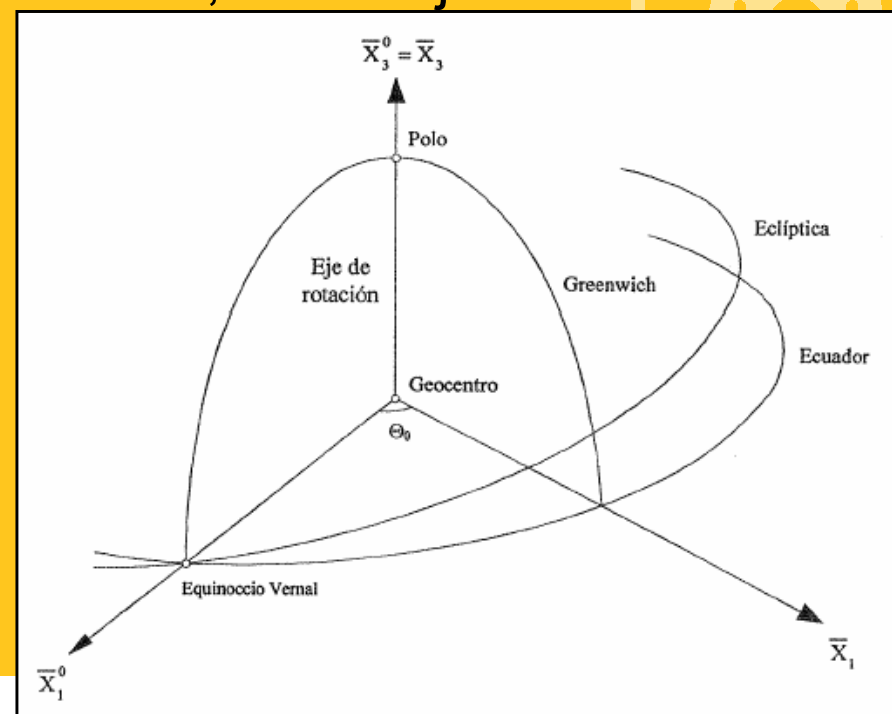
Modelos físicos(2)-Sistemas de Referencia

- **Movimiento de satélites:**
 - Efectos gravitatorios: Tierra, Sol, Luna, mareas...
 - Efectos no gravitatorios: radiación solar, reorientaciones...
- **Sistemas de referencia:**
 - Sistema de referencia celeste, inercial: ICRS
 - Sistema de referencia terrestre, no inercial, Tierra fija: ITRS
- **Interconexión entre ambos:**

EOPs, parámetros de orientación terrestre (boletines del IERS):

 - Movimiento del Polo
 - UT1-UTC
 - Precesión y Nutación

$$(X,Y,Z)_{\text{CELESTE}} = Q(t) \cdot R(t) \cdot W(t) \cdot (X,Y,Z)_{\text{TERRESTRE}}$$



Modelos físicos (3)

- **Movimiento de estaciones terrestres:**

Posición en ITRF corregida de movimientos de variación temporal rápida, según convenciones IERS03:

- **Marea de Tierra sólida**, máx variación 60 cm
- **Carga de marea oceánica**: cant 6 cm, vala 3 cm.
- **Marea del Polo**, máx variación 25 mm
- **Carga de presión atmosférica**, datos reales NCEP, máx variación 25 mm

Cargas no estimadas: carga hidrológica, etc.

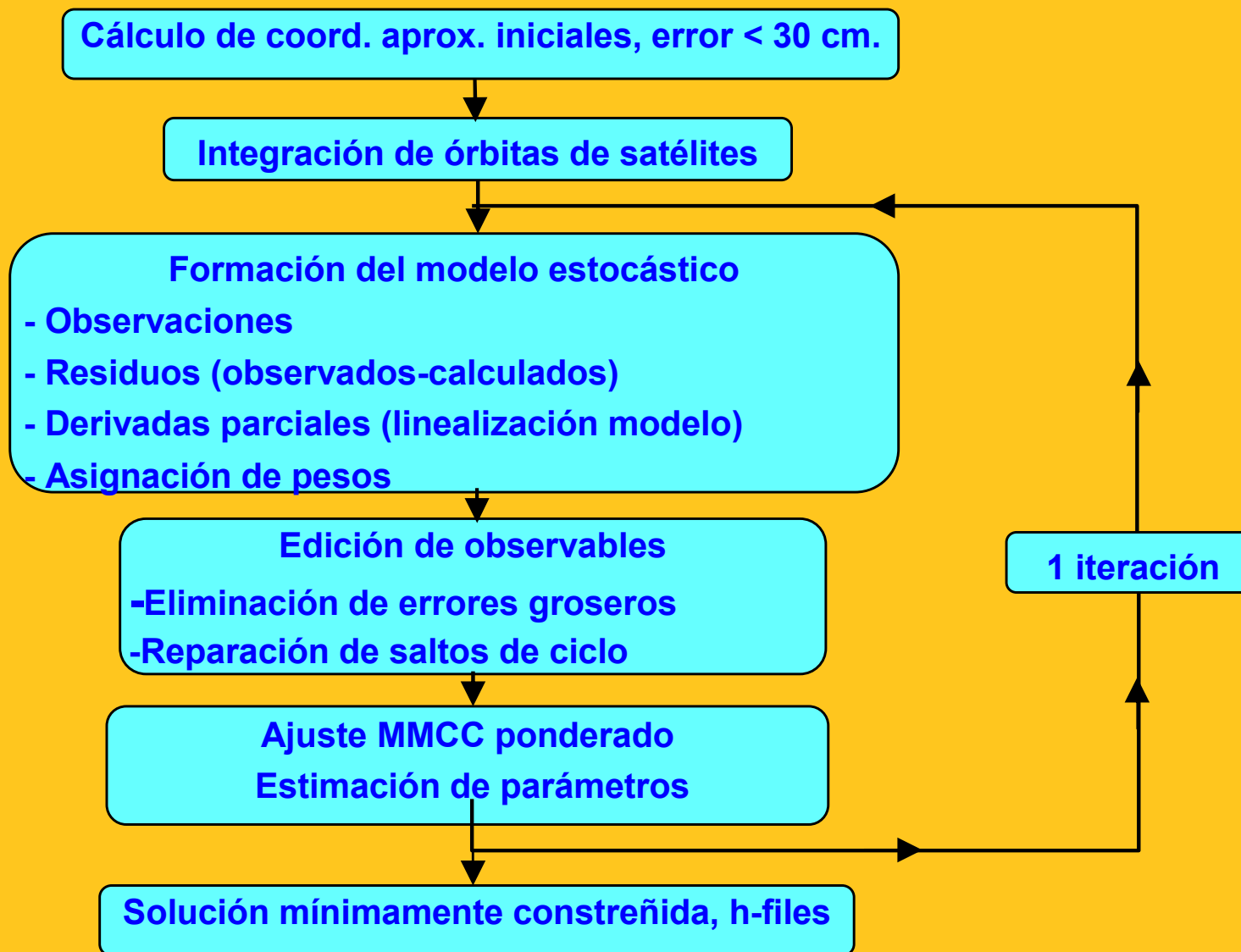
- **Retardo troposférico (ZTD):**

- Retardo cenital seco (ZHD): Saastamoinen + GPT/ VMF1
- Retardo cenital húmedo (ZWD): Hopfield
- Funciones de mapeado para componente seca/húmeda: GMF/ VMF1

- **Retardo ionosférico**: no modelado, eliminado en combinación libre de ionosfera L3

- **Correcciones de centro de fase de antena**: calibraciones absolutas

Estimación de parámetros, GAMIT



Cambio de Sistema de Referencia IGS05 a ERGPS

Paso de IGS05 a ITRF05

- IGS05: calibraciones absolutas
- ITRF05: calibraciones relativas
- IGS05 previamente alineado a ITRF05 con Helmert 3D.

Paso de ITRF05 a ETRF05

- Parámetros oficiales Altamimi 2007
- No se considera velocidad residual respecto placa euroasiática

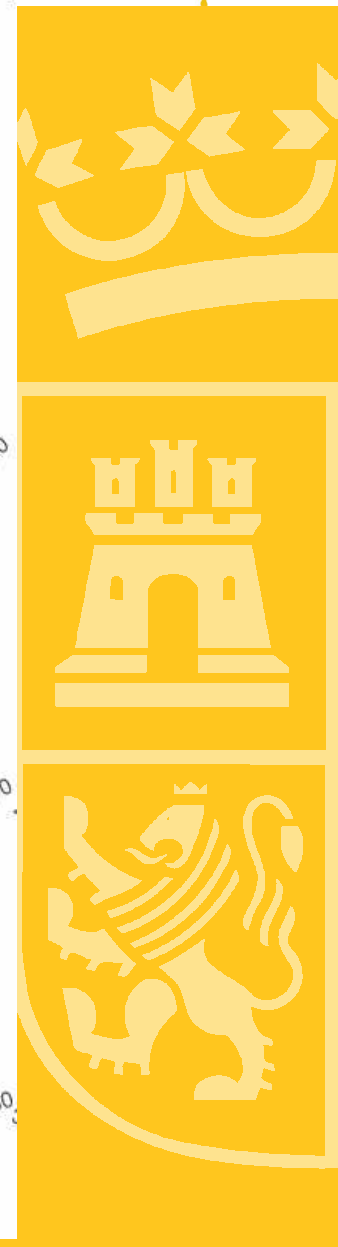
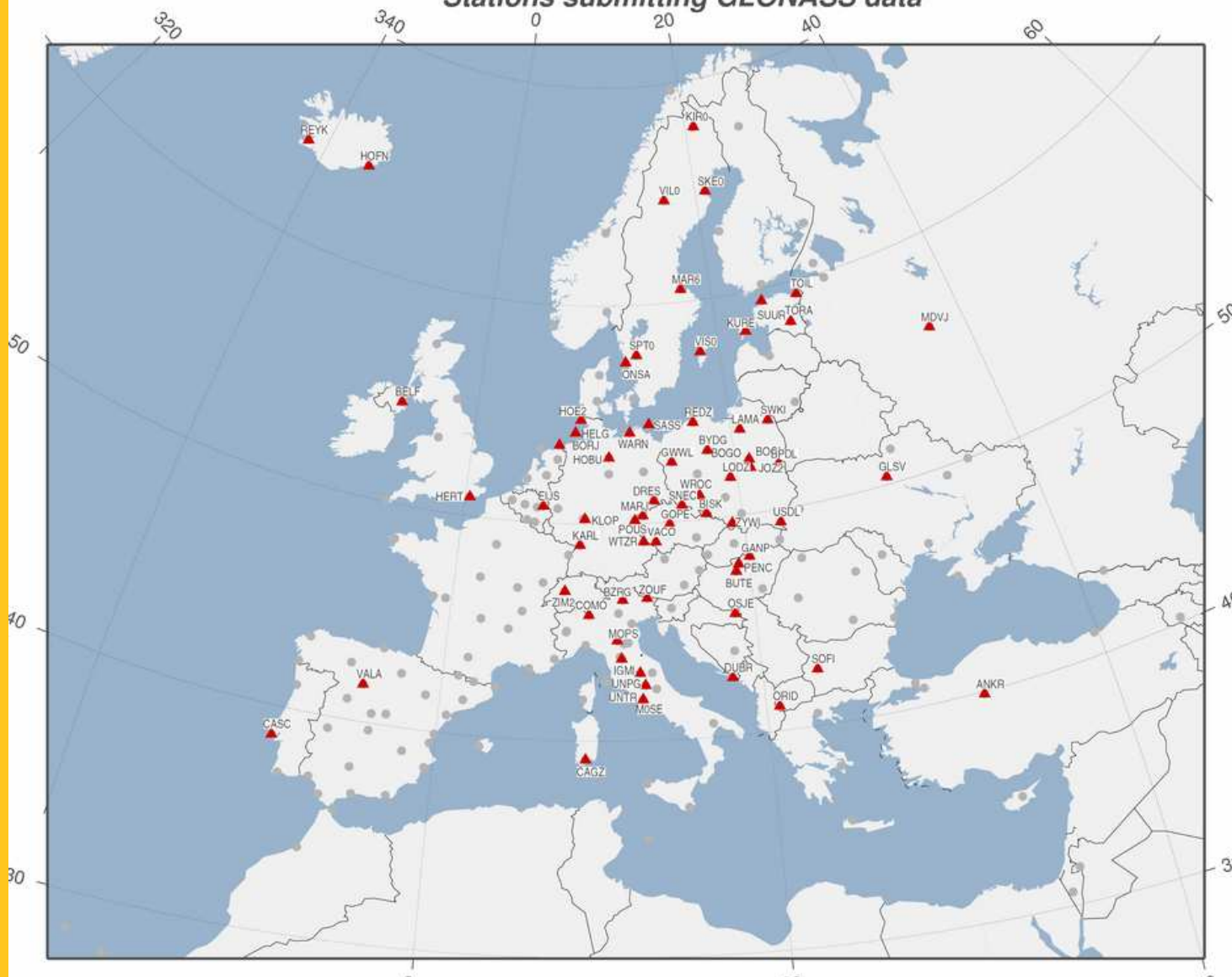
Ajuste de ETRF05 a ERGPS (IGN)

- Traslación en X,Y,Z respecto a 7 estaciones IGN : acor, cace, cant, leon, rioj, sala, yebe
- Diferencias a priori muy pequeñas: Media (m) 0.000 E, 0.001 N, 0.017 altura
Desv. est. (m) 0.001 E, 0.001 N, 0.004 altura
- Residuos del ajuste: Media (m) 0.000 E, 0.000 N, 0.000 altura
Desv. est.(m) 0.002 E, 0.001 N, 0.003 altura

Estación VALA en EUREF

- **La estación de VALA (Valladolid) forma parte de EPN desde el 20 de abril de 2008. EPN se encarga de:**
 - Monitorización constante de la estación.
 - Cálculo de coordenadas semanales y series temporales en marco ETRF
- **Los datos ofrecidos a través de EUREF son:**
 - Ficheros RINEX diarios y horarios con épocas cada 30 s.
 - Flujo en tiempo real en formato RTCM 3
- **Características de la estación:**
 - Receptor geodésico L1&L2 GPS+GLONASS
 - Antena tipo Choke Ring, con calibración absoluta
 - Monumentación sobre pilar en azotea de edificio.
 - Horizonte despejado desde 5° elevación

EUREF Permanent Tracking Network Stations submitting GLONASS data



Monumentaciones

Monumentación estándar:

- Torreta en celosía
- Centrado forzoso con tornillo
- Anclaje a pared/tejado
- Antena Geodésica convencional



Monumentación geodésica:

- Pilar de hormigón
- Centrado con montura SCIGN
- Anclaje a estructura del edificio
- Antena Choke Ring



Preguntas frecuentes

- **¿Cómo puedo obtener coordenadas en el sistema ETRS89 con alturas elipsoidales, a partir de la Red GNSS de CyL?**

Es el sistema nativo de la red

- **¿Cómo puedo obtener coordenadas en el sistema ED50 con alturas ortométricas, a partir de la Red GNSS de CyL?,**

modos:

- Calculando transformación Helmert 3D local con puntos comunes ETRS89-ED50
- Automáticamente, introduciendo en la libreta de campo:
 - **Rejilla en formato NTV2 publicada por el IGN (archivo [sped2et.gsb](#)). Exactitud de +/- 15 cm al 95 %.**
 - **Geoide IBERGEO95 (M.J. Sevilla). Precisión relativa de 1 cm/km, exactitud de +/- 30 cm respecto red NAP.**
- En postproceso, utilizando el programa MinCurv del IGN.

Preguntas frecuentes (2)

- ¿Es necesario aplicar una calibración local para replantear?
Sí, si se quiere ajustar a un sistema de coordenadas local del proyecto.
- ¿Las coordenadas suministradas por la Red GNSS de Castilla y León coinciden con las proporcionadas por los vértices REGENTE?
Sí, dentro de una desviación estándar de +/- 2cm en E, N, h elipsoidal.
- ¿Cada cuánto tiempo se actualizan las coordenadas de la Red GNSS de Castilla y León?
 - Solo ante causas muy justificadas cuando exista un cambio de marco nacional.
 - Dos marcos hasta la fecha: ITACYL07 , ITACYL08

Cambio de marco 30 de abril de 2008 ITACYL07->ITACYL08

Traslación (m) :

Cartesianas

dX= 0.006

dY= 0.017

dZ= 0.012

UTM-H30

dE= 0.017

dN= 0.005

dh= 0.011