



Parámetros de transformación ED50 a WGS84 en el litoral español

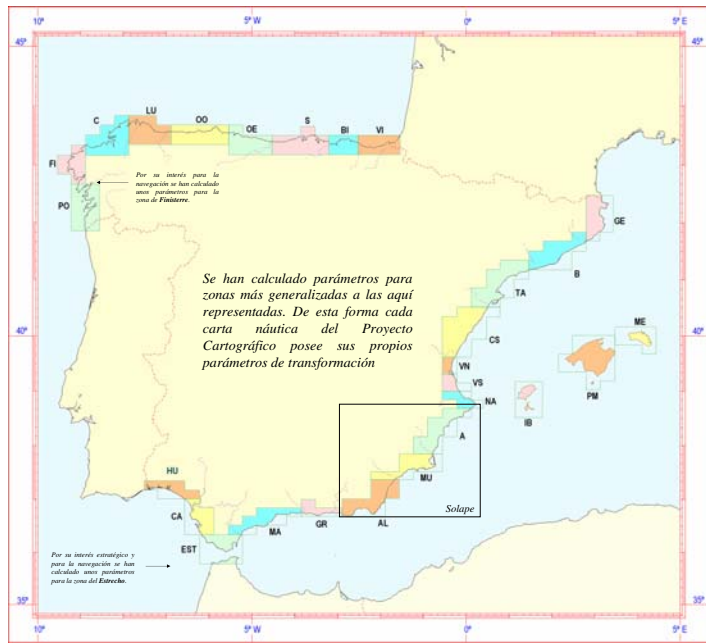


Fuente: Puerto del Granado, La Coruña



Buena Vista, Cádiz

Distribución de zonas por provincias para cálculo de parámetros por el método de 7 parámetros de Molodensky



Necesidad de parámetros de transformación en el Instituto Hidrográfico de la Marina

- Cálculo de correcciones, dadas como desplazamiento en **Latitud y Longitud**, para que el navegante pueda plasmar las situaciones obtenidas mediante GPS en las cartas náuticas de papel que aún existen publicadas en el sistema de referencia ED50.
- Conversión de elementos geográficos referidos al sistema ED50 para el **actual proceso de producción** de cartografía náutica en sistema de referencia WGS84, tanto para cartografía en papel como para **carta electrónica ENC**, (Electronic Nautical Chart).
- Transformación de coordenadas de un marco de referencia a otro para los **trabajos geodésicos y topográficos propios** del Instituto Hidrográfico de la Marina.
- Transformación de coordenadas de un marco de referencia a otro para diversas necesidades de la Armada como es el caso de las unidades de **Medidas Contra Minas** que necesitan apoyo terrestre en forma de estaciones de referencia en el sistema WGS84.
- Casos puntuales en los que ha sido necesario ofrecer los datos de un **levantamiento hidrográfico en el sistema ED50** en tiempo real cuando el sistema de posicionamiento ha sido el GPS. Para ello se introducen los parámetros obtenidos al sistema de adquisición de datos hidrográficos SHIME.

Campañas efectuadas

| Zona | Fecha | Zona | Fecha |
|-----------|-------|------------|-------|
| Cádiz | 1993 | Huelva | 1999 |
| Murcia | 1993 | Valencia | 1999 |
| Cartagena | 1993 | Oupuzcoa | 1999 |
| Cartellón | 1993 | Pontevedra | 1999 |
| Covadía | 1993 | Granada | 2000 |
| Cantabria | 1993 | Gerona | 2000 |
| Cádiz | 1994 | Asturias | 2000 |
| Almería | 1994 | Tarragona | 2000 |
| Menorca | 1996 | Estricho | 2000 |
| Málaga | 1998 | Asturias | 2001 |
| Mazarrón | 1998 | Vizcaya | 2001 |

Trabajo de campo

- Zonas de trabajo: por provincias costeras
- Observaciones en vértices del IGN (170)
- Receptores bifrecuencia con 9 y 12 canales
- Estación de referencia SAN FERNANDO
- Estaciones de referencia EPGPS (REFINE)

Trabajo de gabinete

- Programa de procesado GP-Survey
- Ondulación utilizada (ED50): modelo de la NIMA. Publicada en el T.R.8350.2-B.
- Utilización de vértices REGENTE (181)
- Estadística: Chi-cuadrado y Tau-Pope
- Cálculo parámetros con programa PARAM



Vértice Tonda (066053), Carrasco, Vizcaya

Distribución de zonas

- La distribución de zonas, en un principio zonas aisladas de 50 Km de radio, se ha ido densificando hasta la actual distribución que toma como referencia los límites provinciales en la costa junto con las hojas del MTN 1:50.000 comprendidas dentro de ellas.

Precisión de los parámetros

- La calidad de los parámetros es tal que cualquier transformación de coordenadas, de los puntos observados, con los parámetros calculados para su zona no difiere con las coordenadas originales en más de **25 cm** para **latitud y longitud** ni más de **50 cm** en **altura**. Estos parámetros son válidos, por tanto, para levantamientos hasta escalas tan grandes como **1:1500**

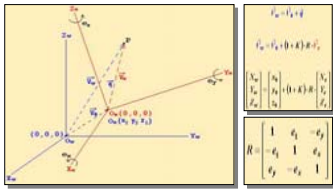
Colaboraciones

- Para la consecución de estos resultados se ha contado con la inestimable colaboración del **Instituto Geográfico Nacional** (aportación de vértices REGENTE) y del **Real Instituto y Observatorio de la Armada** (aportación de ficheros de observación de referencia)



Vértice Lucera (003721), Abanto-Ciñurana, Vizcaya

Relación entre coordenadas de dos sistemas distintos



Modelo de los 7 parámetros de Molodensky

Para resolver el problema de la inestabilidad con la matriz R se utilizan las coordenadas del **centro de masas** del conjunto de coordenadas utilizado en cada sistema de referencia.

$$\begin{matrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{matrix} = \begin{matrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{matrix} + \begin{matrix} X_{me} \\ Y_{me} \\ Z_{me} \end{matrix} + (1+K) \cdot \begin{matrix} 1 & e_z & -e_y \\ -e_z & 1 & e_x \\ e_y & -e_x & 1 \end{matrix} \cdot \begin{matrix} X_e - X_{me} \\ Y_e - Y_{me} \\ Z_e - Z_{me} \end{matrix}$$

Modelo Abreviado de Molodensky

$$\Delta\varphi'' = \frac{\Delta X \sin\varphi \cos\lambda - \Delta Y \sin\varphi \sin\lambda + \Delta Z \cos\varphi + (a\Delta f + f\Delta a) \sin 2\varphi}{N \sin I''}$$

$$\Delta\lambda'' = \frac{-\Delta X \cos\lambda + \Delta Y \sin\lambda}{N \cos\varphi \sin I''}$$

$$\Delta h = \Delta X \cos\varphi \cos\lambda + \Delta Y \cos\varphi \sin\lambda + \Delta Z \sin\varphi + (a\Delta f + f\Delta a) \sin^2\varphi - \Delta a$$

Modelo utilizado por el entorno MGE de Microstation para la transformación de ficheros vectoriales de un sistema geodésico a otro.

Programa PARAM de cálculo



Solape entre zonas

Para conocer el comportamiento de los parámetros de una zona con sus adyacentes se han efectuado transformaciones de coordenadas de vértices geodésicos en los límites de cada zona con los parámetros de una y otra. Una vez transformadas, se ha comparado las coordenadas de un mismo vértice según cada transformación.

Ejemplo:
Para conocer el comportamiento de los parámetros calculados en el solape de la zona de Murcia (MU) con Almería (AL) y Murcia (MU) con Alicante (A), se han efectuado las siguientes transformaciones:

| LÍMITE | ZONA | VÉRTICE | PARÁMETRO DE TRANSFORMACIÓN | Diferencia con (UTM) |
|-------------------|----------|-----------------------|-----------------------------|--|
| MURCIA - ALMERÍA | ALMERÍA | Tenerif (1015) | Almería (AL) | $\Delta X = 01$ $\Delta Y = 12$ $\Delta Z = -31$ |
| | | Murcia (MU) | Murcia (MU) | |
| | MURCIA | Ouzamora (997) | Almería (AL) | $\Delta X = 00$ $\Delta Y = -10$ $\Delta Z = 03$ |
| MURCIA - ALICANTE | MURCIA | Cruz de Levante (936) | Murcia (MU) | $\Delta X = 14$ $\Delta Y = 13$ $\Delta Z = -21$ |
| | | Alicante (A) | Alicante (A) | |
| ALICANTE | ALICANTE | El mirador (935) | Murcia (MU) | $\Delta X = 11$ $\Delta Y = 10$ $\Delta Z = -29$ |
| | | Alicante (A) | Alicante (A) | |

Parámetros utilizados

| Módulo | Parámetro de Molodensky | Valor |
|----------|-------------------------|-----------|
| ALMERÍA | ΔX | -0,348277 |
| | ΔY | -1,094313 |
| | ΔZ | 1,126351 |
| MURCIA | ΔX | -0,248722 |
| | ΔY | -0,814277 |
| | ΔZ | 0,814277 |
| ALICANTE | ΔX | -0,248722 |
| | ΔY | -0,814277 |
| | ΔZ | 0,814277 |



La discrepancia media en los solapes para todas las zonas es de **36 cm** en longitud y **47 cm** en latitud