

## **Mapas y Modelos Geomagnéticos de España**

En relación al Mapa Geomagnético de España, las isolíneas de cada una de las componentes del campo magnético se producen a partir de los valores de la componente localizados en una serie de estaciones de mapa, los cuales son trasladados desde una época de referencia concreta hasta la época de referencia del Mapa. Por ejemplo, los valores de las componentes que se utilizaron para producir las isolíneas del Mapa Geomagnético de España de la época 2015.0 se trasladaron hasta la época 2015.0.

La traslación de los valores de cada componente se realiza por medio de la aplicación de un determinado modelo isopórico (de variación secular), que es construido a partir de las mediciones de la componente obtenidas, de forma general, en las estaciones de la Red de Estaciones Seculares del Instituto Geográfico Nacional y en el Observatorio Geomagnético de San Pablo de los Montes (Toledo), durante el periodo comprendido entre dos ediciones consecutivas del Mapa Geomagnético de España. Por ejemplo, las medidas de las distintas componentes utilizadas en la construcción de los correspondientes modelos isopóricos que fueron empleados para generar el Mapa Geomagnético de España de la época 2015.0 fueron tomadas en el periodo comprendido entre los años 2005 y 2015.

El modelo isopórico correspondiente a cada componente del campo también se utiliza para trazar las isóporas de la componente que están representadas en el Mapa Geomagnético de España. Éstas permiten predecir los valores de la componente en una fecha posterior a la época de referencia del Mapa.

El conjunto de los cinco documentos cartográficos que forman parte del Mapa Geomagnético de España abarca el territorio de la España Peninsular y las Islas Baleares, o el de la Península Ibérica y las Islas Baleares, según la época de referencia. En relación a la periodicidad de su publicación, actualmente y de acuerdo con la IAGA (Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía), el Mapa de Declinaciones Magnéticas es el único documento que se publica en cada edición del Mapa Geomagnético de España (cada 5 años). El Mapa de Isodinámicas Horizontales, el Mapa de Isodinámicas Verticales y el Mapa de Isodinámicas Totales se publican conjuntamente con el Mapa de Declinaciones Magnéticas en ciclos de 10 años. En cuanto al Mapa de Isóclinas, actualmente no se produce, siendo la última publicación la correspondiente a la época 1985.0.

Las épocas de referencia para las que se han publicado conjuntamente los mapas de Declinaciones Magnéticas, Isodinámicas Horizontales, Isodinámicas Verticales e Isodinámicas Totales son 1960.0 (abarcando la Península Ibérica y las Islas Baleares) y 1975.0, 1985.0, 1995.0, 2005.0 y 2015.0 (abarcando la España Peninsular y las Islas Baleares). Cabe destacar que los mapas correspondientes a la época 1960.0 fueron el resultado de la realización de la cartografía geomagnética a partir del conjunto de datos de las estaciones seculares de España y Portugal y de los observatorios geomagnéticos situados en ambos países. Sólo en tres de las épocas mencionadas también se generó el Mapa de Isóclinas (1960.0, 1975.0 y 1985.0), si bien este mapa ya se había realizado anteriormente para la época 1924.0.

El Mapa de Anomalías Magnéticas presenta características distintas a las del Mapa Geomagnético de España. Generalmente, el Mapa de Anomalías Magnéticas representa las isolíneas del campo residual, que es la diferencia entre los valores de la intensidad del campo magnético en una época de referencia determinada, resultado del procesado de medidas adquiridas en sensores aerotransportados durante la realización de un vuelo sobre el territorio

que se pretende cartografiar, y el campo total pronosticado por el modelo geomagnético global IGRF (Campo Geomagnético Internacional de Referencia) para la misma época de referencia. Sin embargo, el Mapa de Anomalías Magnéticas de la época 1960.0 presenta, por medio de tres documentos cartográficos diferentes, las isolíneas de anomalía correspondientes a las componentes D, H y Z.

El Mapa de Anomalías Magnéticas se ha publicado en años puntuales y para diferentes extensiones territoriales, en función de la realización de los vuelos aeromagnéticos necesarios o de la integración de los resultados del procesado de las medidas adquiridas en distintos vuelos. Por tanto, este tipo de mapa presenta las ediciones correspondientes a las épocas 1960.0 (Península Ibérica e Islas Baleares), 1987.0 (España Peninsular) y 1993.79 (Islas Canarias), además de la edición correspondiente al año 2001 (Península Ibérica).

El Modelo Geomagnético de referencia para la Península Ibérica y las Islas Baleares en 2020.0 es un modelo regional de campo geomagnético interno principal que permite calcular las componentes del campo X (componente norte), Y (componente este), Z, H, F, D, I, así como la variación secular correspondiente a estas componentes, en cualquier punto situado en la Península Ibérica o en las Islas Baleares, con referencia a la época 2020.0.

El modelo se ha obtenido por medio de la técnica revisada de análisis armónico en casquetes esféricos, R-SCHA (Revised Spherical Cap Harmonic Analysis). Esta metodología consiste en una revisión de la técnica SCHA (Spherical Cap Harmonic Analysis) que sintetiza el campo geomagnético a partir de la resolución de la ecuación de Laplace para el potencial geomagnético en la superficie de un cono esférico truncado que contiene las observaciones disponibles del campo geomagnético.

Los datos de entrada para generar el modelo han comprendido, primeramente, las observaciones proporcionadas por la constelación de satélites Swarm de la Agencia Espacial Europea (European Space Agency, ESA). Estos valores corresponden a las componentes X, Y, Z, y fueron adquiridos entre julio de 2014 y junio de 2020 en los puntos contenidos en un casquete esférico de 7º de radio con centro en el Observatorio de San Pablo de los Montes (Toledo), con coordenadas geográficas (39.55ºN, 4.35ºW). En segundo lugar, se han utilizado los datos definitivos por minuto obtenidos en los observatorios geomagnéticos de España y Portugal, para las mismas componentes y periodo de tiempo. Por último, se han empleado los valores de las componentes D, H, Z, F observados entre 2014 y 2020 en 44 estaciones pertenecientes a la Red de Estaciones Seculares del Instituto Geográfico Nacional. De igual modo, se han utilizado los valores de las componentes D, I, F adquiridos por el Institut de Physique du Globe de Paris, durante el mismo periodo temporal, en 3 estaciones seculares situadas en el sur de Francia y contenidas en el casquete esférico.

El fichero que contiene el modelo se proporciona en formato XLSX y presenta la siguiente información:

- Hoja 1: CAMPO PRINCIPAL

Campo principal en la época 2020.0 en los puntos de una malla regular, con coordenadas geográficas latitud y longitud en el sistema geodésico de referencia ETRS89.

Si se proyectan los puntos de la malla por medio de la proyección UTM en el huso 30, ésta se estructura con un espaciado constante de 5000 m, coordenada X comprendida

en el intervalo (-140000, 1145000) y expresada en metros, y coordenada Y comprendida en el intervalo (3970000, 4870000) y expresada en metros.

Se proporcionan los valores de las componentes del campo X, Y, Z, H, F (en nT), y D, I (en  $^{\circ}$ ).

- Hoja 2: VARIACIÓN SECULAR DEL CAMPO PRINCIPAL

Variación secular del campo principal en la época 2020.0 en los mismos puntos de la malla regular descrita para la Hoja 1.

Se proporcionan los valores de la variación secular de las componentes del campo X, Y, Z, H, F (en nT/año), y D, I (en  $^{\circ}$ /año).