



Latitud y longitud de los puntos extremos de España y altitudes máximas. *Anuario Estadístico de España. INE.*

LOS EXTREMOS DE ESPAÑA Y ALTITUDES MÁXIMAS

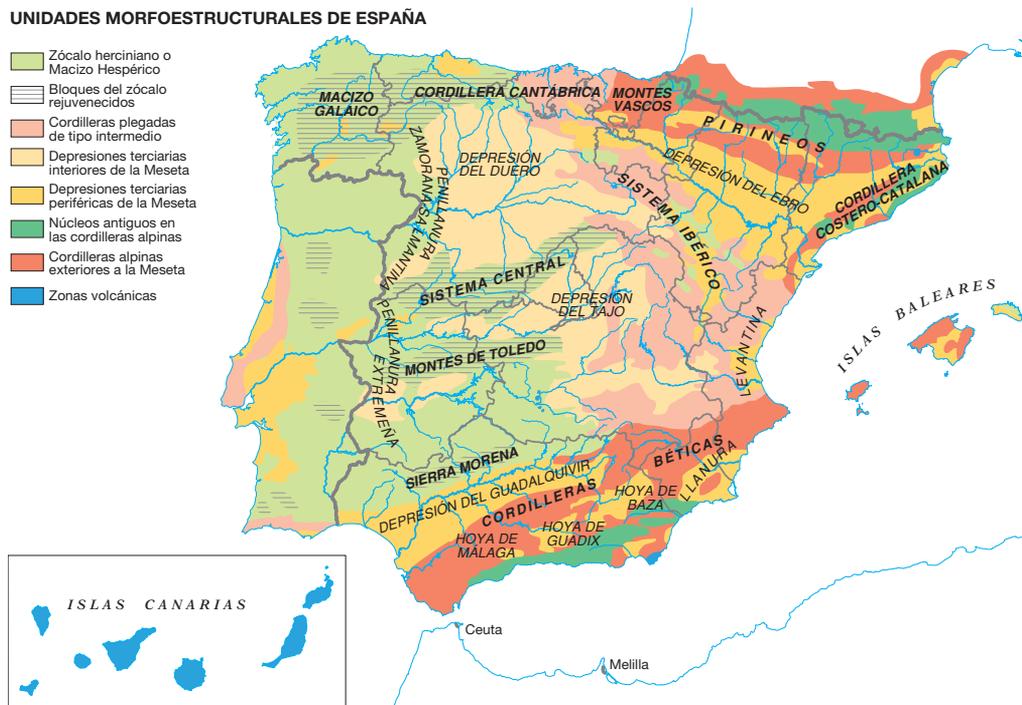
• Extremo septentrional	Punta da Estaca de Bares (A Coruña)	43° 47' 38" N
• Extremo meridional	Punta Marroquí, Isleta de Tarifa (Cádiz)	36° 00' 08" N
• Extremo oriental	Cap de Creus (Girona)	3° 19' 20" E Greenwich
• Extremo occidental	Cabo Touriñán (A Coruña)	9° 17' 50" W Greenwich
• Pico de Mulhacén	Sierra Nevada (Granada)	3 478 m sobre el nivel del mar
• Extremo septentrional	I. de Santija o des Porros	40° 05' 46" N
• Extremo meridional	Cap de Barbaria (I. Formentera)	38° 38' 32" N
• Extremo oriental	Punta de s'Esperó (I. Menorca)	4° 19' 46" E Greenwich
• Extremo occidental	Isla Bleda Plana	1° 09' 37" E Greenwich
• Puig Major	(I. Mallorca)	1 445 m sobre el nivel del mar
• Extremo septentrional	Punta Mosegos (I. de Alegranza)	29° 24' 40" N
• Extremo meridional	Punta de los Saltos (I. de El Hierro)	27° 38' 16" N
• Extremo oriental	La Baja (junto a Roque del Este)	13° 19' 54" W Greenwich
• Extremo occidental	Roque del Guincho (I. de El Hierro)	18° 09' 38" W Greenwich
• Teide	(I. Tenerife)	3 718 m sobre el nivel del mar
• Extremo septentrional	Ceuta	35° 55' 10" N
• Extremo meridional	Peñón de Vélez de la Gomera	35° 10' 15" N
• Extremo oriental	Punta Buticlán, I. del Rey (I. Chafarinas)	2° 24' 57" W Greenwich
• Extremo occidental	Ceuta	5° 22' 50" W Greenwich
	Ceuta	345 m sobre el nivel del mar



Mapa de las principales unidades morfoestructurales de España

UNIDADES MORFOESTRUCTURALES DE ESPAÑA

- Zócalo herciniano o Macizo Hespérico
- Bloques del zócalo rejuvenecidos
- Cordilleras plegadas de tipo intermedio
- Depresiones terciarias interiores de la Meseta
- Depresiones terciarias periféricas de la Meseta
- Núcleos antiguos en las cordilleras alpinas
- Cordilleras alpinas exteriores a la Meseta
- Zonas volcánicas





Cuadro con las eras geológicas

Era	Período	(m.a.)*	Orogénesis
Arcaica o Precámbrico		4 000-600	
Primaria o Paleozoico	Cámbrico	600-500	CALEDONIANA
	Ordovícico	500-440	
	Silúrico	440-400	HERCINIANA
	Devónico	400-350	
	Carbonífero	350-270	
	Pérmico	270-230	
Secundaria o Mesozoico	Triásico	230-180	ALPINA
	Jurásico	180-130	
	Cretácico	130-70	
Terciaria o Cenozoico	Paleoceno	70-60	
	Eoceno	60-40	
	Oligoceno	40-25	
	Mioceno	25-10	
	Plioceno	10-1,8	
Cuaternaria	Pleistoceno	1,8-0,01	
	Holoceno	0,01	

* Millones de años



Cuadro sinóptico de los sistemas montañosos españoles. Anuario Estadístico de España. INE.

		Principales altitudes	
Sistema	Longitud total (km)	Denominación	Metros
Macizo Galaico	325	Cabeza de Manzaneda (Serra de Queixa)	1 778
		Seixo (Serra de Queixa)	1 707
		San Mamede	1 618
		Piapáxaro (Serra do Courel)	1 601
Montes de León	150	Telero	2 188
		Silla de la Yegua	2 135
		Peña Negra	2 124
		Peña Trevinca	2 095
Cordillera Cantábrica	450	Torre Cerredo (Picos de Europa)	2 648
		Torre del Llambrión (Picos de Europa)	2 642
		Peña Vieja (Picos de Europa)	2 613
		Peña Santa de Castilla (Picos de Europa)	2 589
		Peña Prieta	2 536
		Curavacas	2 520
		Naranco de Bulnes o Pico Urriello (P. de Europa)	2 519
		Valnera	1 707
Aitzkorri (Montes Vascos)	1 544		
Pirineos	440	Aneto	3 404
		Posets o Llardana	3 375
		Monte Perdido	3 355
		Cilindro de Marboré	3 328
		Pico Perdiguero	3 321
		Pico de La Maladeta	3 309
		Pico de Vignemale	3 303
		Balaitus	3 151
		Pica d'Estats	3 143
		Puigmal	2 913
		Peña Collarada	2 886
		Cadí	2 561
Cordilleras Costero-Catalanas	270	Turó de l'Home (Montseny)	1 712
		Matagalls	1 694
Sistema Ibérico	460	Moncayo	2 313
		San Lorenzo (Sierra de la Demanda)	2 262
		Urbión	2 228
		Cebollera	2 146
		San Millán	2 131
		Peñarroya (Sierra de Gúdar)	2 024
		Javalambre	2 020
Sistema Central	700	Almanzor (Sierra de Gredos)	2 592

(continúa)



Cuadro sinóptico de los sistemas montañosos españoles. Anuario Estadístico de España. INE.

Sistema	Longitud total (km)	Principales altitudes	
		Denominación	Metros
Sistema Central	700	La Galana (Sierra de Gredos)	2 564
		Peñalara (Sierra de Guadarrama)	2 430
		Calvitero (Sierra de Gredos)	2 425
		Cabeza de Hierro Mayor (Sierra de Guadarrama)	2 383
		La Mira (Sierra de Gredos)	2 348
		El Santo (La Serrota)	2 291
		Pico del Lobo (Sierra de Ayllón)	2 262
		Siete Picos (Sierra de Guadarrama)	2 138
		Peña Cebollera (Somosierra)	2 129
Montes de Toledo	350	Las Villuercas	1 601
		Rocigalgo	1 447
		Corral de Cantos	1 419
Sierra Morena	600	Bañuela (Sierra Madrona)	1 323
		Corral de Borros (Sierra Madrona)	1 312
Cordillera Subbética	620	La Sagra	2 381
		Sierra Mágina	2 167
		Sierra de María	2 043
		Revolcadores	2 001
Cordillera Penibética	520	Mulhacén (Sierra Nevada)	3 478
		Veleta (Sierra Nevada)	3 392
		La Alcazaba (Sierra Nevada)	3 366
		Calar de Santa Bárbara (Sierra de Baza)	2 269
		Morrón (Sierra de Gádor)	2 236
		Calar Alto (Sierra de Filabres)	2 168
		Marona (Sierra de Tejeda)	2 065
		Tetica de Vacares	2 063
Illes Balears	-	Puig Major (Mallorca)	1 445
		Puig de Massanella (Mallorca)	1 340
		Puig des Teix (Mallorca)	1 064
		Galatzó (Mallorca)	1 026
		Sa Talaiaassa (Ibiza)	475
		El Toro (Menorca)	357
Islas Canarias	-	Teide (Tenerife)	3 718
		Roque de los Muchachos (La Palma)	2 423
		Pico de las Nieves (Gran Canaria)	1 949
		Malpaso (El Hierro)	1 501
		Garajonay (La Gomera)	1 487
		Jandía (Fuerteventura)	807
		Peñas del Chache (Lanzarote)	671



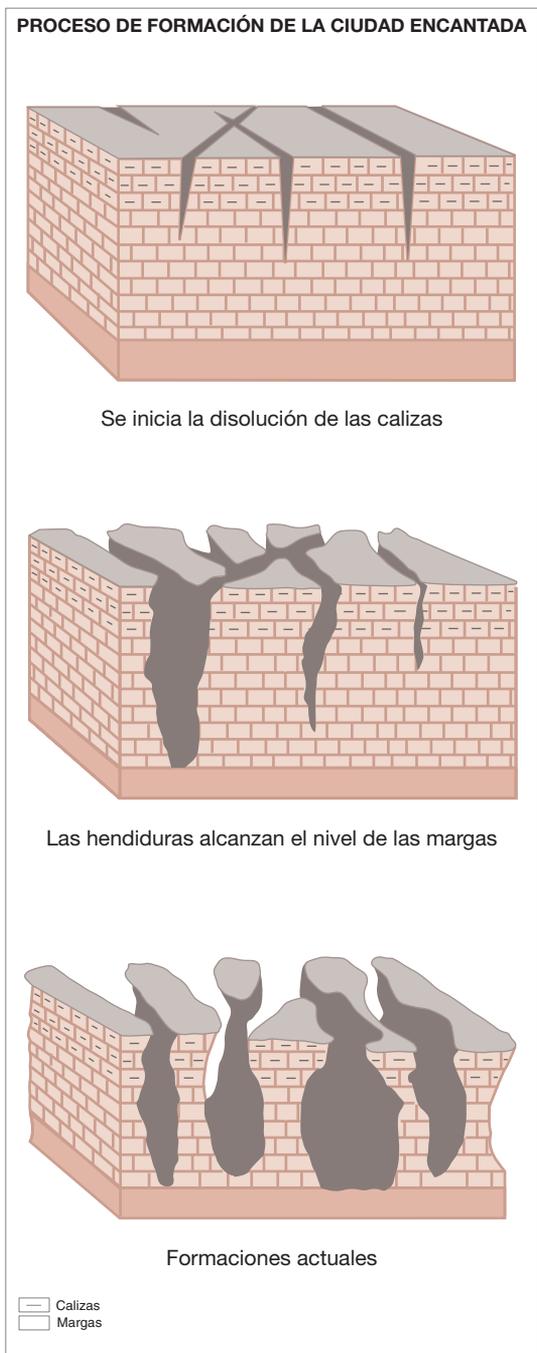
Mapa de las unidades estructurales del Pirineo. Terán, M.; Solé Sabaris, y otros:
Geografía general de España. Ed. Ariel, Barcelona, pág. 87.

UNIDADES ESTRUCTURALES DEL PIRINEO





Diagrama: Ciudad Encantada de Cuenca. Erosión diferencial sobre estratos horizontales. García Marchante, J.S., y Fernández Fernández, C.



Los fundamentos geológicos del proceso de formación de la Ciudad Encantada

La roca caliza experimenta un singular proceso de erosión, denominado *cárstico*, debido a la disolución por el agua de lluvia –tanto en la superficie como en el interior– al infiltrarse por las pequeñas fisuras. La alteración química de la caliza tiene lugar por la acción del ácido carbónico disuelto en el agua de lluvia que cae sobre la roca. En consecuencia, las grietas se van ensanchando y profundizando, llegando a formar una red subterránea por la que circula el agua a través de galerías, simas y cavidades que pueden conectar con la erosión de superficie por desplomes y hundimientos. Así, en paisajes con este tipo de rocas se originan múltiples oquedades que van desde pequeñas acanaladuras y aristas superficiales, como el *lapiaz*, pasando por *dolinas* o torcas, *simas*, *embudos* y *sumideros*, todas de formas redondeadas, hasta espacios más amplios, como los *poljés*.

El ámbito geográfico en el que aparecen las siluetas características que identifican a las de la Ciudad Encantada es bastante mayor que el recinto delimitado y conocido universalmente. Está integrado por un conjunto de grandes y alargadas mesetas calizas aisladas entre sí por profundos tajos que se abren en sus bordes. Morfológicamente, estos relieves han evolucionado de forma autónoma presentando –tanto en su interior como en el exterior– complejos fenómenos de erosión cárstica diferentes por su variedad e intensidad, lo que confiere personalidad a cada una de las citadas mesetas.



“Geólogos españoles sitúan la Península Ibérica hace 600 millones de años”.
Antonio Calvo Roy. Artículo reelaborado del diario *El País*, 29 de noviembre de 2000.

Los continentes se han movido a lo largo de la historia geológica (de miles de millones de años) de un extremo al otro del globo terráqueo, juntándose y separándose en un vaivén que aún continúa. Hasta ahora se pensaba que el noroeste de la Península Ibérica estaba situado, hace unos 600 millones de años, en una esquina del macrocontinente Gondwana; sin embargo, ha sido posible colocarlo en el mapa con mayor exactitud gracias a la técnica de datación U-Pb (uranio plomo), utilizada por primera vez por geólogos españoles para resolver un problema geológico.

“Pensábamos, comparando el dogma establecido con nuestras investigaciones anteriores, que pasaba algo raro, así que decidimos apostar por una hipótesis poco probable y resultó ser cierta”. Dos geólogos españoles, Javier Fernández Suárez y Gabriel Gutiérrez Alonso, han aplicado por primera vez en el mundo la técnica de datación U-Pb (uranio plomo) por ablación por láser para resolver un problema geológico. Gracias al uso de esta tecnología y a su hipótesis de trabajo, han podido averiguar dónde estaba la Península Ibérica, concretamente la actual esquina noroeste (Galicia y parte de Asturias), hace aproximadamente 600 millones de años.

A lo largo de su historia geológica, que se mide en miles de millones de años, la mayoría de las rocas se hacen pedazos, vuelven a unirse y se rompen y se separan nuevamente muchas veces, lo que dificulta saber qué pasó antes de la última vez que se formó la roca tal y como la vemos ahora. Dentro de las rocas, de casi todas ellas, hay un mineral llamado circón, cuyos diminutos cristales, de entre 20 y 150 micras, tienen la particularidad de pasar de época a época y de roca en roca sin cambiar. Gracias a su estudio, es posible saber con razonable certeza diversos aspectos de la historia de las rocas que lo contienen. “Lo que hemos hecho”, afirma Gutiérrez, profesor de Geología Estructural en la Universidad de Salamanca, “es consultar el reloj que las rocas tienen dentro para saber su evolución”.

Como joyeros

En el campo, los geólogos recogen las rocas y, en el laboratorio, las muelen y las someten a distintos procesos físicos y químicos hasta que obtienen los circones. “De cada 10 kilos de rocas”, dice Fernández, “podemos sacar unos miligramos de circones, que después recogemos con pinzas de precisión y colocamos en resinas. Tenemos que trabajar con lupa, como joyeros”. Los minúsculos circones son sometidos después a la técnica de ablación por láser, que Fernández ha llevado a cabo en la Universidad Memorial, en Terranova, Canadá, en la que pasó sus años posdoctorales. “No es fácil conseguir acceso a estos equipos analíticos. Se trata de técnicas muy costosas y muy solicitadas, por lo que no basta con pagar el precio, hay que tener proyectos interesantes y que gusten a los que tienen los aparatos”. En España no hay sistemas como este para datar los circones.

Un proyecto de los dos científicos ha sido seleccionado por los laboratorios del Museo de Historia Natural de Londres, donde está Teresa Jeffries, “la máxima experta mundial en estas técnicas”. “En Londres vamos a comprobar si con otra longitud de onda en el láser podemos obtener resultados más precisos para nuestros circones. Es un privilegio tener durante un mes una máquina así a tu disposición y poder investigar con ella, pero nuestro trabajo también les va a ayudar a poner a punto la técnica”.

El láser, gracias a su enorme precisión, permite hacer un disparo de un diámetro de unas 10 a



30 micras en el circón. El disparo se hace dentro de una cámara de vacío para poder analizar allí el plasma que se forma con la volatilización del circón, plasma en el que se mide, mediante espectrometría de masas, la relación isotópica de uranio, plomo y torio. Del análisis de esos valores se deduce la edad de los circones, lo que permite conocer aspectos muy variados de la historia geológica de las rocas.

“En las rocas en las que hemos estado trabajando, que proceden del noroeste de la Península, hemos encontrado, mayoritariamente, tres tipos de circones: de hace entre 600 y 700 millones de años; de hace entre 900 y 1 100, y otros de unos 2 000 millones de años de antigüedad”. Han sido los circones del segundo grupo, los que tienen en torno a mil millones de años, los que han proporcionado las bases de la hipótesis de trabajo. “En muchos sitios encontramos circones del primer y del tercer tipo, pero estos del segundo grupo son muy raros. Pertenecen a la llamada edad Grenville, y es la primera vez que se encuentran en rocas españolas”.

Para poder responder a la pregunta de cómo esos circones habían llegado hasta allí, es necesario rehacer los mapas que hasta ahora se tenían sobre Gondwana, el continente primigenio. Ese primer trozo conocido de Iberia estaba junto a lo que millones de años más tarde serían los estados de Carolina del Norte y del Sur, en Estados Unidos; Avalonia (la actual Terranova) y la parte nororiental de la actual América del Sur, pero no, como se creía hasta ahora, junto al actual norte de África. Precisamente, hasta ahora se había colocado a la vieja Iberia junto a lo que después sería el norte de África, porque en ninguno de los dos lugares habían aparecido circones de edad Grenville, los de hace unos 1 000 millones de años, descubiertos por Fernández y Gutiérrez. Tampoco se han encontrado circones de este tipo en el oeste de Europa, lo que sugiere una historia geológica distinta para Iberia que para otras zonas europeas.

Rompecabezas

“Ahora estamos preparando un proyecto para determinar si hay circones de este tipo en el actual norte de África, el suroeste de Iberia y la Bretaña francesa, para determinar con mayor exactitud si Iberia estaba, hace 600 millones de años, junto a estos pedazos de tierra”. Si consiguen llevar a cabo su proyecto, que se ha visto afectado por el retraso en la concesión de las ayudas por parte del Ministerio de Ciencia y Tecnología, podrán colocar con mayor precisión la pieza de Iberia en el complicado rompecabezas de Gondwana.

La Península Ibérica, tal y como la conocemos, es un territorio muy joven, ya que todas las cadenas montañosas actuales, por ejemplo, han surgido en los últimos 20 millones de años.



Fallas tectónicas de hace 30 millones de años. Valeria H. Mardones. Artículo reelaborado del diario *El País*, 14 de julio de 2001.

En mayo de 1994, un incendio azotó la comarca de Los Serranos, en Valencia. Se quemaron gran cantidad de hectáreas de bosque, las mejores extensiones de pinares de toda la comunidad y el principal recurso de la comarca. Aún no se ha recuperado la masa forestal. Pero con aquel desastre salió a la luz uno de los tesoros mejor escondidos de la comarca: el roquedo y las estructuras geológicas. La Generalitat Valenciana ha sabido explotar este nuevo atractivo natural inaugurando el año pasado un parque geológico y un centro de divulgación: San Isidro Labrador, en Chera.

El hilo conductor del parque es una enorme fosa tectónica, en cuyo fondo se encuentra Chera. La depresión se formó hace 30 millones de años, tras el choque del continente africano con el europeo. Mientras unas zonas se comprimían, como en los Alpes, otras se estiraban, como el noroeste peninsular. Y en Chera el resultado fueron una serie de fracturaciones que han hundido el terreno a modo de gradería, como una inmensa plaza rectangular, y fracturas paralelas que se siguen con la vista a lo largo de kilómetros.

El itinerario más interesante, por geología y paisajes, es el de El Burgal, que sube desde el embalse del Buceo hasta el mirador de El Palancar. Escenario ideal para apreciar los movimientos tectónicos. A lo largo de toda la ruta se ve cómo las repisas rocosas, originalmente horizontales, se rompieron bajo las presiones internas y se desplazaron verticalmente. El mirador de El Palancar muestra un paisaje de caos pétreo, entre el cual se descubre una de las múltiples fallas de la zona, la del embalse. El Puntal Melisas es el lugar idóneo para contemplar la fosa en su integridad: en sus bordes se hallan los materiales cretácicos no deformados; en el centro, los mismos tumbados, y en los huecos dejados por las rocas desplazadas, los depósitos terciarios de color rojo y ocre.

Las fracturas también condicionan el cauce del agua, como en la cascada de la Garita, un microcosmos húmedo.