

# Mapa de Declinaciones Magnéticas

(Península Ibérica e Islas Baleares)

Época 2020.0



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO  
GEOGRÁFICO  
NACIONAL





# Mapa de Declinaciones Magnéticas

(Península Ibérica e Islas Baleares)

Época 2020.0

## Memoria

MADRID, 2023



Mapa de Declinaciones Magnéticas (Península Ibérica e Islas Baleares). Época 2020.0

**Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado**

<https://cpage.mpr.gob.es>

**Editado en octubre de 2023**

**Publica:**

© De esta edición, O. A. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), 2023.

**Esta memoria ha sido realizada por:**

Alberto Núñez Murillo

José Manuel Tordesillas García-Lillo

**Subdirección General de Vigilancia, Alerta y Estudios Geofísicos  
Servicio de Geomagnetismo**

© **Instituto Geográfico Nacional**

**Diseño y maquetación:**

Servicio de Edición y Trazado (IGN)

(Subdirección General de Cartografía y Observación del Territorio)

**NIPO:** 798-23-041-X

**NIPO digital:** 798-23-042-5

**ISBN:** 978-84-416-7648-0

**Depósito Legal:** M-33801-2023

Los derechos de la edición son del O. A. Centro Nacional de Información Geográfica como editorial.

Este Organismo agradece que la difusión electrónica masiva de la edición digital se realice a través de un enlace al apartado correspondiente de la página web oficial.

En esta publicación se ha utilizado papel certificado de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública vigente.

Impreso en los talleres del Instituto Geográfico Nacional.



**CNIG:** Calle General Ibañez de Ibero, 3

28003 - Madrid (España)

[www.ign.es](http://www.ign.es) / [www.cnig.es](http://www.cnig.es)

[consulta@cnig.es](mailto:consulta@cnig.es)



## MEMORIA

1	Introducción .....	5
2	Antecedentes .....	7
3	Descripción de los datos utilizados.....	11
	3.1. Datos de los satélites de la constelación Swarm.....	11
	3.2. Datos de los observatorios geomagnéticos .....	11
	3.3. Datos de estaciones seculares .....	13
	3.4. Datos de estaciones de mapa. ....	14
4	Instrumentación.....	17
5	Modelización isopórica. Cálculo en época común 2020.0 de los valores de declinación magnética de las estaciones de mapa y de la variación secular.....	21
6	Características cartográficas.....	29
	6.1. Características generales.....	29
	6.2. Mapa de Declinaciones Magnéticas .....	29
7	Descripción y uso del mapa .....	31
8	Bibliografía .....	33

## ANEJOS

ANEJO 1	Características de los satélites de la constelación Swarm .....	37
ANEJO 2	Coordenadas de los observatorios geomagnéticos .....	39
ANEJO 3	Coordenadas de las estaciones seculares.....	41
	Estaciones seculares del IGN.....	41
	Estaciones seculares del IPGP .....	42
ANEJO 4	Coordenadas de las estaciones de mapa.....	43
	Estaciones de mapa en España (Península y Baleares).....	43
	Estaciones de mapa en Portugal.....	72

El Mapa de Declinaciones Magnéticas de la Península Ibérica y las Islas Baleares de la época 2020.0 consta de una hoja a escala 1/2000000 que representa la declinación del campo magnético terrestre, así como su variación secular, referidas a la fecha del 1 de enero de 2020 (época 2020.0). Está realizado siguiendo las recomendaciones de la IAGA referentes al intervalo de publicación de cada componente del campo magnético.

A diferencia de los mapas publicados hasta ahora por el IGN, en lugar de llevar a cabo una modelización isopórica polinomial para trasladar los valores medidos en fechas anteriores en las estaciones de mapa hasta la época de referencia de la cartografía, en la elaboración del presente Mapa de Declinaciones Magnéticas se ha utilizado una modelización regional del campo geomagnético interno principal en el periodo 2014.5-2020.5, mediante técnicas de análisis armónico en casquetes esféricos. En este contexto, se ha modelizado el campo principal en la Península Ibérica y las Islas Baleares, y este se ha empleado junto con los valores medidos en cada estación de mapa para obtener el campo cortical, atemporal, y a continuación el campo total en la época de referencia 2020.0.

Las isolíneas que muestran los distintos valores de declinación han sido trazadas a partir de los valores de las estaciones de mapa disponibles, referidos a la época común 2020.0.

Para poder utilizar el mapa en fechas posteriores a la época de referencia (2020.0), se ha empleado el modelo de campo principal para sintetizar la variación secular de cada componente del campo en dicha época. A partir de la variación secular de la declinación, se han trazado las correspondientes líneas isóporas, que nos permiten una predicción de la declinación en épocas posteriores a la época de referencia.

En la realización del modelo de campo principal se han empleado datos satelitales adquiridos por la constelación Swarm (Agencia Espacial Europea, ESA), así como datos en tierra provenientes de los observatorios geomagnéticos de España y Portugal y de la red de estaciones seculares de España y Francia.



La primera carta magnética de España de la que se tienen noticias es debida al Dr. Lamont, profesor de la Universidad Luís-Maximiliano de Baviera, referida al año 1858, aunque no se publicó hasta diez años después. Está formada por tres hojas: una de isógonas, otra de isóclinas y una tercera de isodinámicas horizontales. Para su realización observó el Dr. Lamont 30 estaciones distribuidas por la Península [1].

En 1895 el oceanógrafo D. Rafael Pardo de Figueroa, con la observación de 24 estaciones, confeccionó un mapa de declinaciones magnéticas. Dicho mapa presenta dos familias de curvas, una referida al 1 de julio de 1879 y otra al 1 de enero de 1893 [2].

En el año 1906 el Instituto Geográfico, por medio del Ingeniero Geógrafo D. Eduardo Mier, redacta una amplia y detallada memoria en la que se propone la confección de un mapa magnético de España a partir de la observación de 500 estaciones. Dicho proyecto, por diversas dificultades, no se empieza a poner en práctica hasta 1912 y no se termina hasta 1919. En el año 1924 se publica el primer Mapa Magnético de España de Isógonas (figura 1), Isóclinas e Isodinámicas horizontales. De las 500 estaciones proyectadas solo se observaron 286 [3].



Fig.1. Mapa Magnético de España.  
Líneas Isógonas.  
Correspondientes a la época 1924.0.

El mapa de 1924 fue transportado a la época 1939.5 mediante un estudio de variación secular, en el cual se utilizaron los datos tomados en los Observatorios de Ebro, San Fernando, Coímbra, Val Joyeux, Nantes y Bouzareah. Además, se trazaron las curvas isopóricas que dan variación secular por años, entre 1939.5 y 1944.5 [4].

En 1953 se redactó un nuevo proyecto de mapa magnético de la Península Ibérica en colaboración con el *Serviço Meteorológico Nacional de Portugal*. Los trabajos comenzaron en 1953 y terminaron en 1959, observándose un total de 40 estaciones de primer orden (estaciones seculares) y de 2416 estaciones de segundo orden (estaciones de mapa). Como observatorios de apoyo se utilizaron los de Toledo, Ebro, San Fernando, Coímbra, Almería y Logroño [5]. Para la confección del mapa se redujeron los valores a la época 1960.0. El mapa se componía de una hoja de isógonas, otra de isodinámicas horizontales y una tercera de isodinámicas verticales. Más tarde, y a partir de estas hojas, se confeccionaron las de isodinámicas totales e isóclinas. En la figura 2 aparece el mapa de declinaciones magnéticas a escala 1/2500000. La hoja de isógonas fue trasladada posteriormente a la época 1970.0 mediante la corrección de la variación secular [6].



Fig.2. Mapa Geomagnético. Península Ibérica. Isógonas. Correspondientes a la época 1960.0.



En el año 1972, se comenzaron nuevamente los trabajos para la elaboración de un nuevo mapa magnético. En esta ocasión se utilizaron como observatorios de apoyo los de Logroño, Toledo y Almería y se observó anualmente la red de 34 estaciones seculares establecidas. Durante los años 1972, 1973, 1974 y 1975 se observaron 620 estaciones de segundo orden distribuidas en toda España Peninsular e Islas Baleares, haciéndolas coincidir donde fue posible con las observadas para la confección del mapa 1960.0. Se redujeron todos los valores a la época 1975.0, obteniéndose las cinco cartas correspondientes de Isógonas, Isodinámicas Horizontales, Isodinámicas Verticales, Isodinámicas Totales e Isóclinas [7].

Tomando como base la cartografía magnética antes citada (época 1975.0) y mediante la variación secular obtenida en los Observatorios y en la Red de estaciones seculares, se traslada y publica la hoja de isógonas a la época 1980.0 y desde esta fecha a 1985.0, mientras que las demás isolíneas se trasladaron de 1975.0 a 1985.0.

En el año 1988 se redacta un proyecto de mapa magnético para obtener una nueva cartografía magnética para las épocas 1990.0 y 1995.0. Durante los años 1988, 1989 y 1990, se observan en la Península e Islas Baleares un total de 520 estaciones que sirven para confeccionar el mapa de isógonas, época 1990.0 [8]. Continuando con el proyecto anterior se sigue la observación de estaciones de campo durante los años 1991, 1992 y 1993, para completar con las observadas anteriormente un total de 752 estaciones, para de esta manera tener los datos suficientes que conformen la cartografía magnética para la época 1995.0 [9].

A partir de los datos reducidos para 1995.0, se realiza, mediante traslado a la época 2000.0, el nuevo Mapa de Declinaciones Magnéticas [10], preparándose para el mismo un modelo isopórico a partir de las observaciones en la red de estaciones seculares.

Los datos de 1995.0 también fueron trasladados a la época 2005.0, para la obtención del Mapa Geomagnético de España [11], compuesto de cuatro hojas con distintas componentes del campo magnético terrestre, incluida la Declinación Magnética. Para su realización se utilizaron los datos de las estaciones seculares obtenidos entre los años 1995 a 2005, para confeccionar los modelos isopóricos para cada componente magnética y así trasladar los valores de 1995.0 a 2005.0.

El último mapa geomagnético publicado hasta la actualidad por el IGN era el Mapa Geomagnético de España referido a la época 2015.0 [12], que constaba también de cuatro hojas correspondientes a la Declinación Magnética, Componente Horizontal, Componente Vertical y Campo Total. El modelo isopórico que se confeccionó para trasladar los valores de 2005.0 a 2015.0 incluyó los datos observados en la red de estaciones seculares entre los años 2005 y 2015.





En la elaboración del Mapa de Declinaciones Magnéticas de la época 2020.0 se han utilizado datos de satélite, provenientes de la constelación Swarm, así como datos de tierra, los cuales han sido obtenidos en los observatorios geomagnéticos, las estaciones seculares y las estaciones de mapa.

### 3.1. Datos de los satélites de la constelación Swarm

Para la modelización del campo principal, según se describe en el capítulo 5 de esta memoria, se han utilizado datos magnéticos satelitales proporcionados por la misión Swarm, de la Agencia Espacial Europea (*European Space Agency*, ESA), [13]. La constelación Swarm consiste en 3 satélites, llamados Alpha, Bravo y Charlie (o alternativamente Swarm-A, Swarm-B y Swarm-C), que fueron puestos en órbita en noviembre de 2013. Los tres satélites vuelan en órbitas casi polares alrededor de la Tierra, con la configuración indicada en el anejo nº1 [14].

Concretamente, se han empleado los datos adquiridos por el magnetómetro vectorial a bordo de cada satélite (*Vector Field Magnetometer*, VFM) entre julio de 2014 y junio de 2020. Los datos empleados corresponden a las componentes X, Y, Z del campo y están expresados en coordenadas geocéntricas (NEC-Norte, Este, Centro).

Los datos empleados pertenecen a la clase de productos Level1b de la misión Swarm. Este tipo de productos presenta series temporales de medidas corregidas, calibradas y que han pasado control de calidad, las cuales están dadas en unidades físicas del Sistema Internacional y en marcos de referencia geolocalizados [15]. Los productos Level1b se proporcionan diariamente para cada uno de los satélites. Dentro de esta clase de productos, el producto específico que contiene los datos empleados en este trabajo es el producto MAGX\_LR\_1B (Mag-L de forma abreviada), que presenta los datos magnéticos vectoriales a una frecuencia de muestreo de 1 Hz [16].

Los datos se han descargado desde el servidor FTP de acceso libre de la ESA [17].

### 3.2. Datos de los observatorios geomagnéticos

Para la realización del modelo de campo principal también se han tenido en cuenta todos los datos disponibles de los observatorios geomagnéticos operativos en la Península Ibérica, cuyas coordenadas geográficas se presentan en el anejo nº 2.

El observatorio de referencia para los trabajos de geomagnetismo del IGN es el Observatorio Geofísico de San Pablo de los Montes-Toledo (SPT). Situado en el centro de la Península Ibérica (figura 3), es un observatorio con instrumentación de última generación que está integrado en la Red Mundial de Observatorios Geomagnéticos INTERMAGNET. Se han considerado los datos definitivos de minuto de las componentes X, Y, Z, ya corregidos de bases y depurados de cualquier perturbación artificial para el periodo 2014.5 a 2020.5, que el IGN ha calculado y publicado.

Para que el modelo realizado sea lo más completo posible, se ha considerado muy enriquecedor utilizar también los datos disponibles de los observatorios geomagnéticos de otras instituciones, existentes en la Península Ibérica (figura 3). Gracias a la valiosa colaboración prestada por dichas instituciones, que han proporcionado al IGN los datos de sus observatorios, ha sido posible contar con datos definitivos de minuto para el mismo periodo de tiempo.

Por un lado, se han incluido los datos del Observatorio de San Fernando (SFS) dependiente del Real Instituto y Observatorio de la Armada, con sede en San Fernando (Cádiz), que desde el año 2004 realiza las observaciones geomagnéticas en su nueva ubicación en Cortijo de Garrapilos, situado en Jerez de la Frontera (Cádiz)

También se han incluido los datos del Observatorio del Ebro (EBR), perteneciente a la Fundación Observatorio del Ebro, que tiene su sede en Roquetes (Tarragona) y que desde el año 2012 refiere sus observaciones a su nueva ubicación en Horta de Sant Joan (Tarragona).

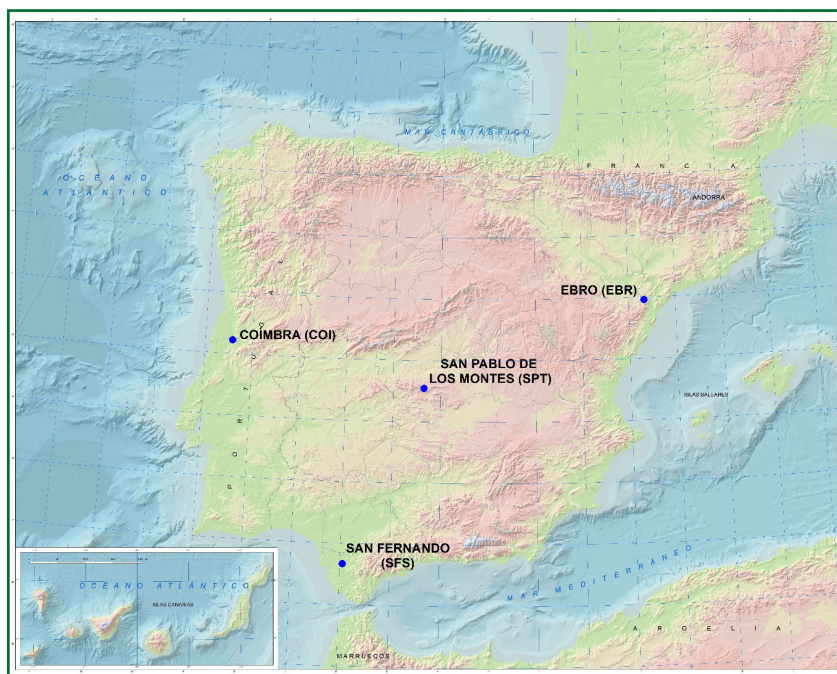


Fig.3. Situación de los observatorios geomagnéticos de la Península Ibérica

Además, se han incluido los datos correspondientes al Observatorio de Coímbra (COI) de Portugal, operado por la Universidad de Coímbra.

### 3.3. Datos de estaciones seculares

Como parte de los datos en tierra que se han utilizado para generar el modelo de campo principal, se han utilizado los datos provenientes de las estaciones seculares o de repetición distribuidas en el territorio de España y sur de Francia que quedan dentro del casquete esférico considerado para la realización del modelo (capítulo 5), y en las que se han realizado observaciones durante el periodo 2015-2020.

Las estaciones seculares observadas en España por el Instituto Geográfico Nacional en este periodo son un total de 44, de las que se han utilizado 35 porque presentan al menos dos observaciones en el periodo y permiten de esta forma el cálculo de la variación secular del campo (figura 4). Del sur de Francia, se han tomado las observaciones de 3 estaciones, realizadas por el *Institut de Physique du Globe de Paris* (figura 4), para las cuales se cuenta con al menos dos observaciones en el periodo. El IGN agradece a esta institución la colaboración prestada al proporcionar las citadas observaciones.

En el anejo nº 3 de esta memoria se encuentra la relación de la totalidad de las estaciones seculares utilizadas en este trabajo y sus coordenadas geográficas.

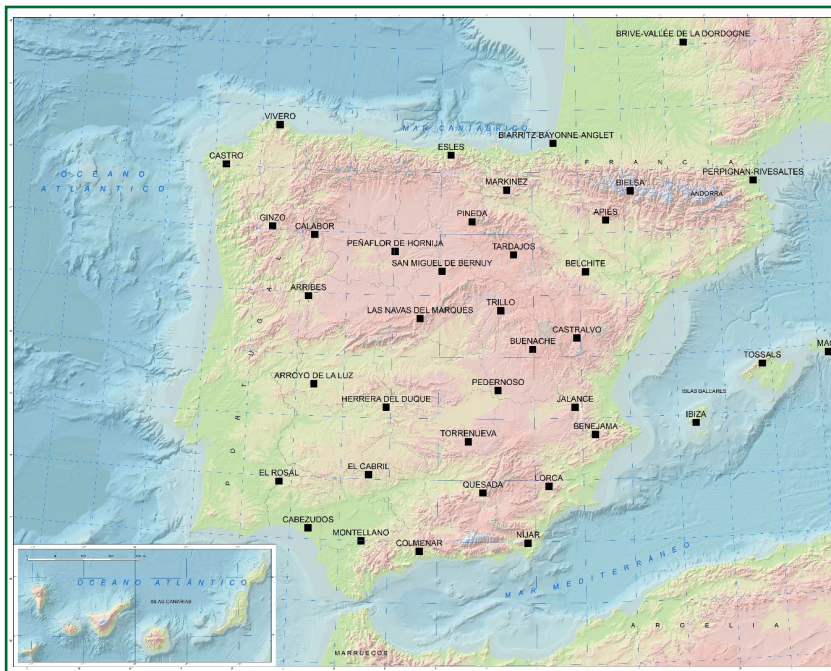


Fig.4. Situación de las estaciones seculares utilizadas: estaciones de España y del sur de Francia con observaciones correspondientes al periodo 2015-2020 y número de observaciones igual a 2 o superior.



### 3.4. Datos de estaciones de mapa

Como complemento a las estaciones seculares se ha utilizado una densa red de estaciones de mapa observadas sobre la Península Ibérica y las Islas Baleares, que nos facilitan información sobre el campo cortical.

En España, el IGN observó entre los años 1988 y 1993 un total de 752 estaciones de mapa distribuidas por la Península y las Islas Baleares. En la tabla nº 1 se muestra la distribución del número de observaciones efectuadas en cada año.

Año	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Nº Estaciones	146	196	179	112	64	55

Tabla nº 1: Distribución por años de las estaciones observadas

De estas estaciones, se han utilizado un total de 751, en las que se pudieron observar todas las componentes geomagnéticas que precisa el nuevo modelo de campo geomagnético, con el fin de trasladar su valor a la época de referencia 2020.0. En la figura 5, puede observarse la distribución espacial de las estaciones de mapa utilizadas.

En Portugal no se han observado estaciones de mapa en época reciente, por lo que se han seleccionado los datos utilizados para la producción del Mapa Geomagnético de la Península Ibérica de la época 1960.0, que se realizó conjuntamente por el Instituto

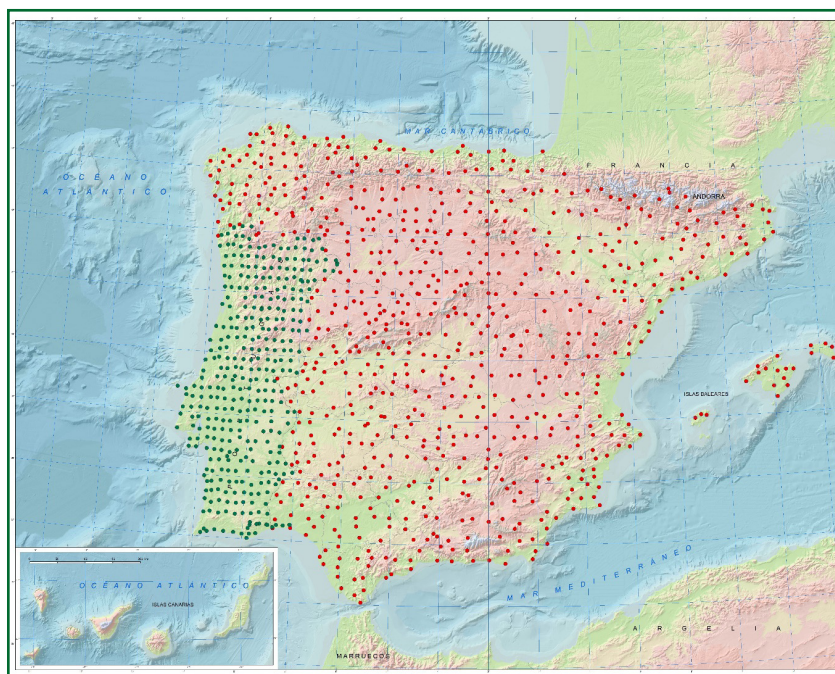


Fig.5. Red de estaciones de mapa utilizadas: estaciones observadas por el IGN en España durante las campañas de los años 1988-1993 (círculos rojos), y estaciones empleadas en la producción del Mapa Geomagnético de la Península Ibérica de la época 1960.0 que se encuentran situadas en Portugal (círculos verdes)

Geográfico y Catastral de España (actual IGN) y el *Serviço Meteorológico Nacional de Portugal* [5]. Estos datos corresponden a 348 estaciones de mapa distribuidas en el territorio continental de Portugal (figura 5), y se encuentran trasladados a la época común de 1960.0 (1 de enero de 1960).

En el anejo nº 4 de esta memoria, se incluye una tabla con las coordenadas geográficas de todas las estaciones utilizadas.



### Instrumentación de los observatorios geomagnéticos

Para el registro continuo de las variaciones de las componentes del campo magnético H, D y Z, y campo total F, a lo largo del tiempo, los observatorios disponen de variómetros y equipos para realizar medidas absolutas. El Observatorio de San Pablo de los Montes, utilizado como referencia para la confección de la presente cartografía, dispone del siguiente instrumental:

- Instrumentación principal:
  - Medidas absolutas:
    - Declinómetro / inclinómetro: Compuesto por un teodolito Zeiss 010 B y sonda fluxgate Bartington MAG-01H.
    - Magnetómetro de efecto Overhauser GSM-90F1.
  - Variómetro:
    - Magnetómetro triaxial suspendido fluxgate FGE.
- Instrumentación de respaldo:
  - Medidas absolutas:
    - Declinómetro / inclinómetro: Compuesto por un teodolito Zeiss 020 B y sonda fluxgate Bartington MAG-01H.
    - Magnetómetro de efecto Overhauser GSM-90F1.
  - Variómetro:
    - Magnetómetro triaxial suspendido fluxgate FGE.

En el Observatorio del Ebro la instrumentación que se utilizó para la medida del campo magnético está compuesta por:

- Medidas absolutas:
  - Declinómetro / inclinómetro: Compuesto por un teodolito Zeiss 010 B y sonda fluxgate Bartington MAG-01H.

- Magnetómetro de efecto Overhauser GSM-90.
- Variómetro:
  - Magnetómetro triaxial suspendido LEMI-025.

En el Observatorio de San Fernando se utilizaron los siguientes instrumentos para medir el campo magnético:

- Medidas absolutas:
  - Declinómetro / inclinómetro: Compuesto por un teodolito YOM MG2KP y sonda fluxgate Bartington MAG-01H.
  - Magnetómetro de efecto Overhauser GSM-90F1.
- Variómetro:
  - Magnetómetro triaxial suspendido fluxgate FGE.

En el Observatorio de Coímbra el conjunto de instrumentos utilizado para medir el campo magnético es:

- Medidas absolutas:
  - Declinómetro / inclinómetro: Compuesto por un teodolito YOM MG2KP y sonda fluxgate Bartington MAG-01H.
  - Magnetómetro de efecto Overhauser GSM-90F1.
- Variómetro:
  - Magnetómetro triaxial suspendido fluxgate FGE.



Fig.6. Sala de medidas absolutas (Observatorio de San Pablo de los Montes).



Fig.7. Magnetómetro triaxial suspendido fluxgate FGE (Observatorio de San Pablo de los Montes).



## Instrumentación utilizada en las estaciones seculares

Para la observación de las estaciones seculares en España, el IGN ha utilizado los siguientes equipos:

- Declinómetro / inclinómetro: Compuesto por un teodolito Zeiss 020B con sonda Bartington.
- Magnetómetro de protones G-856 AX.
- Magnetómetro de efecto Overhauser GSM-19
- Magnetómetro triaxial fluxgate FGE

Con esta instrumentación, se determinan de forma directa los valores de la declinación magnética, inclinación y campo total (D, I y F respectivamente) y mediante su descomposición vectorial se obtienen los valores de las componentes horizontal y vertical del campo magnético (H y Z). Las técnicas de medición en campo han sido realizadas siguiendo las recomendaciones de la IAGA [18].

Las diferencias obtenidas entre el instrumental de campo del IGN y el del Observatorio de San Pablo de los Montes, mediante las contrastaciones que anualmente se han efectuado antes y después de cada campaña de campo, no han superado los valores que se indican a continuación y en cada año se ha aplicado su corrección correspondiente:

Declinación ( D )	$\leq 0.2'$
Inclinación ( I )	$\leq 0.2'$
Campo total ( F )	$\leq 1 \text{ nT}$

Tabla nº 2: Valores máximos en las contrastaciones.

Para la observación de las estaciones seculares de Francia, el *Institut de Physique du Globe de Paris* (IPGP) ha utilizado la instrumentación que se relaciona a continuación, en el marco de las campañas de medición de los años 2015, 2017 y 2020.

- Declinómetro / inclinómetro: Compuesto por un teodolito Zeiss 010B con sonda Bartington Mag-01.
- Magnetómetro de efecto Overhauser Gem System GSM-19

## Instrumentación a bordo de los satélites Swarm

Cada satélite Swarm está equipado con un magnetómetro escalar (*Absolute Scalar Magnetometer*, ASM) y un magnetómetro vectorial (*Vector Field Magnetometer*,

VFM) [19]. El equipo ASM consiste en un magnetómetro de bombeo óptico de helio que utiliza el efecto Zeeman para determinar de forma absoluta la intensidad del campo magnético con alta sensibilidad. Estas medidas escalares permiten calibrar VFM. ASM también puede determinar las componentes del campo según tres ejes perpendiculares, que a su vez pueden compararse con las medidas de VFM con el fin de verificar el diseño de ASM [20]. Este instrumento ha sido desarrollado por la Agencia Espacial Francesa (CNES) y la Comisión Francesa de la Energía Atómica.

El magnetómetro VFM consiste en un magnetómetro fluxgate de núcleo anular (*ring core*) de alta prestación y amplio rango, que permite determinar la magnitud y dirección del campo magnético con alta precisión [21]. Este instrumento ha sido desarrollado y fabricado por la Universidad Técnica de Dinamarca.

## 5

### Modelización isopórica. Cálculo en época común 2020.0 de los valores de declinación magnética de las estaciones de mapa y de la variación secular

El presente Mapa de Declinaciones Magnéticas de la Península Ibérica y las Islas Baleares de la época 2020.0 informa de la declinación magnética y su variación secular en la época común de referencia 2020.0 (1 de enero de 2020), en cualquier punto de la Península Ibérica y las Islas Baleares. Para obtener ambas magnitudes, es necesario previamente generar un modelo isopórico, que permita sintetizar los valores del campo geomagnético y su variación secular en la época de referencia.

Hasta la publicación del Mapa Geomagnético de España de la época 2015.0 [12], el IGN ha utilizado un modelo de variación polinomial con el fin de obtener la variación secular en cada estación de la red propia de estaciones seculares, partiendo de las observaciones del campo total obtenidas en cada una.

En la preparación del Mapa de Declinaciones Magnéticas de la época 2020.0, el IGN ha preferido adecuar el modelo isopórico utilizado a las técnicas de modelado geomagnético a nivel regional, recientemente publicadas en la literatura científica. Por tanto, se ha optado por modelizar el campo geomagnético principal, originado por la dinámica del núcleo terrestre, en la región de la Península Ibérica y las Islas Baleares, y sintetizar la variación secular a partir del campo modelizado. Esta nueva modelización se ha llevado a cabo mediante la técnica revisada de análisis armónico en casquetes esféricos (*Revised Spherical Cap Harmonic Analysis*, R-SCHA) [22], la cual consiste en una revisión de la técnica SCHA (*Spherical Cap Harmonic Analysis*) [23].

La técnica SCHA considera que el campo geomagnético viene dado por el gradiente de un potencial escalar que verifica la ecuación de Laplace, y pasa a resolver esta ecuación en la superficie de un casquete esférico. En contraste, la técnica revisada R-SCHA propone la resolución de la ecuación en la superficie de un cono esférico truncado, con el fin de modelizar datos en altura, como los satelitales, además de datos en tierra, como los de los observatorios y las estaciones seculares.

En este contexto, el IGN, en colaboración con la Universidad Complutense de Madrid (Grupo de Paleomagnetismo), ha desarrollado el modelo de campo principal mediante R-SCHA. Este modelo permite sintetizar las componentes del campo geomagnético X (Norte), Y (Este), Z (Vertical), D (Declinación Magnética), I (Inclinación Magnética), F (Campo total) y H (Horizontal), así como su respectiva variación secu-

lar, en el periodo 2014.5-2020.5 y en la región encerrada por un casquete esférico de 7° de radio centrado en el Observatorio Geofísico de San Pablo de los Montes (figura 3), que abarca el territorio de la Península Ibérica y las Islas Baleares. Los valores modelizados de las componentes geomagnéticas y su variación secular sobre el territorio de estudio en la época de referencia 2020.0 se encuentran disponibles en la página web del IGN [24]. A continuación, se resumen los aspectos fundamentales de la preparación del modelo, que pueden ampliarse en las referencias [25] y [26].

Los datos que se han utilizado para construir el modelo son los proporcionados por la constelación de satélites Swarm, los obtenidos en los observatorios geomagnéticos de España y Portugal, y las observaciones realizadas en las estaciones seculares de España y Francia, que se describen en el capítulo 3. Sin embargo, cada tipo de datos ha requerido de preparación previa a su utilización.

En cuanto a los datos de Swarm, estos fueron seleccionados en función de los siguientes filtros y correcciones:

- Selección de medidas contenidas en el casquete esférico y tomadas entre 2014.5 y 2020.5
- Selección de medidas nocturnas
- Selección de medidas tomadas en momentos con índices de actividad geomagnética (*Disturbance Storm-Time index*, Dst, y ap) bajos. El índice Dst debía ser menor que 20 nT en valor absoluto y su variación temporal menor que 2 nT/minuto. El valor del índice ap debía ser menor que 10 nT en el tiempo de medida, y los valores anterior y posterior menores que 12 nT.
- Eliminación de las contribuciones corticales y de campo externo, usando el modelo global geomagnético CHAOS-7.4 [27].

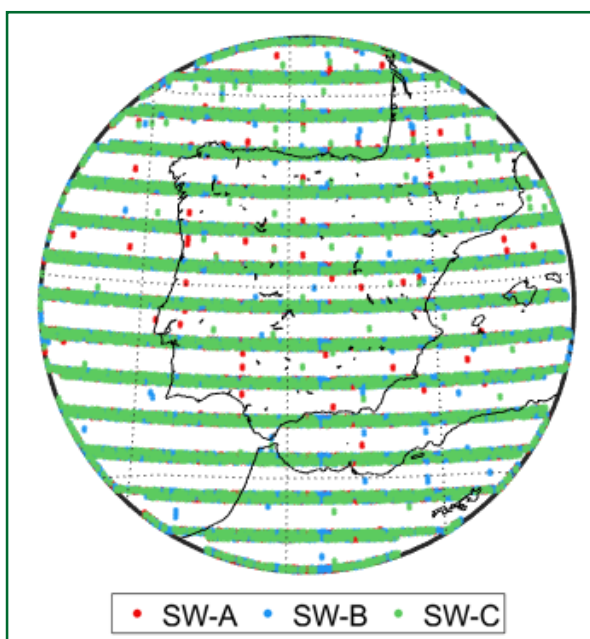


Fig.8. Distribución espacial de los datos Swarm decimados. Los datos correspondientes a cada uno de los satélites Swarm-A, Swarm-B y Swarm-C se representan, respectivamente, por círculos de color rojo (“SW-A” en la leyenda), azules (“SW-B”) y verdes (“SW-C”), respectivamente. La figura muestra también el casquete esférico seleccionado según se explica en el texto. La figura ha sido tomada de la referencia [26], en la que corresponde a la figura 2-a.

Finalmente, y por motivos de eficiencia computacional del modelo, se aplicó a la base de datos Swarm filtrados una técnica de decimado, que permite retener la mínima información necesaria, conservando a su vez una distribución espacial y temporal homogénea de los datos. En la figura 8 [26] puede consultarse la distribución espacial de los datos Swarm decimados.

En cuanto a los datos de observatorio, estos se seleccionaron de acuerdo con los siguientes criterios:

- Medidas de minuto registradas desde 2014.5 hasta 2020.5 y comprendidas entre las 00h y 02h en hora local.
- Medidas tomadas en momentos de calma magnética, definidos como los días en los cuales el índice  $ap$  fuese menor o igual a 5 nT.

A continuación, y tras rotar las coordenadas de los observatorios desde coordenadas geográficas o geodéticas a coordenadas geocéntricas, se retiró de los datos la contribución del campo externo, usando el modelo CHAOS-7.4. Por último, y como en el caso de los datos Swarm, los datos de cada observatorio fueron decimados aleatoriamente, reteniendo 5000 datos de cada uno.

Los datos de las estaciones seculares de España y Francia fueron transformados a componentes X, Y, Z por consistencia con los datos de observatorio y Swarm. Igualmente, se rotaron las coordenadas de cada estación desde coordenadas geodéticas a geocéntricas.

De acuerdo con la técnica R-SCHA [22], el potencial escalar expresado en el sistema de coordenadas referidas al centro del casquete toma la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 V(r, \theta, \lambda, t) = & a \sum_{m=0}^{K_{int}} \sum_{k=0}^k \left(\frac{R}{r}\right)^{n_k(m)+1} [g_{i,n_k(m)}^m(t) \cos(m\lambda) + h_{i,n_k(m)}^m(t) \sin(m\lambda)] P_{n_k(m)}^m(\cos \theta) + \\
 & + a \sum_{k=1}^{K_{ext}} \sum_{m=0}^k \left(\frac{r}{R}\right)^{n_k(m)} [g_{e,n_k(m)}^m(t) \cos(m\lambda) + h_{e,n_k(m)}^m(t) \sin(m\lambda)] P_{n_k(m)}^m(\cos \theta) + \\
 & + a \sum_{p=1}^{P_{max}} \sum_{m=0}^p R_p(r) [g_p^m(t) \cos(m\lambda) + h_p^m(t) \sin(m\lambda)] K_p^m(\cos \theta) + \\
 & + a \sum_{m=0}^{M_{max}} R_0(r) [g_0^m(t) \cos(m\lambda) + h_0^m(t) \sin(m\lambda)] K_0^m(\cos \theta)
 \end{aligned} \tag{1}$$

En la ecuación [1],  $R$  es el radio medio de la Tierra y  $r$  la distancia radial;  $P_{n_k(m)}^m(\cos\Theta)$  son las funciones asociadas de Legendre con grado real  $n_k(m)$  y orden  $m$ , cumpliéndose que  $k-m$  es par;  $\cos(m\lambda)$  y  $\sin(m\lambda)$  son las series de Fourier,  $R_p(r)$  y  $R_0$  las funciones radiales y  $K_p^m(\cos\Theta)$  las funciones de Mehler; siendo  $\Theta$  y  $\lambda$  la colatitud y longitud referidas al centro del casquete. Aparecen también los coeficientes de Gauss internos,  $\{g_{i,n_k}^m, h_{i,n_k}^m\}$ , y externos,  $\{g_{e,n_k}^m, h_{e,n_k}^m\}$ , mientras que  $\{g_p^m, h_p^m, g_0^m, h_0^m\}$  son los coeficientes de Mehler, dependiendo ambos conjuntos de coeficientes del tiempo  $t$ . Las expansiones del potencial se limitan a los grados espaciales máximos  $K_{int}$ ,  $K_{ext}$ ,  $P_{max}$  y  $M_{max}$ . La geometría del cono esférico truncado viene definida por el semiángulo de los casquetes que forman sus bases,  $\Theta_0$ , y los límites inferior,  $a$ , y superior,  $b$ , del cono.

Para poder obtener el modelo de campo principal a partir de la inversión de los datos Swarm, de observatorio y de estaciones seculares, se obtuvo la expresión de las componentes geomagnéticas X, Y y Z como una combinación lineal del conjunto de coeficientes de Gauss del desarrollo R-SCHA, a partir del gradiente del potencial. A continuación, se pasó a plantear el problema de la inversión de datos de forma matricial, con el fin de obtener el conjunto de coeficientes mediante la expresión:

$$g = (A^T A + \alpha \hat{\Psi} + \tau \hat{\Phi})^{-1} A^T d \quad [2]$$

donde  $g$  es el vector que contiene los coeficientes del desarrollo R-SCHA,  $d$  el vector que contiene los datos magnéticos y  $A$  es una matriz que depende de la distancia radial, la latitud y la longitud;  $\alpha$  y  $\tau$  son los multiplicadores de Lagrange fijados para proporcionar el mejor compromiso de ajuste entre los datos.  $\hat{\Psi}$  y  $\hat{\Phi}$  son las matrices de regularización espacial y temporal, que permiten estabilizar, suavizar el modelo y guiarlo hacia una solución con significado físico.

Los parámetros óptimos del modelo R-SCHA se han obtenido por medio de la simulación de Monte Carlo [28]. En esta simulación, se comenzó creando 100000 modelos sintéticos R-SCHA, uno por cada combinación aleatoria de los parámetros de modelado, para a continuación comparar los datos del campo sintetizado por cada modelo con los valores proporcionados por el modelo CHAOS-7.4.

Previamente a la modelización con la simulación de Monte Carlo, se llevó a cabo un test sintético que tenía como fin obtener los parámetros del desarrollo R-SCHA (ecuación [1]) y los de regularización espacial y temporal (ecuación [2]) que optimizan el modelado regional del campo principal en la región y periodo de estudio. Este test también permitió tomar la decisión de modelizar la variación secular de los datos de entrada por medio de splines cúbicos.

Los parámetros óptimos procedentes del test sintético, así como los datos satelitales y de tierra preparados, se emplearon finalmente en la realización de la modelización

R-SCHA por medio de la simulación de Monte Carlo. Los parámetros óptimos del modelo R-SCHA que se han obtenido se muestran en la tabla nº 3, donde N es el número de nodos utilizados en la interpolación de la variación secular de los datos por splines. Como resultado de la modelización, se han estimado un total de 441 coeficientes.

$\theta_0$ (°)	$K_{int}$	$K_{ext}$	$M_{max}$	$P_{max}$	N
20	7	4	3	3	5

Tabla nº 3: Parámetros óptimos del modelo R-SCHA. Las magnitudes representadas por  $\theta_0$ ,  $K_{int}$ ,  $K_{ext}$ ,  $M_{max}$ ,  $P_{max}$  y N se encuentran descritas en el texto.

Una vez que se ha determinado el desarrollo completo del modelo de campo principal, se está en disposición de aplicarlo a cualquier punto de la región de estudio, con el fin de obtener el campo y su variación secular en el periodo 2014.5-2020.5. Con el fin de poder preparar el Mapa de Declinaciones Magnéticas de la Península Ibérica y las Islas Baleares de la época 2020.0, es necesario disponer de los valores de declinación magnética y su variación secular en esta época de referencia y en determinados puntos de la región de estudio, pues ambas magnitudes constituyen la información básica para generar las dos capas de información del mapa (capítulo 6): isógonas (o isolíneas de declinación) en 2020.0, e isóporas de declinación (o isolíneas de variación secular de declinación) en 2020.0.

Con este planteamiento, el modelo se ha empleado primeramente en el cálculo del campo principal y su variación secular para la época 2020.0 en los puntos de una malla regular que abarca el territorio de la Península Ibérica y las Islas Baleares, definidos por sus coordenadas geográficas latitud y longitud en el sistema geodésico de referencia ETRS-89 (figura 9), y por sus coordenadas X e Y en la proyección U.T.M. (huso 30). Los puntos de la malla presentan 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.

De esta forma, en todos los puntos de la malla se obtienen los valores de todas las componentes del campo principal y su variación secular en 2020.0, los cuales se encuentran disponibles en la página web del IGN [24]. En particular, se han obtenido los valores sintéticos de la variación secular del elemento D (Declinación magnética), que permiten generar las isóporas de D en 2020.0 para la región de estudio.

Los datos de declinación magnética que representa el Mapa de Declinaciones Magnéticas de la época 2020.0 son valores de campo interno completo, o campo total (suma de campo principal y campo cortical). Teniendo en cuenta esta consideración, el modelo se ha utilizado en segunda instancia para calcular en todas las estaciones de



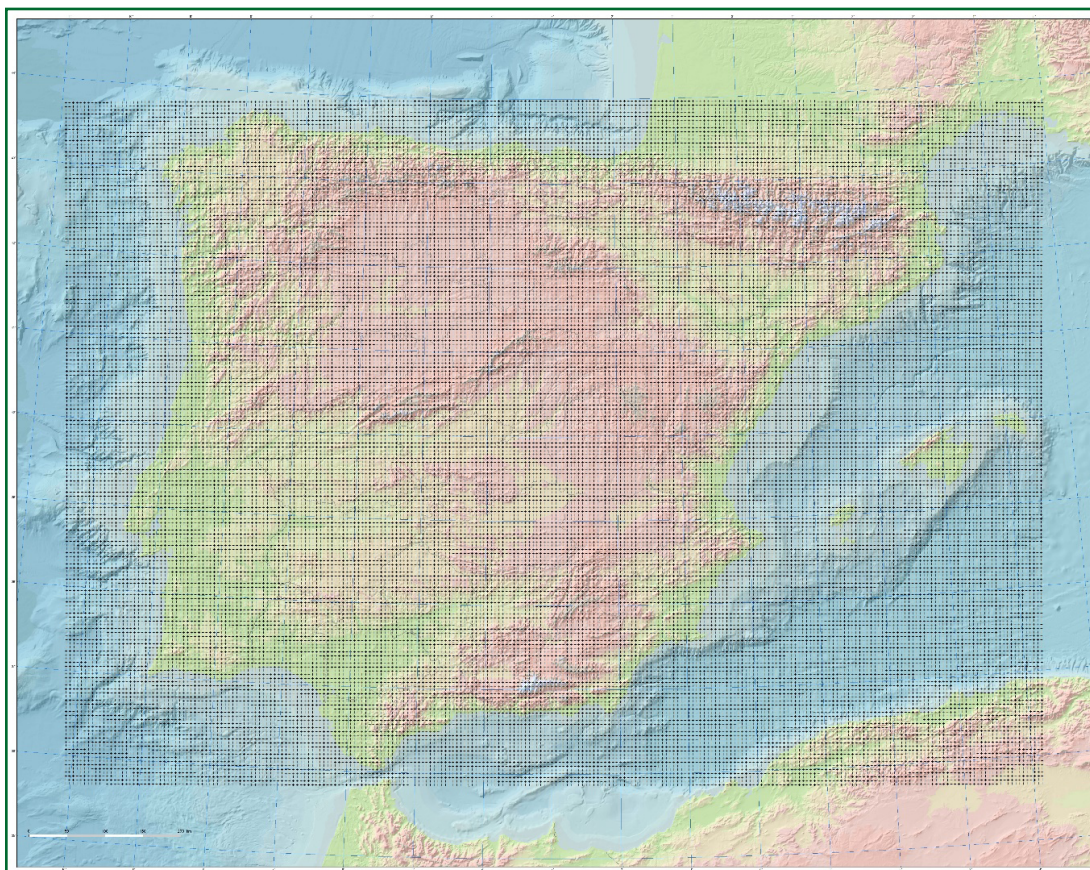


Fig 9. Malla regular de puntos en los que se ha sintetizado el campo principal y su variación secular en la época 2020.0, por medio del modelo R-SCHA.

mapa de España y Portugal (capítulo 3) el valor del campo total en la época 2020.0. Con este fin, se ha partido de los valores de campo total disponibles en cada estación (observaciones del periodo 1988-1993 en España, y valores ya trasladados a 1960.0 en Portugal), y también de las coordenadas geocéntricas de la estación. Los pasos seguidos en este proceso han sido los siguientes:

- Traslación de los valores del campo total de cada estación, desde su fecha original hasta la época 2015.0, por medio de la variación secular proporcionada por el modelo global de campo geomagnético COV-OBS.x2 [29].
- Transformación de los valores de las componentes D, H, Z en X, Y, Z, y sustracción del campo principal en 2015.0, que se ha calculado previamente por medio del modelo R-SCHA. De esta forma, se ha obtenido el campo cortical en las estaciones de mapa, considerado atemporal.
- Suma del campo cortical y el campo principal en 2020.0, calculado por medio



del modelo R-SCHA. De esta forma se ha obtenido el campo total en las estaciones de mapa en 2020.0.

- Transformación de las coordenadas geocéntricas de cada estación a coordenadas geodéticas.

Como resultado de este proceso, se han obtenido todas las componentes del campo total en la época 2020.0 en cada estación de mapa. En particular, se han obtenido los valores del elemento D (Declinación magnética) del campo total, que han permitido generar las isógonas en 2020.0 para la región de estudio.



A partir de la interpolación de los valores de la declinación magnética del campo total obtenidos en 2020.0 en las estaciones de mapa, se han trazado las líneas isógonas en 2020.0, que unen puntos de igual declinación magnética. Igualmente, las isóporas de declinación en 2020.0 se han generado utilizando los resultados de la interpolación de los valores de la variación secular de la declinación en 2020.0, calculados por el modelo en la malla regular de puntos que abarca la región de la Península Ibérica y las Islas Baleares, presentada en el capítulo 5. Las isógonas y las isóporas de declinación en 2020.0 constituyen el Mapa de Declinaciones Magnéticas en esta época de referencia.

### 6.1. Características generales

- Proyección: UTM.
- Sistema geodésico: ETRS89.
- Recuadro de coordenadas: Coordenadas geográficas (latitud y longitud), marcadas equidistantemente en los laterales del recuadro cada 5' de arco.
- Canevás de paralelos y meridianos, trazados cada 1°.
- Escala: 1/2000000.
- Las minutas de las isolíneas se han elaborado sobre una base geográfica digital de España incluyendo en la misma:
  - División provincial española.
  - Fronteras con otros países.
  - Modelo digital del terreno formado en las zonas continentales por datos del NOAA con un paso de malla de 30", y en las zonas marinas, por datos del ETOPO2 pertenecientes al USGS con un paso de malla de 2'.

### 6.2. Mapa de Declinaciones Magnéticas

Geodatos:

- a) Isógonas obtenidas por interpolación a partir de los valores de la declinación magnética modelizados en las estaciones de mapa.

- Equidistancia:
    - Isógonas: 5'.
    - Isógonas maestras: 30'.
  - Color de las isógonas: Rojo (W) y Azul (E).
- b) Isóporas obtenidas por interpolación a partir de la malla regular de valores modelizados de variación secular de la declinación magnética.
- Equidistancia:
    - Isóporas: 0.2'.
  - Color de las isóporas: Verde.

En el Mapa de Declinaciones Magnéticas se puede determinar el valor de la declinación en cualquier punto de la Península o Baleares, en la fecha 1 de enero de 2020. Para una época posterior, bastará sumar al valor obtenido directamente para el 1 de enero de 2020, el producto de la variación secular correspondiente a la isópora que pasa por el punto, o del valor obtenido interpolando entre las isóporas más próximas, por la diferencia entre la fecha que se desea y la de referencia del mapa (2020.0), expresada en años.





- [1] MIGUEL, L. DE (1974): *Cartografía Magnética en España*. 1ª. Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Madrid.
- [2] PARDO DE FIGUEROA, R. (1895): *Compensación de declinaciones magnéticas en la Península Ibérica*. R. Álvarez. Madrid.
- [3] DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1927): *Mapa Magnético de España para la época 1924.0*. Instituto Geográfico y Catastral. Madrid
- [4] RODRÍGUEZ NAVARRO DE FUENTES, J. (1939): *Estudio de la Variación secular en los mapas magnéticos. Adaptación del Mapa Magnético de España a la época 1939.5 (1 de julio de 1939)*. Instituto Geográfico y Catastral. Madrid.
- [5] PEÑA GEROMINI, V. (1963): *La formación del Mapa Magnético y Primer resultado comparativo de los observatorios*. Instituto Geográfico y Catastral. Madrid.
- [6] INSTITUTO GEOGRÁFICO Y SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL DE PORTUGAL (1971): *Mapa de Declinaciones Magnéticas de la Península Ibérica. Época 1970.0*. Instituto Geográfico y Catastral. Madrid.
- [7] INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1976): *Mapa Geomagnético de España. Época 1975.0*. Instituto Geográfico Nacional. Madrid.
- [8] GÓMEZ LAGUNA, M.; MARÍN MARTÍNEZ, V.M.; MERINO DEL RÍO, J.; TOMÉ DE LA VEGA, M. (1991): *Carta Nacional de Declinaciones Magnéticas. Época 1990.0*. Instituto Geográfico y Catastral. Madrid.
- [9] MERINO DEL RÍO J.; GÓMEZ LAGUNA, M.; MARÍN MARTÍNEZ, V.M. (1996): *Mapa Geomagnético de España (Península e Islas Baleares). Época 1995.0*. Instituto Geográfico Nacional. Madrid.

- [10] MERINO DEL RÍO J.; MARÍN MARTÍNEZ, V.M. (2001): *Memoria del Mapa de Declinaciones Magnéticas. (España Peninsular e Islas Baleares). Época 2000.0*. Instituto Geográfico Nacional. Madrid.
- [11] MARÍN MARTÍNEZ, V.M.; SOCÍAS GIL-MONTANER, I.; DOMINGO, C.; GIL ALONSO, A. (2006): *Mapa Geomagnético de España (España Peninsular e Islas Baleares). Época 2005.0*. Instituto Geográfico Nacional. Madrid
- [12] MARÍN MARTÍNEZ, V.M.; TORDESILLAS GARCÍA-LILLO, J.M.; FERNÁNDEZ TABASCO, J. (2017): *Mapa Geomagnético de España (España Peninsular e Islas Baleares). Época 2015.0*. Instituto Geográfico Nacional. Madrid..
- [13] FRIIS-CHRISTENSEN, E.; LUHR, H.; HULOT, G. (2006): *Swarm: A constellation to study the Earth's magnetic field. Earth, Planets and Space, 58(4): 351–358*. <https://doi.org/10.1186/BF03351933>.
- [14] ESA (2023): *Constellation and orbit evolution*. <https://earth.esa.int/eogateway/missions/swarm/constellation-and-orbit-evolution>, [consulta: 02-10-2023].
- [15] ESA (2023): *Swarm Level 1-B*. <https://earth.esa.int/eogateway/catalog/swarm-level-1-b>, [consulta: 13-09-2023].
- [16] TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (2019): *Swarm Level 1b Product Definition*. <https://earth.esa.int/eogateway/documents/20142/37627/swarm-level-1b-product-definition-specification.pdf>, [consulta: 01-09-2020], [revisado: 27-01-2021].
- [17] ESA (2020): *European Space Agency*. <ftp://swarm-diss.eo.esa.int/>, [consulta: 01-09-2020].
- [18] NEWITT, L.R.; BARTON, C.E.; BITTERLY, J. (1996): *Guide For Magnetic Repeat Station Surveys*. IAGA.
- [19] OLSEN, N.; HULOT, G.; LESUR, V.; FINLAY, C.C.; BEGGAN, C.; CHULLIAT, A.; SABAKA, T.J.; FLOBERGHAGEN, R.; FRIIS-CHRISTENSEN, E.; HAAGMANS, R. (2015): *The Swarm initial field model for the 2014 geomagnetic field*. *Geophysical Research Letters*, 42(4): 1092-1098. <https://doi.org/10.1002/2014GL062659>.

- [20] ESA (2022): *About ASM*. <https://earth.esa.int/eogateway/instruments/asm>, [consulta: 08-09-2022].
- [21] ESA (2022): *About VFM*. <https://earth.esa.int/eogateway/instruments/vfm>, [consulta: 08-09-2022].
- [22] THÉBAULT, E.; SCHOTT, J.; MANDEA, M. (2006): *Revised spherical cap harmonic analysis (R-SCHA): Validation and properties*. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 111(B01102): 1-17.
- [23] HAINES, G. (1985): *Spherical cap harmonic analysis*. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 90(B3): 2583–2591.
- [24] INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (2021): *Modelo Geomagnético de referencia para la Península Ibérica y las Islas Baleares en 2020.0*. <https://www.ign.es/web/ign/portal/modelo-geomagnetico-referencia-2020>, [consulta: 13-12-2021].
- [25] PUENTE BORQUE, M.; PAVÓN CARRASCO, F.J.; NÚÑEZ, A.; TORDESILLAS, J.M.; CAMPUZANO, S.A. (2023): *Campo geomagnético principal y variación secular entre 2014 y 2020 para Iberia basado en la técnica R-SCHA: Optimización de la parametrización*. 10ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica-Artículos: 590-599. <https://doi.org/10.7419/162.07.2023>.
- [26] PUENTE BORQUE, M.; PAVÓN CARRASCO, F.J.; NÚÑEZ, A.; TORDESILLAS, J.M.; CAMPUZANO, S.A. (2023): *Regional geomagnetic core field and secular variation model over the Iberian Peninsula from 2014 to 2020 based on the R-SCHA technique*. Earth, Planets and Space, 75(128): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40623-023-01873-w>.
- [27] FINLAY, C.C.; KLOSS, C.; OLSEN, N.; HAMMER, M.D.; TØFFNER-CLAUSEN, L.; GRAYVER, A.; KUVSHINOV, A. (2020): *The CHAOS-7 geomagnetic field model and observed changes in the South Atlantic Anomaly*. Earth, Planets and Space, 72(156): 1–31. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01252-9>.
- [28] RUBINSTEIN, R.Y.; KROESE, D.P. (2016): *Simulation and the Monte Carlo method*. John Wiley & Sons.
- [29] HUDER, L.; GILLET, N.; FINLAY, C.C.; HAMMER, M.D.; TCHOUNGUI, H. (2020): *COV-OBS.x2: 180 years of geomagnetic field evolution from ground-based and satellite observations*. Earth, Planets and Space, 72(160): 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01194-2>.



# ANEJO 1

## Características de los satélites de la constelación Swarm

Las características de los satélites Swarm-A, Swarm-B y Swarm-C, que han proporcionado los datos magnéticos en altura para la elaboración de la presente cartografía geomagnética, se relacionan a continuación. Debe tenerse en cuenta que los valores de inclinación de la órbita están referidos a la fase inicial de la misión (noviembre de 2013-abril de 2014). En esta misma fase inicial, Swarm-A y Swarm-C orbitaban en paralelo con una separación de 1.4° de longitud entre sus órbitas en el ecuador. A partir de abril de 2014, la altitud de los satélites ha variado según se indica. El plano orbital de Swarm-B experimenta una deriva con respecto a los planos de las órbitas de Swarm-A y Swarm-C de 23°/año aproximadamente, que produce las diferencias angulares que se indican.

Satélite	Inclinación de la órbita (°)	Altitud (km)		Posición relativa del plano orbital de Swarm-B respecto a A y C (°)	
		2014	2021	2014	2021
Swarm-A	87.3	462	440	0° (órbitas coplanares)	180° (movimiento de Swarm-B en sentido contrario)
Swarm-B	87.7	511			
Swarm-C	87.3	462	440		



## ANEJO 2

### Coordenadas de los observatorios geomagnéticos

Las coordenadas geográficas de los observatorios geomagnéticos que se han utilizado en la elaboración de la presente cartografía son las siguientes:

Observatorio geomagnético	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (m)
SAN PABLO DE LOS MONTES (SPT)	39.547	-4.349	922
SAN FERNANDO (SFS)	36.667	-5.945	111
EBRO (EBR)	40.957	0.333	532
COÍMBRA (COI)	40.222	-8.422	99





# ANEJO 3

## Coordenadas de las estaciones seculares

Se han utilizado un total de 35 estaciones seculares distribuidas por la Península Ibérica y las Islas Baleares, pertenecientes a la Red de Estaciones Seculares del Instituto Geográfico Nacional. Además, se han utilizado otras 3 estaciones seculares situadas en el sur de Francia, pertenecientes a la Red de Estaciones de Repetición del *Institut de Physique du Globe de Paris*.

En todas ellas, se utilizaron los datos de las observaciones obtenidas durante el periodo de 2015 a 2020.

### Estaciones seculares del IGN

Estación	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (m)
APIÉS	42.2053	-0.3964	680
ARRIBES	40.9468	-6.8131	601
ARROYO DE LA LUZ	39.5186	-6.6203	375
BELCHITE	41.3772	-0.8649	490
BENEJAMA	38.7289	-0.7345	730
BIELSA	42.6653	0.1636	1615
BUENACHE	40.1299	-2.0197	1305
CABEZUDOS	37.1760	-6.6198	45
CALABOR	41.9421	-6.7356	965
CASTRALVO	40.3030	-1.0764	965
CASTRO	43.0103	-8.7493	453
COLMENAR	36.8438	-4.3584	965
EL CABRIL	38.0718	-5.4238	520
EL ROSAL	37.9139	-7.2540	242
ESLES	43.2835	-3.7814	597

Estación	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (m)
GINZO	42.0488	-7.6607	675
HERRERA DEL DUQUE	39.1747	-5.0941	453
IBIZA	38.8654	1.3604	10
JALANCE	39.1777	-1.1467	782
LAS NAVAS DEL MARQUÉS	40.6266	-4.4129	1460
LORCA	37.9010	-1.7186	1311
MAÓ	39.8757	4.2243	99
MARKINEZ	42.7193	-2.5542	860
MONTELLANO	36.9938	-5.5403	516
NÍJAR	36.9823	-2.1603	380
PEDERNOSO	39.4663	-2.7570	724
PEÑAFLORE DE HORNIJA	41.7071	-4.9779	825
PINEDA	42.2047	-3.3114	1432
QUESADA	37.8011	-3.0706	1180
SAN MIGUEL DE BERNUY	41.3973	-3.9574	860
TARDAJOS	41.6682	-2.4134	1011
TORRENUOVA	38.6334	-3.3760	750
TOSSALS	39.7679	2.8152	500
TRILLO	40.7626	-2.6940	1011
VIVERO	43.6959	-7.6089	50

### Estaciones seculares del IPGP

Estación	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (m)
BIARRITZ-BAYONNE-ANGLET	43.4685	-1.5188	75
BRIVE-VALLÉE DE LA DORDOGNE	45.0384	1.4896	310
PERPIGNAN-RIVESALTES	42.7428	2.8712	44

# ANEJO 4

## Coordenadas de las estaciones de mapa

### Estaciones de mapa en España (Península y Baleares)

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
1.9	PUNTA DE FORNELOS	43.6803	-7.8736	16
3.7	MORAS	43.7175	-7.4772	24
6.8	CABO PRIOR	43.5647	-8.3083	8
7.4	SEQUEIRO	43.5656	-8.1717	66
8.4	MURO DO VASCO	43.5989	-7.8178	409
9.4	VILLACAMPA	43.5647	-7.5136	507
10.7	RINLO	43.5575	-7.1053	13
11.9	EL GOLFON	43.5531	-6.5969	2
12.6	CABO VIDIO	43.5881	-6.2381	90
15.8	TAZONES	43.5414	-5.4083	98
21.8	LORBE	43.3725	-8.3050	101
22.5	FILGUEIRAS	43.4422	-8.0181	382
23.4	ARUXO	43.4122	-7.7725	461
24.2	PEDRIDO	43.4519	-7.3444	127
25.6	ROZADAS	43.4356	-6.8636	492
26.6	ARISTEBANO	43.4483	-6.5419	562
27.5	ABLANEDO	43.4172	-6.3397	533
28.4	RECONCO	43.4278	-6.1342	185
30.4	SARIEGO	43.4231	-5.5111	392
30.6	COLLIA	43.4061	-5.2011	134
31.6	POSADA	43.4139	-4.8819	83
33.9	COMILLAS	43.3919	-4.2603	59

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
35.3	ISLA	43.4861	-3.5717	77
35.8	ENTRAMBASGUAS	43.3867	-3.6825	51
36.8	AMPUERO	43.3383	-3.3958	114
37.5	SOPELANA	43.3906	-2.9933	1
38.5	PLAYA DE LAGA	43.4078	-2.6544	17
41.7	FUENTERRABIA	43.3897	-1.7933	79
43.3	CAMPARA	43.2833	-8.8758	64
44.8	CARBALLO	43.1886	-8.7386	142
45.5	CARRAL	43.2239	-8.3581	157
46.5	ARANGA	43.2367	-8.0431	406
47.6	GUIMARAS	43.2767	-7.5483	415
47.7	S. SALVADOR DE PARGA	43.1958	-7.8233	428
48.6	MARCO ALTO	43.2694	-7.2750	557
50.6	LINARES	43.2350	-6.5619	513
51.2	CRUCERO	43.3269	-6.3969	540
52.5	SOGRANDIO	43.2461	-6.0339	312
53.5	ENTRERRIOS	43.2675	-5.7244	329
62.5	IBARRURI	43.2436	-2.6836	137
63.4	S. MIGUEL	43.2403	-2.4436	358
68.4	OZON	43.0867	-9.1547	66
68.6	ZAS	43.0836	-8.8839	439
69.8	BEMBIBRE	43.0306	-8.6578	206
70.1	GESTEDA	43.1231	-8.5150	326
71.4	CUMBRAOS	43.0989	-8.1781	518
71.8	SOBRADO	43.0378	-8.0281	498
72.4	TRASMONTE	43.0978	-7.8083	522
73.4	TEJEIRO	43.0689	-7.5000	515
74.4	PARADAVELA	43.0836	-7.1494	896

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
76.7	LEITARIEGOS	43.0069	-6.4411	1342
77.3	BILDEO	43.1433	-5.9056	1178
77.8	TORRRESTIO	43.0342	-6.0153	1345
79.5	PUERTO DE S. ISIDRO	43.0636	-5.3789	1496
80.5	VEGACERNEJA	43.0500	-5.0011	1154
81.1	FUENTEDE	43.1492	-4.8111	1107
81.6	PESAGUERO	43.0750	-4.5325	589
82.6	VENTA DE TAJAHIERRO	43.0789	-4.2350	1164
83.9	PUERTO DEL ESCUDO	43.0428	-3.8772	1005
85.4	QUINTANA DE LOS PRADOS	43.0739	-3.5156	722
85.6	MERCADILLO	43.1039	-3.2689	341
86.3	OROZCO	43.1117	-2.9197	205
88.4	CAMPAZARA	43.0989	-2.5061	455
89.4	ELBARREN	43.0714	-2.1369	452
90.4	ERASUN	43.0842	-1.8133	509
91.8	PUERTO DE IBAÑETA	43.0189	-1.3244	1119
93.6	MAZARICOS	42.9442	-8.9500	414
93.7	PLAYA DE CARNOTA	42.8503	-9.1356	12
95.9	ANDEADE	42.8772	-8.2606	319
97.7	VALOS	42.8764	-7.8300	612
98.9	BARALLA	42.8797	-7.2367	589
99.5	CABANA	42.9269	-7.0617	331
101.3	REBUENO	42.9467	-6.2958	1062
119.5	PRAYA AGUIEIRA	42.7428	-8.9642	2
120.5	PADRON	42.7350	-8.6483	24
121.5	LAMELA	42.7356	-8.3219	297
122.3	CASTRO DE AMARANTE	42.7806	-7.9156	509

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
123.8	TABOADA	42.7036	-7.7072	469
124.4	BIVILLE	42.7719	-7.5019	554
125.5	PIEDRAFITA	42.7231	-7.0319	1162
126.3	SORBEDA	42.8081	-6.5411	948
128.2	GUISATECHA	42.7869	-6.0189	1077
129.5	CAMPOSAGRADO	42.7361	-5.7286	1137
130.5	LUGAN	42.7661	-5.3433	906
131.6	GUARDO	42.7764	-4.8792	1169
132.3	CANTORAL	42.8119	-4.5517	1107
133.5	VALORIA DE AGUILAR	42.7750	-4.2653	941
134.5	MUNDILLA	42.7222	-4.0506	969
135.5	VILLAESCUSA DEL BUTRON	42.7556	-3.6600	1054
136.5	OÑA	42.7325	-3.3831	715
137.5	CALCEDO YUSO	42.7450	-3.0039	510
138.5	S. VICENTEJO	42.7486	-2.6783	611
139.6	EULATE	42.7744	-2.2003	736
140.5	ABARZUZA	42.7050	-2.0106	544
141.4	BELOSCAIN	42.7553	-1.8369	366
142.4	UNCITI	42.7414	-1.4989	563
143.7	IDOCORRY	42.7036	-1.1656	566
144.4	ANSO	42.7408	-0.8156	817
145.4	CANFRANC	42.7606	-0.5150	1319
149.5	BERET	42.7278	0.9644	1841
151.8	CASTIÑEIRAS	42.5294	-9.0000	0
152.5	PORTAS	42.5753	-8.6700	73
153.5	FORCAREY	42.5833	-8.3439	519
154.5	DOZON	42.5703	-8.0456	721



M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
155.4	CHANTADA	42.5972	-7.7761	576
156.4	BOVEDA	42.6019	-7.4628	349
157.5	SEARA	42.5769	-7.0558	809
158.5	CAMPONARAYA	42.5867	-6.6639	515
160.5	CASTRILLO DE CEPEDA	42.5917	-6.0183	940
162.5	MELLANZOS	42.5961	-5.3361	892
163.5	VILLAVERDE DE ARCAIOS	42.5967	-5.0339	877
166.5	BARRUELO	42.5481	-4.0189	873
168.7	SANTA CASILDA	42.5539	-3.4033	902
169.6	ANGUCIANA	42.5722	-2.9275	490
171.4	CRIPAN	42.5975	-2.5094	706
177.2	BIESCAS	42.6272	-0.3142	863
178.4	SARVISE	42.5769	-0.1100	867
179.1	BIELSA	42.6381	0.2136	1100
180.6	SENET	42.5617	0.7517	1278
181.2	LA BONAIGUA	42.6636	0.9806	2068
182.5	AREU	42.5878	1.3272	1221
184.3	EL GROVE	42.4606	-8.8786	12
185.5	LOURIDO	42.4219	-8.6731	8
186.4	AGUASANTAS	42.4192	-8.4581	433
187.5	GARABANES	42.4386	-8.0250	492
188.7	SABADELLE	42.3597	-7.8261	419
190.6	MEDUA	42.3967	-6.8672	448
192.5	CHANA	42.4014	-6.3300	1182
193.3	VILLAREJO DE ORBIGO	42.4522	-5.9025	816
194.5	LA MATA DEL PARAMO	42.4433	-5.7461	846

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
195.5	SAN ROMAN	42.4011	-5.3906	816
196.7	GORDALIZA DEL PINO	42.3464	-5.1606	826
197.4	VILLAMBROZ	42.4069	-4.8281	902
197.6	BAHILLO	42.4464	-4.5794	849
199.4	PADILLA DE ABAJO	42.4125	-4.1797	804
200.7	STA. MARIA DE TAJADURA	42.3778	-3.8531	906
201.4	FRESNO DE RODILLA	42.4219	-3.5017	968
202.4	BELORADO	42.4139	-3.1792	805
203.4	ALESANCO	42.4283	-2.8267	567
204.6	MENDAVIA	42.4389	-2.1903	342
206.6	LAGUNA DE PITILLAS	42.3917	-1.5719	363
207.6	CASTILLO DE BARNES	42.4156	-1.2406	578
208.9	BIEL	42.3528	-0.9550	740
209.5	ERMITA DE IZARBE	42.4172	-0.6469	604
211.3	BOLTAÑA	42.4431	0.0650	598
212.5	FORADADA DE TOSCAR	42.4111	0.3467	1015
214.6	SORT	42.4186	1.1325	703
215.9	ARABELL	42.3578	1.4069	721
218.9	MOLLO	42.3350	2.4017	1009
219.9	MASSANET DE CABRENYS	42.3858	2.7714	320
223.1	BUEU	42.3231	-8.8106	82
224.6	MELON	42.2544	-8.2131	432
226.2	XUNQUEIRA DO ESPADAÑEDO	42.2964	-7.6397	571
227.3	PARAISAS	42.3242	-7.2936	894
228.4	CHAO DE CASTRO	42.2733	-7.2750	1419
229.6	FUENTE REY	42.2669	-6.5411	1148

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
230.9	CASTROCONTRIGO	42.1831	-6.2019	920
232.5	LAGUNA DE NEGRILLOS	42.2656	-5.6364	781
233.4	VALENCIA DE DON JUAN	42.2769	-5.5139	764
234.6	S. ROMAN DE LA CUBA	42.2650	-4.8631	807
235.6	VILLOLDO	42.2536	-4.5864	796
236.6	MELGAR DE YUSO	42.2678	-4.2694	775
240.5	S. ANTON	42.2683	-3.0350	908
241.5	TORRECILLA DE CAMEROS	42.2636	-2.6361	871
249.8	ALQUEZAR	42.1700	0.0028	604
251.1	RODA DE ISABENA	42.2933	0.5317	798
254.7	COMA	42.1906	1.5697	1195
255.3	CAMPELLAS	42.2967	2.1394	1305
256.9	S. MARTIN	42.2194	2.4411	385
258.2	PERALADA	42.3056	3.0042	18
259.4	ROSAS	42.2731	3.1417	4
260.6	CABO SILLEIRO	42.1100	-8.8981	20
261.5	GUILLAREY	42.0669	-8.6281	6
262.4	LAS NIEVES	42.0894	-8.4242	125
263.3	CELANOVA	42.1383	-7.9494	589
265.9	PARADA DE LA SIERRA	42.0131	-7.2219	854
266.9	CHANOS	42.0367	-6.9314	1067
267.2	CUBELO DE SANABRIA	42.1158	-6.6572	1007
268.4	PALACIOS DE SANABRIA	42.0631	-6.5150	994

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
269.8	S. JUANICO EL NUEVO	42.0331	-6.0572	752
270.4	POBLADURA DEL VALLE	42.0939	-5.7542	735
271.4	VALDERAS	42.1011	-5.5083	768
272.4	VILLACID DE CAMPOS	42.0808	-5.1253	777
273.4	AUTILLO DE CAMPOS	42.1081	-4.8408	767
273.6	HUSILLOS	42.0811	-4.5483	747
274.5	CORTIJO DE LABA	42.1075	-4.3406	885
275.4	PALENZUELA	42.0772	-4.1678	785
275.9	TORDOMAR	42.0481	-3.8783	847
276.4	ZAEL	42.1019	-3.8272	860
277.4	COVARRUBIAS	42.0539	-3.5089	881
278.5	NEILA	42.0561	-3.0122	1280
279.5	VILLOSLADA DE CAMEROS	42.0922	-2.6761	1100
280.5	VILLAR DEL RIO	42.0800	-2.4139	1251
281.2	GRAVALOS	42.1147	-2.0100	773
282.5	EL ESPARTAL	42.0681	-1.6767	308
285.9	ALMUDEVAR	42.0269	-0.5656	390
287.1	ANGUES	42.1086	-0.1569	527
290.3	ISONA	42.1528	1.1256	1161
291.5	OLIANA	42.0692	1.3150	463
293.2	BORREDA	42.1292	1.9739	730
295.4	LAS PLANAS	42.0619	2.5639	406
296.6	BELLCAIRE	42.0869	3.1036	6
298.9	CAMPOSANCOS	41.8839	-8.8789	28
301.2	STA. COMBA DE BANDE	41.9650	-8.0039	544
301.5	PARADA DO VENTOSA	41.9325	-8.0517	499

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
303.1	VERIN	41.9614	-7.4678	627
305.3	ROBLEDO	41.9897	-6.5597	935
307.5	FERRERAS DE ABAJO	41.8947	-6.0714	801
308.5	MILLES DE LA POLVOROSA	41.9286	-5.7200	716
310.5	VILLANUEVA DE S. MARCIO	41.9269	-5.0039	748
311.5	STA CECILIA DEL ALCOR	41.9397	-4.6497	861
312.5	CERRATO	41.9300	-4.3939	812
313.4	CARRACEVICO	41.9075	-4.1417	913
315.5	MAMOLAR	41.9303	-3.3308	1046
318.4	TERA	41.9133	-2.4689	1107
320.8	GRISEL	41.8675	-1.7281	691
322.2	CASTEJON DE VALDEJASA	41.9789	-1.0322	455
324.7	ROBRES	41.8569	-0.4619	406
325.4	BALLERIAS	41.9017	-0.1544	366
326.7	MONZON	41.8722	0.2042	285
327.6	AVELLANES	41.9217	0.7831	458
329.7	VILANOVA DE LA AGUDA	41.8900	1.2311	371
330.1	BRICHS	41.9508	1.4956	810
331.6	ESTANY	41.9011	2.1011	722
332.9	SANT HILARI DE SACALM	41.8700	2.4711	972
335.1	BAGUR	41.9328	3.1908	184
337.6	S. MARTIN DEL PEDROSO	41.7381	-6.5308	668
339.8	MUGA DE ALBA	41.6850	-6.0356	755
340.6	CASTRONUEVO	41.7231	-5.5350	663
341.5	S. PEDRO LATARCE	41.7353	-5.3375	703

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
342.4	VILLAGARCIA DE CAMPOS	41.7531	-5.1503	834
343.3	VALORIA LA BUENA	41.8000	-4.5458	723
344.6	TORRE DE ESGUEVA	41.7619	-4.2178	794
345.5	GUZMAN	41.7381	-4.0389	908
347.4	ARANDILLA	41.7414	-3.4261	888
348.5	UCERO	41.7319	-3.0394	1103
349.6	EL CAMPAZO	41.7244	-2.6878	1136
350.5	ONTALVILLA DE VALCORBA	41.7539	-2.3731	1056
351.5	NOVIERCAS	41.7242	-1.9758	1167
353.4	FUENDEJALON	41.7519	-1.4850	482
354.4	GRISEN	41.7514	-1.1581	243
355.4	AULA DEI	41.7639	-0.7839	263
356.5	LANAJA	41.7519	-0.3100	373
361.4	BELLVER D'OSSO	41.7392	1.1808	373
362.3	S. MATEO DE BAGES	41.7911	1.7667	358
365.5	HOSTALRIC	41.7617	2.5883	114
366.2	STA CRISTINA DE ARO	41.8183	2.9872	36
370.5	VILLAVENDIMIO	41.5642	-5.3567	733
371.5	VELILLA	41.5747	-5.0006	835
373.3	QUINTANILLA DE ONESIMO	41.5864	-4.3600	881
377.4	QUINTANILLA DE 3 BARRIOS	41.5914	-3.1761	914
385.7	PINA DE EBRO	41.5042	-0.4919	195
386.7	BUJARALUZ	41.5203	-0.1483	345
387.8	FRAGA	41.5292	0.3214	116
388.5	ALBATARRECH	41.5722	0.6075	150

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
389.5	VILANOVA DE BELLPUIG	41.5992	0.9481	292
391.5	IGUALADA	41.5958	1.6344	323
393.5	GRANOLLERS	41.6225	2.2681	217
394.5	S. POL DE MAR	41.6058	2.6058	22
395.6	MUGA DE SAYAGO	41.3914	-6.1953	785
396.6	PERERUELA	41.4161	-5.8736	767
397.6	VENIALBO	41.4050	-5.5389	712
398.6	CASTRONUÑO	41.3931	-5.2489	661
399.6	LA SECA	41.4033	-4.8992	745
400.5	MOJADOS	41.4231	-4.6614	732
401.4	SAN MIGUEL DEL ARROYO	41.4342	-4.4761	860
401.9	FRUMALES	41.3772	-4.1881	817
402.6	TEJARES	41.4364	-3.9067	1000
403.1	PRADALES	41.4531	-3.6994	1168
404.5	AYLLON	41.4167	-3.3822	983
405.5	NOGRALES	41.4111	-3.0000	1141
406.4	CALTOJAR	41.4161	-2.7761	968
407.6	FUENTELMONGE	41.4008	-2.2022	866
408.3	TORRIJO	41.4811	-1.8736	803
410.4	EL FRASNO	41.4092	-1.4967	725
411.4	LONGARES	41.4097	-1.1800	536
414.2	PEÑALBA	41.4667	0.0278	199
416.9	LA POBLA DE GRANADELLA	41.3392	0.7311	609
418.8	SANTES CREUS	41.3525	1.3617	303
422.6	PEREÑA	41.2633	-6.5261	680
424.5	ESCUADRO	41.2589	-6.0156	834
426.5	FUENTELAPEÑA	41.2700	-5.3856	744



M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
428.5	FUENTE OLMEDO	41.2411	-4.6592	826
429.9	LAVAJO	41.2050	-4.2922	832
430.1	CAÑADA	41.2967	-4.0828	882
431.9	CEREZUELO	41.2225	-3.5908	1025
432.4	RIOFRIO DE RIAZA	41.2478	-3.4644	1282
433.4	CAMPISABALOS	41.2697	-3.1439	1342
435.5	UTRILLA	41.2431	-2.2908	967
439.6	AZUARA	41.2697	-0.8772	620
441.2	ESCATRON	41.2775	-0.3278	166
442.5	CASPE	41.2419	-0.0711	200
443.7	FABARA	41.1858	0.1533	240
444.7	ASCO	41.1744	0.5631	104
446.4	ALCOVER	41.2486	1.1783	199
447.4	LA BISBAL DEL PENEDES	41.2611	1.4964	134
448.3	PRAT DE LLOBREGAT	41.2878	2.1044	2
449.5	BARRUECOPARDO	41.0783	-6.6781	672
450.5	VILLARGORDO	41.0828	-6.3211	773
451.5	LEDESMA	41.0831	-6.0289	753
452.5	CALZADA DE VALDUNCIEL	41.0869	-5.7239	798
453.5	EL PEDROSO DE LA ARMUÑA	41.0842	-5.4075	819
454.5	HORCAJO DE LAS TORRES	41.0750	-5.0583	809
454.9	VILLANUEVA DEL ACERAL	41.0478	-4.8547	835
455.6	ALDEANUEVA DEL CODONAL	41.0783	-4.5219	835
456.4	ERMITA DE PINAREJOS	41.0700	-4.4900	835

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
457.1	VILLOVELA DE PIRON	41.1131	-4.1169	870
458.2	ARCONES	41.1147	-3.7189	1155
459.4	MONTEJO DE LA SIERRA	41.0631	-3.5081	1192
460.5	HIENDELAENCINA	41.0944	-3.0000	1101
461.4	REBOLLOSA DE JADRAQUE	41.0781	-2.8411	1020
462.4	BENAMIRA	41.0939	-2.4267	1075
463.5	AMAYAS	41.0669	-1.9772	1236
464.5	CUBEL	41.0919	-1.6289	1082
465.5	NOMBREVILLA	41.1078	-1.3394	993
468.6	PUIG-MORENO	41.0972	-0.2908	351
469.4	ALCAÑIZ	41.0853	-0.1314	382
472.5	MONTROIG	41.0867	0.9378	187
473.4	SALOU	41.0994	1.1628	22
475.1	LUMBRALES	40.9592	-6.7892	636
476.9	BARRIZAS	40.8581	-6.2811	783
477.6	BARBADILLO	40.9292	-5.8814	802
478.5	CORTIJO DE SALVADORIQUEZ	40.9022	-5.7181	825
478.5	LAS INVIERNAS	40.9019	-2.6803	1068
479.8	TORDILLOS	40.8758	-5.3292	889
480.6	FONTIVEROS	40.9314	-4.9419	896
481.5	EL BOHODON	40.9061	-4.7231	886
483.4	PEROGORDO	40.9247	-4.1467	1000
484.8	BUSTARVIEJO	40.8536	-3.7286	1274
486.8	PADILLA DE HITA	40.8656	-2.9850	920
492.5	VILLANUEVA DEL REBOLLAR	40.8925	-1.0325	1114
493.2	OLIETE	40.9983	-0.6533	528

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
495.4	LA CODOÑERA	40.9422	-0.0856	479
496.5	HORTA DDE S. JUAN	40.9269	0.2911	462
497.5	PERELLO	40.9139	0.6700	224
500.5	CASTILLEJO MARTIN VIEJO	40.7481	-6.6456	762
501.5	CASTRAZ	40.7267	-6.3411	749
502.2	VILLALBA DE LOS LLANOS	40.8175	-6.0458	817
503.6	BELEÑA	40.7283	-5.6267	877
504.3	SALMORAL	40.7869	-5.2269	896
504.5	ALARAZ	40.7461	-5.3150	919
505.8	MUÑICO	40.7183	-5.0286	1082
506.4	MUÑOYERRO	40.7619	-4.8281	1066
507.4	BLASCOELES	40.7403	-4.4956	1187
507.6	EL ESPINAR	40.7503	-4.2289	1129
508.9	MANZANARES EL REAL	40.7167	-3.8606	890
509.5	GUADALIX DE LA SIERRA	40.7703	-3.6925	849
510.4	TALAMANCA DEL JARAMA	40.7497	-3.4906	684
510.6	FONTANAR	40.7297	-3.2108	744
511.6	BRIHUEGA	40.7636	-2.9078	1010
512.9	TRILLO	40.7139	-2.6075	793
515.1	PRADOS REDONDOS	40.7972	-1.8031	1126
516.3	RUBIELOS DE LA CERIDA	40.8064	-1.2467	1074
518.1	ESCUCHA	40.7789	-0.8328	1240
522.5	DELTA DE EBRO	40.7283	0.7028	2
525.4	FUENTES DE OÑORO	40.6028	-6.8189	779

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
527.8	S. MIGUEL DEL ROBLEDO	40.5303	-6.0419	1012
528.6	LA TALA	40.5858	-5.5439	897
529.2	NORIA	40.6417	-5.3989	1008
530.4	VILLANUEVA DEL CAMPILLO	40.5697	-5.1769	1439
531.4	NIHARRA	40.5919	-4.8519	1093
531.6	EL HERRADON	40.5753	-4.7289	1198
535.5	CAMARMA DE ESTERUELAS	40.5989	-3.3494	705
536.5	ROMANONES	40.5639	-3.0103	706
543.6	CAÑADA DE BENATANDUZ	40.5761	-0.5411	1456
544.6	CINCO TORRES	40.5933	-0.1861	763
545.9	AMROIG	40.5117	0.1217	458
546.6	ULLDECONA	40.5692	0.4297	126
550.3	EL BODON	40.4639	-6.6106	836
551.2	VEGAS DE DOMINGO REY	40.4544	-6.4100	742
552.6	COLMENAR DE MONTEMAYOR	40.4036	-5.9472	842
553.9	LA CARRERA	40.3492	-5.5661	1094
554.4	LA ALDEHUELA	40.4281	-5.4289	1268
555.1	NAVACEPEDILLA DE CORNEJA	40.4842	-5.1814	1266
556.5	NAVALUENGA	40.4292	-4.7011	791
557.4	CEBREROS	40.4228	-4.4436	605
558.4	NAVALAGAMELLA	40.4311	-4.2706	988
558.6	BOADILLA DEL MONTE	40.4189	-3.9122	694
560.4	MEJORADA DEL CAMPO	40.4144	-2.4764	745

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
561.4	PEZUELA DE LAS TORRES	40.4444	-3.1636	828
562.4	SAYATON	40.3944	-2.8378	671
563.4	CASTEJON	40.3975	-2.5131	750
564.1	FUERTEESCUSA	40.4769	-2.1794	1026
564.6	CUEVA DEL PINAR	40.4036	-1.8936	1518
566.5	CELLA	40.4208	-1.2950	1117
567.5	VILLALBA BAJA	40.4244	-1.0728	938
568.5	ALCALA DE LA SELVA	40.4056	-0.7125	1482
571.6	BENICARLO	40.4306	0.4089	31
573.2	PEÑAPARDA	40.3131	-6.6628	848
574.9	BRONCO	40.1869	-6.2819	393
576.7	CABEZUELA	40.1975	-5.8014	502
577.3	GREDOS (PLATAFORMA)	40.2781	-5.2322	1759
578.7	LA LEGUA	40.1906	-5.1119	641
579.5	LA ADRADA	40.2739	-4.6739	553
582.6	LA MARAÑOSA	40.2717	-3.6172	594
585.8	PEÑAHORA	40.1894	-2.6614	822
586.5	HONTURRON	40.2422	-2.3117	913
589.5	MONTES UNIVERSALES	40.2714	-1.3128	1303
591.4	MORA DE RUBIELOS	40.2439	-0.7619	1029
593.5	BENLLOC	40.2378	-0.0142	500
594.5	ALCOCEBER	40.2619	0.2431	74
596.1	MINA BAJA	40.1269	-6.8019	496
596.9	CALZADILLA	40.0469	-6.5361	336
597.6	VALDEOBISPO	40.0956	-6.2233	387
598.6	CASAS DEL CASTAÑAR	40.1089	-5.9300	501

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
599.2	MONASTERIO DE YUSTE	40.1131	-5.7400	653
600.5	PANTANO DE ROSARITO	40.0819	-5.3339	300
601.5	PARRILLAS (EL TRAMPAL)	40.0961	-5.0200	488
602.3	GARRIDO	40.1167	-4.6900	635
603.5	MAQUEDA	40.0889	-4.3739	523
604.4	ARCICOLLAR	40.0731	-4.1289	578
605.2	VALDEMORO	40.1650	-3.6514	601
605.7	NUMANCIA DE LA SAGRA	40.0558	-3.8464	524
606.5	COLMENAR DE OREJA	40.1078	-3.3550	764
607.1	FUENTIDUEÑA	40.1289	-3.1469	549
608.5	LORANCA DEL CAMPO	40.0839	-2.7219	912
609.5	VEREDA REAL	40.0669	-2.3286	1161
611.8	CAÑETE	40.0531	-1.6350	1070
612.5	VALLANCA	40.0631	-1.3319	984
613.9	LOS CEREZOS	40.0453	-0.8842	1096
614.5	S. AGUSTIN	40.0550	-0.7050	915
615.5	JUNCAR	40.0942	-0.3203	788
616.5	BORRIOL	40.0714	-0.0317	224
618.6	FORNELLS	40.0572	4.1319	6
618.7	FARO PUNTA NATI	40.0494	3.8225	31
620.9	ZARZA LA MAYOR	39.8842	-6.8600	291
621.5	PESCUEZA	39.9111	-6.6350	363
622.6	MALPARTIDA DE PLASENCIA	39.9061	-6.2253	423

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
623.4	VENTA DE PACO	39.9397	-6.0842	410
624.6	NAVALMORAL DE LA MATA	39.9089	-5.5447	280
625.9	CALERUELA	39.8781	-5.2531	381
627.5	CHORRILLO	39.9236	-4.7361	488
629.9	AHIN	39.8872	-3.9033	481
632.4	CORTIJO DE VALDEOLIVA	39.9244	-3.1508	789
637.5	LOS HUERTOS DE MOYA	39.9394	-1.3636	1006
644.6	POLLENSA	39.9147	3.1011	18
646.4	FARO DE ARTRUITX	39.9228	3.8231	7
647.2	FAVARITX	39.9981	4.2675	0
648.6	PIEDRAS ALBAS	39.7633	-6.9094	340
649.2	MOLINO	39.8106	-6.6686	228
650.4	VALDEOVEJA	39.7631	-6.4569	268
651.5	TORREJON DEL RUBIO	39.7617	-6.0083	330
652.5	ROMANGORDO	39.7519	-5.6950	359
653.5	PERALEDA DE SAN ROMAN	39.7508	-5.3939	502
654.5	ALDEANUEVA DE BARBARROYA	39.7606	-4.9703	468
655.5	STA. ANA DE PUSA	39.7669	-4.7119	577
656.2	LA PUEBLA DE MONTALBAN	39.8219	-4.3789	417
657.5	BURGUILLOS DE TOLEDO	39.7561	-3.9864	722
658.7	MORA DE TOLEDO	39.7019	-3.7531	717
659.5	LILLO	39.7319	-3.3269	688
660.6	VILLAMAYOR DE SANTIAGO	39.7569	-2.9347	775

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
661.6	MONTALBANEJO	39.7550	-2.5217	823
662.5	OLIVARES DE JUCAR	39.7639	-2.3519	911
663.2	MORTERO	39.8317	-2.0167	1108
664.7	PARACUELLOS	39.7208	-1.7989	953
665.4	NARBONETA	39.7361	-1.5022	755
666.5	CHELVA	39.7578	-1.0092	496
667.5	CASINOS	39.7203	-0.6950	333
669.4	CASA BLANCA	39.7464	-0.1806	1
670.5	SOLLER	39.7722	2.6750	274
671.4	LLOSETA	39.7250	2.8392	186
671.9	STA. MARIA DE LA SALUD	39.6800	3.0864	82
672.7	S. PEDRO	39.6992	3.2642	107
672.9	CAPDEPERA	39.6933	3.4197	75
673.2	PUNTA PRIMA	39.8181	4.2761	46
675.1	CEDILLO	39.6217	-7.4381	291
676.8	MEMBRIO	39.5308	-7.0483	344
677.1	BROZAS	39.6356	-6.8036	377
678.4	NTRA. SRA. DEL PRADO	39.5800	-6.5036	393
680.8	RAMIRA	39.5556	-5.6869	559
681.8	VENTA REAL	39.5269	-5.3656	687
682.2	RICOMALILLO	39.6347	-5.0042	571
683.5	ROBLEDO DEL BUEY	39.5689	-4.7011	787
685.3	ARISGOTAS	39.6228	-3.9389	784
687.5	VILLACAÑAS	39.5867	-3.3714	688
691.3	GABALDON	39.6289	-1.9353	927
695.5	PEDRALBA	39.5906	-0.7100	175



M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
697.9	PUERTO DE ANDRAITX	39.5383	2.4111	50
698.2	BUNYOLA	39.6667	2.6822	117
700.7	MANACOR	39.5497	3.2081	121
701.3	RIO ALBURREL	39.4742	-7.2081	346
702.6	HERRERUELA	39.4194	-6.8906	369
703.2	ALISEDA	39.4419	-6.6772	294
705.6	TRUJILLO	39.4294	-5.9156	406
707.3	ALIA	39.4550	-5.2094	586
707.4	BERZOCANA	39.4394	-5.4678	721
708.5	PUERTO DEL REY	39.4372	-5.0200	596
709.3	NAVAS DE ESTENA	39.4908	-4.5331	696
710.6	EL MOLINILLO	39.4072	-4.2442	672
712.4	URDA	39.4200	-3.7661	797
713.4	CAMUÑAS	39.4183	-3.4886	678
713.6	ALCAZAR DE S. JUAN	39.4083	-3.2031	676
714.6	ERMITA DE MANJAVACAS	39.4342	-2.8656	673
716.7	S. CLEMENTE	39.3611	-2.4850	704
717.4	SISANTE	39.4200	-2.1469	753
717.6	VILLANUEVA DE LA JARA	39.4364	-1.8583	804
719.5	VENTA DEL MORO	39.4450	-1.3619	684
720.4	CAMPO ARCIS	39.4497	-1.1367	625
721.1	CHIVA	39.4519	-0.7425	332
724.5	CAMPOS DEL PUERTO	39.4403	2.9914	49
725.5	PORTO COLON	39.4303	3.2733	11
727.4	DEHESA MAYORGA	39.2597	-7.1364	322
729.9	ALCUESCAR	39.1894	-6.2353	446

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
730.6	VILLA MESIAS	39.2425	-5.8783	373
732.7	CUBILAR	39.2161	-5.4503	323
734.9	SAN MARCOS	39.1911	-4.5414	539
736.6	RETAMAR	39.2350	-3.9225	664
739.4	TRIVIÑO	39.2467	-3.1058	650
745.4	COFRENTES	39.2294	-1.0858	437
748.6	FARO SALINAS	39.2650	3.0511	0
750.6	ARROYO ZANGALLON	39.1008	-6.9372	238
751.5	ROCA DE LA SIERRA	39.0867	-6.6806	236
752.8	S. CRISTOBAL	39.0558	-6.3719	298
754.4	LA MORRA	39.0997	-5.8372	264
754.6	ACEDERA	39.0733	-5.2375	407
756.4	CORCHITO	39.0658	-5.1672	472
757.5	PUEBLA DE DON RODRIGO	39.0672	-4.6731	629
758.5	LA BUTRERA	39.1050	-4.3767	651
760.6	DAIMIEL	39.0925	-3.5744	623
761.6	MANZANARES	39.0811	-3.2331	660
762.3	CASAS DE URRACA	39.1169	-2.8750	745
764.4	MUNUERA	39.0839	-2.5103	858
764.6	BARRAX	39.0661	-2.1928	760
765.2	LA GINETA	39.1333	-1.9992	695
766.4	ALBACETE	39.0822	-1.8339	682
767.4	CASAS DE JUAN NUÑEZ	39.1019	-1.5111	728
768.4	HOYAS DE ARONA	39.0831	-1.1569	735
769.5	BOLBAITE	39.0744	-0.6808	310
770.6	PLAYA DE TABERNES	39.0858	-0.2183	2
772.9	S. MIGUEL	39.0433	1.4336	146

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
773.7	CAN PEP	39.0272	1.5453	50
775.6	BADAJOS	38.9253	-6.9419	170
776.5	PUEBLO NUEVO GUADIANA	38.9394	-6.7178	203
778.7	GUAREÑA	38.8506	-6.1058	280
779.6	LA PORTUGALESA	38.9150	-5.5675	277
780.1	CAÑADA	38.9497	-5.5111	352
781.6	COLLADO DEL AZOREJO	38.9175	-4.9325	740
782.3	SACERUELA	38.9536	-4.6086	565
784.8	TORRECILLA	38.8828	-4.0178	591
785.4	LAGUNA	38.9228	-3.8158	634
787.5	ALHAMBRA	38.9081	-3.0533	801
789.5	LEZUZA	38.9267	-2.3894	976
791.5	ESPARTANA	38.8900	-1.6847	801
792.5	CANTALAR	38.8894	-1.3514	889
793.6	NAVALON	38.9172	-0.8800	776
795.1	BELLUS	38.9492	-0.4875	123
796.4	PLAYA DE OLIVA	38.9244	-0.0847	0
798.2	SAN ANTONIO ABAD	38.9889	1.3081	39
801.5	RIO OLIVENZA	38.7658	-7.0636	207
802.5	CORTE DE PELEAS	38.7247	-6.6786	239
803.6	ALANGE	38.7550	-6.1939	291
804.6	EL MORO	38.7731	-5.8722	341
806.5	LAGUNITAS	38.7647	-5.3044	524
807.5	GUADALMEZ	38.7411	-4.9872	379
808.5	ALMADENEJOS	38.7467	-4.6939	439
809.8	VIÑUELA	38.6950	-4.3331	762
810.5	ARGAMASILLA DE CALATRAVA	38.7447	-4.0497	673

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
811.5	GRANATULA DE CALATRAVA	38.7639	-3.7233	637
812.1	VALDEPEÑAS	38.7836	-3.4661	682
812.6	POZO DE LA SERNA	38.7700	-3.2350	780
813.6	VILLAHERMOSA	38.7575	-2.8819	951
815.4	ROBLEDO	38.7364	-2.4669	1047
815.6	CASAS DE LAZARO	38.7625	-2.2539	967
816.5	PEÑAS DE SAN PEDRO	38.7408	-2.0119	952
817.5	POZO CAÑADA	38.7814	-1.7167	821
819.4	TOBARRILLAS	38.7500	-1.1514	849
820.4	FONTANARES	38.7719	-0.8331	616
821.4	COCENTAINA	38.7619	-0.4450	452
822.4	CASTELL DE CASTELL	38.7519	-0.1769	421
823.4	JAVEA	38.7542	0.1503	44
826.9	CHELES	38.5189	-7.2681	204
827.6	SIERRA DE LA CRUZ	38.5806	-6.9144	412
828.6	SANTA MARTA	38.5967	-6.6247	367
830.3	LA OSA	38.6256	-5.8822	491
831.3	ZALAMEA DE LA SERENA	38.6200	-5.6281	531
832.1	VALLEHERMOSO	38.6150	-5.4081	475
835.5	SISONERAS	38.5989	-4.3528	720
836.5	MESTANZA	38.5661	-4.0439	708
837.2	TINAON	38.6339	-3.7253	654
839.5	VILLAMANRIQUE	38.5561	-3.0000	809
845.4	YECLA	38.6056	-1.1519	619
846.7	SAX	38.5269	-0.8428	518
847.5	RELLEU	38.5911	-0.3019	445
848.5	PLAYA DE ALBIR	38.5694	-0.0719	24

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
852.5	HIGUERA DE VARGAS	38.4283	-6.9811	355
853.6	BURGUILLOS DEL CERRO	38.3958	-6.6022	439
855.5	VALENCIA DE LAS TORRES	38.4086	-6.0056	525
857.5	VALSEQUILLO	38.4003	-5.3589	583
858.5	HINOJOSA DEL DUQUE	38.4381	-5.0186	509
859.5	BELLAONA	38.4261	-4.6819	624
860.5	FUENCALIENTE	38.4022	-4.3022	698
861.3	SOLANILLA DEL TAMARAL	38.4481	-3.9383	478
863.4	VENTA DE CARDENAS	38.4125	-3.4994	682
864.5	VENTA DEL AIRE	38.4006	-3.0106	757
865.1	GENOVE	38.4694	-2.7506	774
866.6	EMBALSE DE LA FUENSANTA	38.4131	-2.2242	708
868.6	CANCARIX	38.4306	-1.5439	489
869.5	JUMILLA	38.4125	-1.3883	409
870.4	CASAS DE IBAÑEZ	38.4019	-1.0939	631
871.6	S VICENTE DE RASPEIG	38.4306	-0.5531	214
871.7	NOVELDA	38.3858	-0.7844	289
874.3	OLIVA DE LA FRONTERA	38.2811	-6.9400	362
874.5	OLIVA DE LA FRONTERA	38.2344	-7.0514	281
875.2	JEREZ DE LOS CABALLEROS	38.2906	-6.7106	296
876.6	FUENTE DE CANTOS	38.2606	-6.2769	597
877.1	CAMPANERO	38.2972	-6.1006	592

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
878.6	LOS RUBIOS	38.2300	-5.5431	566
880.4	BELMEZ	38.2661	-5.1819	507
883.5	CORTIJO DE MINGORRAMOS	38.2319	-4.0603	707
884.6	LA CAROLINA	38.2628	-3.6028	537
886.5	SORIHUELA	38.2503	-3.0522	586
887.4	MORENO	38.2633	-2.8383	786
889.3	MORATALLA	38.2958	-1.8739	638
890.5	CALASPARRA	38.2556	-1.6794	297
891.1	LA HIGUERA	38.3169	-1.4861	287
892.7	ABANILLA	38.2003	-1.0575	158
893.4	CREVILLENTE	38.2128	-0.8350	50
895.3	ENCINA SOLA	38.1292	-6.8753	371
897.4	CABEZA LA VACA	38.0903	-6.4389	696
898.4	PUEBLA DEL MAESTRE	38.0956	-6.0992	595
899.5	ALANIS	38.0625	-5.6481	550
900.4	EL CABRIL	38.0772	-5.4158	412
901.5	VILLAVICIOSA DE CORDOBA	38.0783	-5.0275	755
902.9	ADAMUZ	38.0233	-4.5261	226
904.7	MARMOLEJO	38.0469	-4.1581	248
905.4	LA ESPERANZA CUBANA	38.0717	-3.8531	250
906.6	CABEZAS ALTAS	38.0744	-3.1881	624
906.7	IBROS	38.0325	-3.4994	624
908.4	BUJARAIZA	38.0669	-2.7239	1646
909.7	NABLANCA	38.0117	-2.4772	1507
910.8	BARRANDA	38.0361	-2.0053	912
911.4	CEHEGIN	38.0719	-1.7611	589

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
912.5	SIERRA DE LA MUELA	38.0861	-1.3539	234
913.5	LAS PEÑICAS	38.0603	-1.0869	67
914.4	BENEJUZAR	38.0944	-0.8278	11
915.3	ROSAL DE LA FRONTERA	37.9481	-7.2203	171
916.3	AROCHE	37.9478	-6.9089	336
917.5	GALAORZA	37.9281	-6.6675	666
917.9	ARACENA	37.8786	-6.5336	639
919.1	EL REAL DE LA JARA	37.9467	-6.1642	450
920.1	CAZALLA DE LA SIERRA	37.9647	-5.7603	667
922.4	POSADAS	37.9217	-5.1033	500
923.2	ALCOLEA	37.9553	-4.6311	107
924.6	LOPERA	37.9314	-4.2069	246
926.9	JIMENA	37.8408	-3.5283	627
929.6	CORTIJO DE LA MEMORIA	37.9214	-2.6183	1183
930.8	CORTIJOS NUEVOS	37.8578	-2.3442	1065
933.9	ALHAMA DE MURCIA	37.8925	-1.2872	123
934.2	LOS PINOS	37.9739	-0.9686	127
935.5	TORREVIEJA	37.9203	-0.7344	29
936.5	PAY MOGO	37.7353	-7.3364	157
937.4	CHARCALINO	37.7508	-7.0581	235
938.5	CARRIL DEL GUIJARRO	37.7294	-6.6997	175
939.5	VALDEFLORES	37.7478	-6.3664	392
940.5	JABATA	37.7481	-6.0361	371
941.6	MARMOL	37.7503	-5.6172	383
942.6	CESPEDES	37.7542	-5.2481	78

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
943.9	ALDEAQUINTANA	37.7031	-4.8650	253
944.9	ESPEJO	37.6864	-4.5386	338
946.4	SANTIAGO DE CALATRAVA	37.7578	-4.1775	417
948.2	BEDMAR	37.8106	-3.4133	614
949.9	POZO ALCON	37.6781	-2.9272	893
951.7	ORCE	37.7186	-2.4719	991
952.7	VELEZ BLANCO	37.7067	-2.0978	1050
954.5	VENTA DE J.SANTOS	37.7444	-1.3744	187
955.4	BALSA PINTADA	37.7489	-1.1031	120
956.4	LOS NAREJOS	37.7617	-0.8408	9
958.6	PUEBLA DE GUZMAN	37.6203	-7.2422	182
960.4	SIERPES	37.5869	-6.8069	213
961.6	AZNAL COLLAR	37.5747	-6.2839	239
962.4	LAS PAJANOSAS	37.5725	-6.0756	84
964.4	LA CAMPANA	37.5750	-5.4097	130
967.5	BAENA	37.6106	-4.3178	408
975.7	PUERTO LUMBRERAS	37.5369	-1.8058	443
976.6	MAZARRON	37.5806	-1.2678	62
978.2	CABO DE PALOS	37.6281	-0.7275	10
980.8	VILLABLANCA	37.3358	-7.3439	109
981.5	VENTA DEL CANO	37.4158	-7.0250	79
982.8	NIEBLA	37.3714	-6.6644	28
983.5	ESCACENA	37.4133	-6.3808	115
985.5	ALCAUDETE	37.4106	-5.7011	146
986.5	FUENTES DE ANDALUCIA	37.4383	-5.3244	133
987.5	EL RUBIO	37.4200	-5.0206	169
988.5	PUENTE GENIL	37.4164	-4.6828	285



M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
989.3	CARCABUEY	37.4631	-4.2731	537
990.5	ALMEDINILLA	37.4397	-4.0531	692
991.6	IZNALLOZ	37.4025	-3.5328	822
992.5	MOREDA	37.4283	-3.3294	1087
993.8	GOR	37.3814	-2.9983	1256
994.5	CANILES	37.4272	-2.7133	935
995.8	PURCHENA	37.3492	-2.3706	644
996.6	HUERCAL OVERA	37.4078	-1.9219	297
997.6	AGUILAS	37.4358	-1.6228	117
998.8	ISLA DE LA CANELA	37.1911	-7.3858	2
999.5	LA BOTA	37.2061	-7.0281	12
1000.6	ALMONTE	37.2433	-6.5447	57
1002.7	PUEBLA DEL REY	37.2081	-6.1239	3
1003.5	GUADAIRA	37.2722	-5.6911	55
1005.2	OSUNA	37.2842	-5.0106	232
1006.5	LOS CHACONES	37.2464	-4.6894	418
1008.7	LOJA	37.1817	-4.1169	628
1013.6	BACARES	37.2639	-2.4642	1341
1015.4	PALOMARES	37.2658	-1.8147	26
1017.5	ABALARIO	37.1067	-6.7022	64
1019.5	LOS PALACIOS	37.1014	-6.0208	2
1020.6	EL CORONIL	37.0914	-5.6142	137
1022.7	VILLANUEVA DE S. JUAN	37.0550	-5.1850	411
1023.6	VENTA DEL RIO	37.0797	-4.5208	458
1024.6	JUANELA	37.0850	-4.2372	814
1025.2	SALAR	37.1386	-4.0442	734
1026.4	VENTAS DE HUELMA	37.0708	-3.8111	844

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
1027.2	CAÑADILLAS	37.1161	-3.4203	2169
1029.1	ABLA	37.1392	-2.7700	870
1030.5	TABERNAS	37.0694	-2.3706	450
1031.1	RIO DE AGUAS	37.0944	-2.1064	327
1031.9	CARBONERAS	37.0164	-1.8075	0
1033.8	MONTE ALGAIDA	36.8700	-6.2944	3
1034.5	LEBRIJA	36.9369	-6.0400	16
1036.7	ALGODONALES	36.8806	-5.4256	431
1039.5	CASA BERMEJA	36.9025	-4.3931	534
1040.3	ALAMBIQUE	36.9767	-3.9636	980
1041.5	LOS ALACRANES	36.9278	-3.7250	1333
1042.4	ORJIVA	36.9133	-3.4300	668
1044.6	ENIX	36.9081	-2.6086	980
1046.5	FERNAN PEREZ	36.9008	-2.0494	240
1047.4	MONTIJO	36.7600	-6.4053	5
1048.5	LA JARA	36.7450	-6.0044	43
1049.5	CRA. ARCOS AL BOSQUE	36.7486	-5.6403	171
1050.5	GRAZALEMA	36.7689	-5.3550	838
1051.2	FUENTE DEL ESPINO	36.7783	-5.0700	940
1051.6	ALZAINA	36.7472	-4.8831	903
1052.6	PIZARRA	36.7447	-4.5717	72
1054.5	MEZQUITILLA	36.7467	-4.0336	41
1055.5	LA HERRADURA	36.7386	-3.7386	58
1056.5	CASTILLO DE BAÑOS	36.7472	-3.3106	84
1057.5	FUENTE SANTILLA	36.7550	-2.9842	20
1058.8	CERRILLO	36.6986	-2.6578	2

M.T.N.	Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
1060.4	SAN JOSE	36.7697	-2.1075	18
1061.2	ROTA	36.6450	-6.3253	11
1062.5	MEDINA	36.6022	-6.0378	68
1064.3	JIMENA DE LIBAR	36.6369	-5.4183	480
1065.9	EL ANGEL	36.5125	-4.9519	15
1066.6	PUERTO VIEJO	36.6022	-4.5603	196
1069.5	MEDINA SIDONIA	36.4486	-6.0272	58
1070.5	ALCALA DE GAZULES	36.4111	-5.6903	34
1071.1	JIMENA DE LA FRONTERA	36.4444	-5.5233	470
1072.2	PUENTE GUADALMANSA	36.4533	-5.0553	5
1073.6	VEJER DE LA FRONTERA	36.2633	-5.9481	10
1075.4	RIO GUADARRANQUE	36.2400	-5.4983	219
1077.2	FACINAS	36.1550	-5.6789	34
1077.9	PLAYA TARIFA	36.0411	-5.5594	184

### Estaciones de mapa en Portugal

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
ARRAZIS	42.0650	-8.1650	1158
SENHORA DA GRAÇA	42.0633	-8.3600	268
MONTE DA CROTA	42.0367	-8.5433	137
MONTE DO FORTE	41.9283	-8.6700	374
LAMEIRA	41.9233	-6.6867	848
COROA	41.9133	-7.0017	1241
ARRASCA	41.9100	-7.1483	894

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
ALVITE	41.9033	-8.3417	682
CURRO DE AGOSTO	41.9000	-8.4850	561
GORITO	41.8983	-8.8067	90
CARBA	41.8967	-6.8117	1003
LINDOSO	41.8650	-8.1983	462
SAPIÃO ANTIGO	41.7817	-7.6617	932
ESCULCA	41.7633	-7.1850	694
FACHO	41.7617	-6.6050	780
CASTELO DA ERMIDA	41.7600	-8.5333	426
BUTES	41.7567	-7.8467	923
BARREIRAS	41.7550	-6.9867	888
S. CRISTÓVÃO 2º	41.7517	-8.6500	49
OUTEIRO	41.7400	-7.3450	786
LAMAS	41.7367	-8.1767	906
PINHEIROS	41.7350	-7.5017	462
BARRETE	41.7333	-8.3733	692
SAN BENTO	41.7300	-7.9767	814
MANDREIRAS	41.7300	-6.8300	1001
VIANA DO CASTELO (SECULAR)	41.7233	-8.8233	258
TELÉGRAFO	41.5950	-7.6550	891
EGUAS 2º	41.5900	-8.2000	521
ATALAIA	41.5867	-6.5217	739
EIRAS VELHAS	41.5850	-8.3450	473
CRUTO	41.5833	-8.5050	54
OUTEIRÃO	41.5833	-8.0133	887
MARRAL	41.5817	-6.3000	781
PEDRA BELA	41.5800	-7.1833	321
ANTAS	41.5767	-7.8667	983

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
CALVÁRIO	41.5717	-6.8867	643
ESPINHO	41.5700	-7.3583	451
CABECINHO 1°	41.5700	-7.0050	768
PENEDO DO LADRÃO	41.5633	-8.6817	362
PADRELA	41.5617	-7.5167	1144
ESCAGALHA	41.5500	-6.7100	587
BARATA	41.5367	-6.2717	759
MIRANDA DO DOURO (SECULAR)	41.5133	-6.2717	726
ROLÃO	41.4233	-7.5083	751
POMBEIRO	41.4217	-8.3167	265
CASSARILHE	41.4183	-8.0250	602
BOUCA DO RÍO	41.4133	-7.6867	711
S. JOÃO 1°	41.4117	-8.5500	209
CUBO 1°	41.4117	-7.1867	525
JOÃO MARTIN	41.4100	-7.3517	443
QUEIMADA	41.4100	-6.3500	690
S. SALVADOR 1°	41.4083	-8.1800	451
PEINADA	41.4083	-6.5300	701
REGOCHO	41.4067	-6.8450	555
PICOTO 1°	41.4050	-8.7033	80
COLMEAIS	41.4050	-7.0217	773
ARA	41.4033	-7.8417	891
CONCIEIRO	41.2817	-7.1850	710
RAÍNHA 1°	41.2650	-8.3317	370
LADEIRAS	41.2567	-7.7033	607
AMANHADOURO	41.2533	-8.0067	421
QUINTA DA ABELHEIRA	41.2500	-7.5183	568
ATAIDE	41.2483	-8.1783	188

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
REBOROSA	41.2483	-7.3450	808
CABEÇO	41.2467	-7.8483	778
MARINHA	41.2450	-6.7433	686
PEDRAS RUBRAS	41.2433	-8.6783	59
ESPECIARIAS	41.2417	-7.0383	525
MILHEIRÓS	41.2250	-8.5750	122
MALHA	41.2233	-6.8850	580
CAVALINHO	41.2133	-7.0050	509
SEIXAS	41.1100	-7.3833	624
URZAL	41.0967	-6.8483	641
LAMEGO (SECULAR)	41.0833	-7.8033	592
CABEÇO DO LEMOS	41.0833	-7.2000	702
SECULCA	41.0700	-7.9800	844
POÍO	41.0700	-7.0267	710
SENHOR DA PEDRA	41.0683	-8.6583	0
ARNELAS	41.0667	-8.5200	154
PARADELA	41.0650	-7.5317	860
BONECA	41.0633	-8.3450	488
CASTELO 1º	41.0633	-8.1950	571
MONTE GORDO	40.9400	-7.5133	674
TRAVESSA	40.9367	-7.8550	918
PORTELAS	40.9333	-7.0150	639
S. SIMÃO	40.9317	-8.0033	882
FRÁGUA NEGRA	40.9300	-7.1933	493
BARROSAIS	40.9117	-7.3733	829
LAGOA	40.9067	-7.6667	882
VISO	40.9050	-8.2100	638
ALMENARA	40.8967	-6.8800	631

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
MORTEIRA	40.8933	-8.5850	84
COVA DO CAPEDEÍRO	40.7817	-8.6917	2
SENHORA DA AGONÍA	40.7617	-7.6817	647
OUTEIRAL	40.7600	-8.2017	427
JANELA	40.7600	-7.4950	773
BARREIROS 1°	40.7550	-7.8433	448
QUEIRÓ	40.7533	-8.0117	486
TERNOS	40.7500	-8.5283	73
BARROUCAL 2°	40.7500	-7.1733	653
GAMELAS	40.7433	-7.0133	692
MONTARIA	40.7333	-7.8533	557
FIAIS	40.7250	-7.3700	748
S. CORNÉLIO	40.5933	-7.3883	864
CASTANHEIRA	40.5900	-8.3500	379
OUTEIROS	40.5883	-7.7117	629
FERRADURAS	40.5867	-8.0450	430
MOURO	40.5867	-7.1633	859
CABEÇO ALTO	40.5817	-7.5167	450
PINOUCAS	40.5800	-8.1750	1009
PÍA SUJA	40.5667	-7.0100	811
S. SALVADOR	40.5633	-7.8533	443
PIEIDADE	40.5567	-8.4967	38
FORMIGA	40.4367	-8.0183	278
FRAGA DA BATALHA	40.4267	-7.5250	1247
LANCHAL	40.4267	-7.3633	987
LOMBA	40.4250	-6.8617	844
MEIO DAS DUNAS	40.4200	-8.7933	18
PARCEIROS	40.4200	-7.8000	450

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
PICOTO 3°	40.4200	-7.1633	793
PRECES	40.4167	-7.0317	751
SERRA DA ESPINHEIRA	40.4133	-7.6733	982
CHOROSAS	40.4100	-8.6367	71
INFESTA 1°	40.4100	-8.4667	37
FORCA 1°	40.4100	-8.1483	254
NINHO DE ÁGUIA	40.4067	-8.3533	264
MENDACHA	40.2767	-7.8767	696
CUMEADA	40.2750	-8.1700	261
AVELEIRA	40.2583	-8.3333	477
PENETRA	40.2550	-8.5233	81
BULDE	40.2550	-7.7133	941
PEDRAS BRANCAS	40.2467	-7.5400	870
CABEÇAO	40.2433	-7.1950	625
MARCO	40.2350	-8.0017	386
PEREIRO	40.2333	-7.3667	639
CAVALINHA	40.2000	-8.6667	95
VELA	40.1883	-8.8983	192
CABEÇO ALTO	40.0900	-7.6917	838
DONGALINHO	40.0900	-7.1833	475
LOUZA	40.0883	-8.1783	1174
COUCE	40.0833	-8.5450	136
RIJA	40.0833	-7.3267	384
CARVALHOS	40.0800	-8.0100	716
GUARDUNHA	40.0783	-7.5233	1163
ALAGOAS 1ª	40.0750	-7.0067	646
PICOTO	40.0700	-7.8517	868
SANTA CRUZ	40.0633	-8.6833	119



Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
LAGOA DOS LINHOS	40.0200	-8.8700	42
VALE DO COUCE	39.9317	-7.8683	579
JOÃO NUNES	39.9267	-7.1767	348
CAVADINHA	39.9250	-8.6883	138
VALE DO LOBO	39.9250	-7.3817	383
PALHEIRÃO	39.9217	-7.6600	300
LOMBA GORDA	39.9100	-8.5083	306
COVA DA MOURA	39.9100	-8.3583	244
MÓ 2°	39.9067	-8.1733	392
CANXOS DE BEJA	39.9067	-7.5017	348
CAVA	39.9033	-8.0100	821
BEIJOUCA	39.8983	-8.7867	138
PRAIA DA VIEIRA	39.8650	-8.9733	12
REAL	39.7767	-8.3250	341
SOBRAL	39.7650	-8.2033	262
CEGONHAS 1°	39.7633	-7.1783	261
VAREDA	39.7600	-7.6750	244
SANCADA	39.7600	-7.3350	358
RIPANSO	39.7567	-7.8333	405
VERGÃO	39.7483	-7.9950	574
PICOTO	39.7467	-8.6333	302
AGUDA ALTA	39.7450	-8.4983	135
CURRAL	39.7450	-7.5317	268
CABEÇO ALTO	39.7333	-7.0383	369
PATAIAS	39.6850	-9.0017	120
LADEIRAS	39.6267	-8.3333	259
PENEDO GORDO	39.6117	-8.5417	234
S. MAMEDE	39.6033	-8.7000	461

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
SANTA CLARA	39.6017	-8.1633	358
VENDA NOVA	39.5917	-7.8800	338
CABEÇO DE ÁGUIA	39.5850	-7.6600	241
POBREZA	39.5800	-7.4950	264
VALE DE MAÇÃO	39.5733	-7.9983	346
BÁRRIO	39.5667	-9.0200	144
BEMPOSTA	39.5600	-8.3733	56
S. GONÇALO	39.4433	-8.3467	134
LAMPREIA	39.4400	-8.0150	189
CALDAS DA RAINHA (SECULAR)	39.4250	-9.1683	61
EIRA PEDRINHA	39.4217	-8.6717	117
GÁFETE	39.4217	-7.6817	297
LAVRADORES	39.4217	-7.5050	406
AMIEIRA	39.4200	-8.2033	143
BAIRRO	39.4183	-8.8417	161
AREIAS	39.4167	-7.3367	516
RIBEIRA DA VENDA	39.4100	-7.8200	265
BERLANGA	39.4083	-9.5150	0
RODRIGO	39.4083	-8.5567	101
RAMALHOSA	39.4050	-9.0133	169
BALEAL	39.3767	-9.3400	0
CABEÇA GORDA	39.2800	-9.3233	80
FEIRÍA	39.2650	-8.8067	36
CADOIÇOS	39.2650	-8.1633	200
JOSÉ MORTO	39.2617	-8.6733	59
CAVEIRA	39.2600	-9.1933	94
AGUAS VIVAS	39.2550	-8.5150	128
MURTAL 1°	39.2550	-7.6667	242

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
VALE DE FIGUEIRA	39.2533	-9.0050	164
MENDONÇA	39.2533	-7.5250	317
CORTIÇO	39.2500	-7.8317	207
PICO	39.2417	-7.3350	517
BOA VISTA 2°	39.2367	-8.3283	168
ERVIDEIRA	39.2317	-7.9983	166
AVIZ (SECULAR)	39.1050	-7.8717	148
PERINEUS	39.0983	-7.0500	220
PEDREIRA DA SANTA	39.0967	-9.0133	252
POUSA FOLES	39.0950	-8.3483	157
VAIAMONTE	39.0917	-7.5250	352
BARRAMBAU	39.0900	-7.1867	303
GRANHO	39.0867	-8.6650	45
BARRIGUDO	39.0833	-9.2033	180
VICENTINHOS	39.0817	-8.5000	106
BICAS	39.0817	-8.0217	173
PAREDES VELHAS	39.0800	-8.8700	91
SANCHO	39.0800	-7.6817	230
BELMONTE	39.0767	-9.3800	48
SERRA	39.0617	-8.1833	163
ERICEIRA	38.9583	-9.4167	0
SÍNAIS	38.9350	-9.0433	284
ALMAGRE	38.9233	-7.5217	286
ARRANHÓ	38.9217	-9.1683	215
ASNO	38.9167	-8.6667	72
CABEÇA VELHA	38.9133	-8.0250	182
D. JOÃO	38.9050	-7.8317	204
AMOREIRA	38.9033	-8.8300	12

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
MALEFA	38.9017	-7.1733	369
VINHA	38.8983	-8.1683	145
PEREIRO	38.8967	-8.5183	76
VALE DE MULHERES	38.8967	-8.3783	110
LISBOA	38.7800	-9.1367	111
RÍO DE MOÍNHOS	38.7700	-7.5150	329
ESCOLA	38.7683	-8.8300	27
CAMARINHAS	38.7550	-8.5250	100
CARAMELO	38.7550	-7.6750	490
TAIPADAS	38.7500	-8.6933	69
TERRA FRÍA	38.7483	-8.1667	241
GUARDALIM	38.7467	-8.3483	153
FREIRAS	38.7467	-7.3383	249
MORRAÇA	38.7383	-8.9983	1
GUINCHO	38.7300	-9.4683	30
TOIRAIS	38.6367	-8.1550	278
AREIAS GORDAS	38.6117	-8.8283	38
ALMOXARIFE	38.5967	-8.6850	45
CÂMERAS	38.5883	-7.8267	263
ALCOROSVISGUINHA	38.5883	-7.5783	239
CURRAL DA OBRA	38.5800	-7.9850	274
MARCO FURADO	38.5767	-9.0250	53
PINHEIRO	38.5733	-8.5167	79
MORGANHOS	38.5650	-8.3617	201
CABO DA MALHA	38.5633	-9.1850	87
ABADEL	38.5233	-7.3183	174
MARCO	38.4533	-7.9150	242
FOZ	38.4467	-9.1983	67

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
PÍNCARO	38.4467	-9.0467	284
MALHA DA COSTA	38.4300	-8.8250	10
HERDADES	38.4300	-8.2033	191
TOJAL	38.4250	-7.5017	180
ATALAIA DAS FERRARIAS	38.4233	-7.3200	180
ABUL	38.4217	-8.6667	4
VALE DA BICA	38.4150	-8.5200	61
COVAS	38.3900	-8.3483	96
FERREIRA 1°	38.3200	-8.3933	99
S. VICENTE DE VIANA	38.3200	-8.0033	350
MAGANOS	38.2650	-7.3500	187
MALHAO	38.2633	-7.8617	269
PEDRÓGÃO	38.2617	-8.5583	131
PORTO DO CARRO	38.2567	-8.3650	37
OURO	38.2567	-8.1067	162
PINHEIRO DA CRUZ	38.2517	-8.7300	74
CABEÇA	38.2483	-7.1817	257
MONCARXA	38.2450	-7.5150	191
SERRA DAS VACAS	38.1050	-7.0400	304
BOA VISTA	38.1000	-7.9550	219
MANTANA	38.1000	-7.5183	174
CASA NOVA	38.0967	-8.4883	183
PENEDRAO	38.0883	-8.3550	81
AMARELAS	38.0883	-8.1983	82
MONTE VELHO	38.0850	-8.7950	34
MONTE BRANCO 2°	38.0817	-7.6700	120

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
CONDES	38.0783	-7.2067	224
POCILGOS	38.0717	-7.3750	250
CASAROES	38.0667	-8.6767	240
ESPINHAÇO DO ASNO	37.9883	-7.3050	293
OUTEIRO	37.9867	-8.8400	38
A DA VELHA	37.9767	-8.7267	144
VALE D'EGUAS	37.9350	-7.5133	224
CALÇO	37.9283	-8.4950	94
CAL GORDA	37.9200	-8.0550	156
CABEÇA RUIVA 2º	37.9150	-8.1733	112
CONDEÇO	37.9133	-7.6633	134
CAVEIRO 2ª	37.9100	-8.3183	92
PANEIRO	37.9050	-8.6867	203
CLEMENTE	37.9050	-7.3667	233
MORGAVEL	37.8933	-8.7717	54
BEJA (SECULAR)	37.8783	-7.8633	176
CASTELO DE LADROES	37.7733	-8.5383	152
PEREIRO	37.7700	-7.5250	217
HERA	37.7550	-8.6750	298
MONTE NOVO	37.7483	-8.0033	187
POUSADAS	37.7433	-8.7833	52
MASTEVENS	37.7367	-7.7083	181
VINHAS	37.7350	-8.3783	170
TOSQUIADO	37.7350	-8.1917	218
SERRAO	37.7283	-7.8583	193
MEDO AMARELO	37.6150	-8.8017	74

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
VALE DE REGUEIRAS	37.6000	-8.5050	209
LANÇADOIROIS	37.5883	-8.0117	288
HERDADE	37.5883	-7.8283	204
VACAS	37.5800	-8.3317	200
ACHADA DA MINA	37.5800	-7.5467	163
TOJO	37.5733	-8.1600	264
CARREGOUSSAL	37.5617	-8.6683	118
ALCARIA ALTA	37.4400	-7.6833	274
BRENHA	37.4233	-8.3517	334
SENTINELA 1°	37.4217	-7.5050	211
CASAS NOVAS	37.4183	-8.6833	271
MARCO BRANCO	37.4167	-7.8400	313
VELHA MESTRE	37.4117	-8.0100	382
ESTEVEIRA 1°	37.4000	-8.8083	59
ROSAL DO CENTEIO	37.3950	-8.5067	210
CRUZ DE BURACO	37.3950	-8.1683	427
MALHANITO	37.2733	-7.8517	507
NEGROS	37.2600	-7.0467	44
CABEÇO D'EGUA	37.2550	-7.6617	336
FIGUEIRA BRAVA	37.2467	-7.7150	490
GRALHEIRA	37.2467	-7.3233	49
ENHO	37.2450	-7.5150	135
ATALAIA	37.2417	-7.1850	5
PASSAREIRO	37.2400	-7.4933	79
MALHADAS	37.2300	-7.8550	433
SILVES	37.2100	-7.3933	0
CARRAPATEIRA	37.1750	-7.8900	302

Estación	Latitud ( ° )	Longitud ( ° )	Altitud (m)
BAROES	37.1233	-8.7767	53
PORTIMAO (SECULAR)	37.1233	-8.5667	40
ALPORCHINAS	37.1033	-8.3833	60
ROJA-PÉ	37.0983	-8.1817	47
CALHAU	37.0967	-7.7317	27
ATALAIA	37.0867	-8.7167	96
LOBO	37.0833	-7.8600	95
S. LOURENÇO	37.0767	-8.0083	38
ATALAIA 2°	37.0633	-8.8467	59
GARGANTA	37.0117	-7.9033	0





Edita y comercializa

© Centro Nacional de Información Geográfica  
C/ General Ibáñez de Ibero, 3. 28003 Madrid  
Tel.: +34 91 597 94 53  
email: consulta@cnig.es

© Dirección General del Instituto Geográfico Nacional  
Impreso en los Talleres de la Dirección General  
del Instituto Geográfico Nacional

Catálogo general de publicaciones oficiales  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

NIPO: 798-23-041-X  
NIPO digital: 798-23-042-5  
ISBN: 978-84-416-7648-0  
Depósito Legal: M-33801-2023

