

OBRA COMPLETA DISPONIBLE EN EL GEOPORTAL DEL ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA <http://atlasnacional.ign.es>
Página de descargas <http://atlasnacional.ign.es/wane/ANE:Descargas>

Capítulo 4 CLIMA Y AGUA

Clima

MAPA DE RED DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS	92
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA DE ENERO	93
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA DE JULIO	93
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL	93
MAPA DE TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA	94
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS DE ENERO	94
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS DE JULIO	94
MAPA DE TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA	95
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS DE ENERO	95
MAPA DE TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS DE JULIO	95
MAPA DE PRECIPITACIÓN MEDIA DE PRIMAVERA	96
MAPA DE PRECIPITACIÓN MEDIA DE VERANO	96
MAPA DE PRECIPITACIÓN MEDIA DE OTOÑO	96
MAPA DE PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	97
MAPA DE PRECIPITACIÓN MEDIA DE INVIERNO	97
MAPA DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA. MEDIA ANUAL	98
MAPA DE TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN	98
MAPA DE NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE PRECIPITACIÓN MAYOR O IGUAL A 1 MM	98
MAPA DE NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE TORMENTA	99
MAPA DE NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE GRANIZO	99
MAPA DE NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE NIEVE	99
MAPA DE NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE NIEBLA	99
MAPA DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL DICIEMBRE	100
MAPA DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL JULIO	100
MAPAS DE NUBOSIDAD MEDIA MENSUAL	100
MAPA DE INSOLACIÓN ANUAL	101
MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA ANUAL	101
MAPA DE BALANCE ENTRE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN	101
MAPA DE SITUACIÓN ATMOSFÉRICA. ANTICLÓN DE INVIERNO	102
MAPA DE SITUACIÓN ATMOSFÉRICA. TEMPORAL DE FRÍO Y NIEVE	102
MAPA DE SITUACIÓN ATMOSFÉRICA. BAJA TÉRMICA ESTIVAL	102
MAPA DE SITUACIÓN ATMOSFÉRICA. GOTA FRÍA EN ALTURA	102
MAPA DE SITUACIÓN ATMOSFÉRICA. TIEMPO DEL NOROESTE	103
MAPA DE SITUACIÓN ATMOSFÉRICA. TIEMPO DEL NORDESTE	103
MAPA DE SITUACIÓN ATMOSFÉRICA. TIEMPO DEL SUDOESTE	103
MAPA DE SITUACIÓN ATMOSFÉRICA. GOTA FRÍA EN SUPERFICIE	103
MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN KÖPPEN	104

Clima

Analizar el clima de España supone hablar de diversidad. Existe una amplia variedad de climas en todo el territorio que, a su vez, se manifiestan a través de una multiplicidad de tipos de tiempo y de fenómenos meteorológicos contrastados, incluso entre áreas próximas. Tal diversidad es el resultado de la combinación de factores de tipo atmosférico y geográfico.

Por su latitud, la España peninsular y las islas Baleares se localizan en el límite meridional del dominio templado, en contacto con las altas presiones subtropicales, en una zona con predominio de la circulación de vientos del oeste y sudoeste; en verano, sin embargo, los anticiclones subtropicales dominan la atmósfera aportando una fuerte estabilidad. Una franja latitudinal intermedia, que constituye el área de intercambio energético entre las masas de aire frío polar y las masas de aire cálido tropical, donde se localiza el frente polar. Su oscilación estacional norte-sur y la llegada de borrascas atlánticas asociadas a él suponen continuos y, a veces, bruscos cambios del tiempo atmosférico, característica esencial de buena parte de los climas de España. La variedad climática se acrecienta al pertenecer las islas Canarias al ámbito subtropical-tropical, menos afectadas por las pulsaciones del frente polar, y donde el dominio de las altas presiones es casi constante.

La posición geográfica de la península ibérica entre dos grandes masas continentales y entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo le



Inversión térmica con niebla



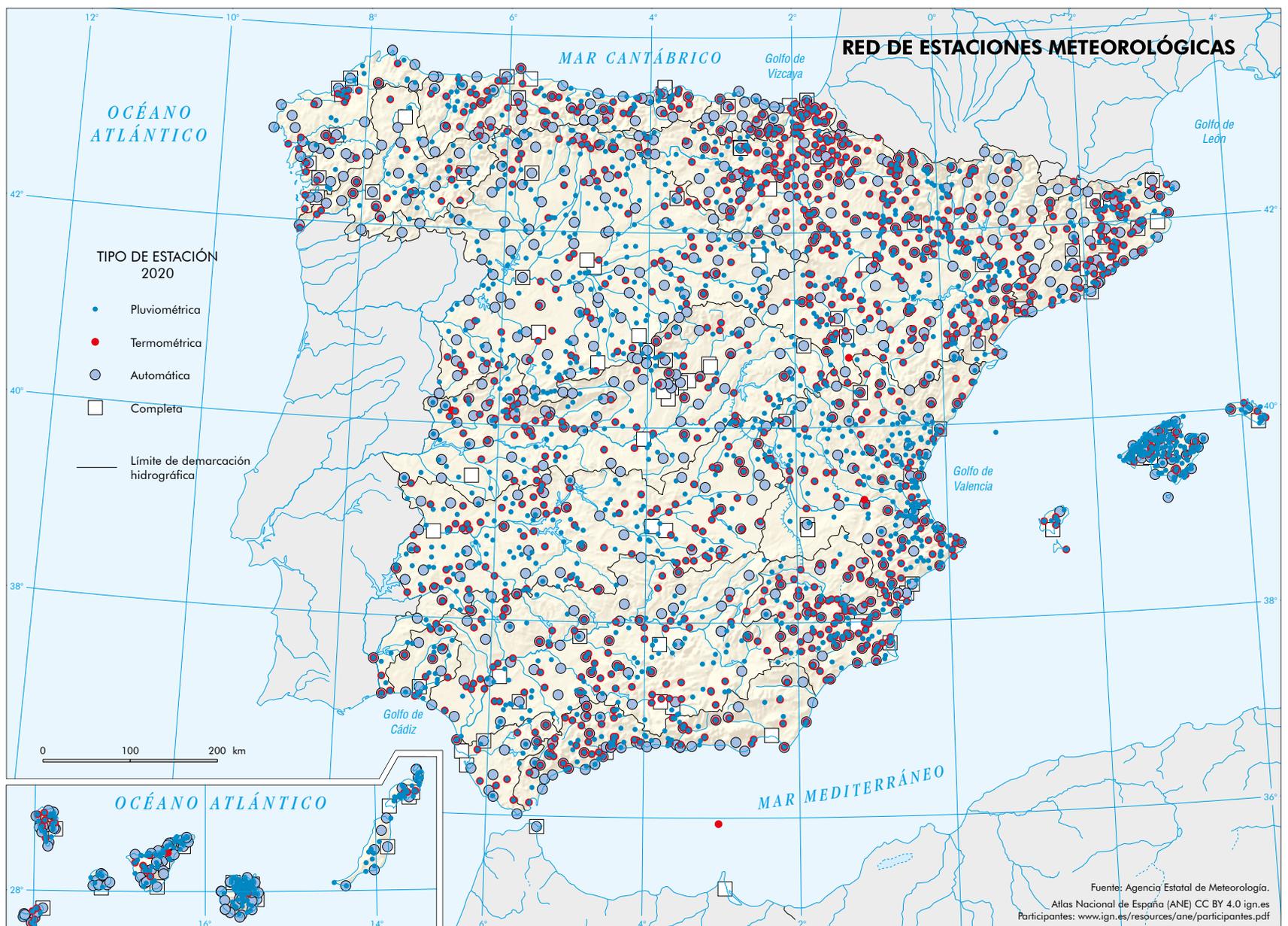
Observatorio meteorológico manual y automático

conferen, además, un papel de encrucijada de influencias marítimas y continentales diversas y contrastadas. Finalmente, las características del relieve aportan una mayor complejidad al mosaico climático español; en primer lugar, por su elevada altitud media, que alcanza los 650 m, y que condiciona intensamente las temperaturas; en segundo lugar, por la disposición de las barreras montañosas, que generan fuertes contrastes espaciales en todos los elementos climáticos y meteorológicos, tanto a escala regional como local.

El objetivo de este apartado es ilustrar esa diversidad climática a través de la representación

cartográfica de algunos de los elementos más significativos que definen el clima, como la temperatura, la precipitación, la insolación, la radiación o la evapotranspiración. Para ello se han utilizado un total de 3.495 observatorios meteorológicos completos, termopluviométricos y pluviométricos, que la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) tiene repartidos por todo el territorio.

Los mapas de las variables climáticas de temperatura y precipitación están referidos al periodo 1981-2010, y las series de datos termopluviométricos utilizados pasaron previamente por un control de calidad y homogeneidad.



Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Atlas Nacional de España (ANE) CC BY 4.0 ign.es Participantes: www.ign.es/resources/ane/participantes.pdf

Temperatura

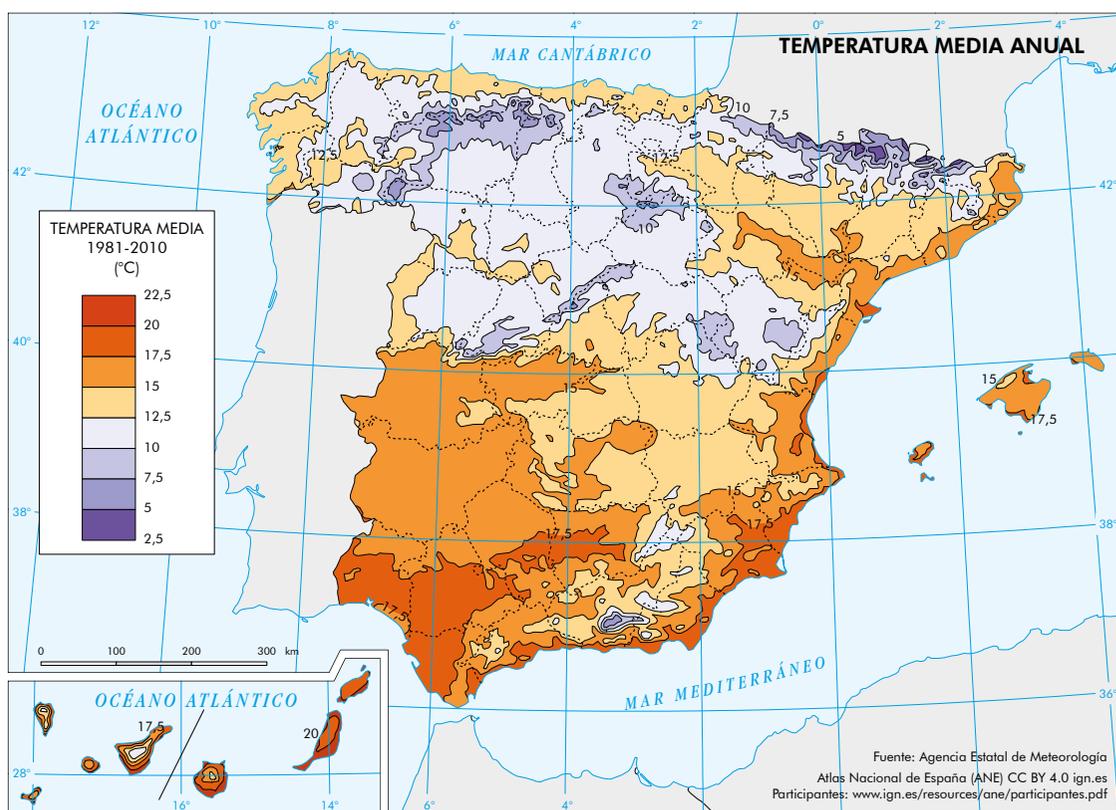
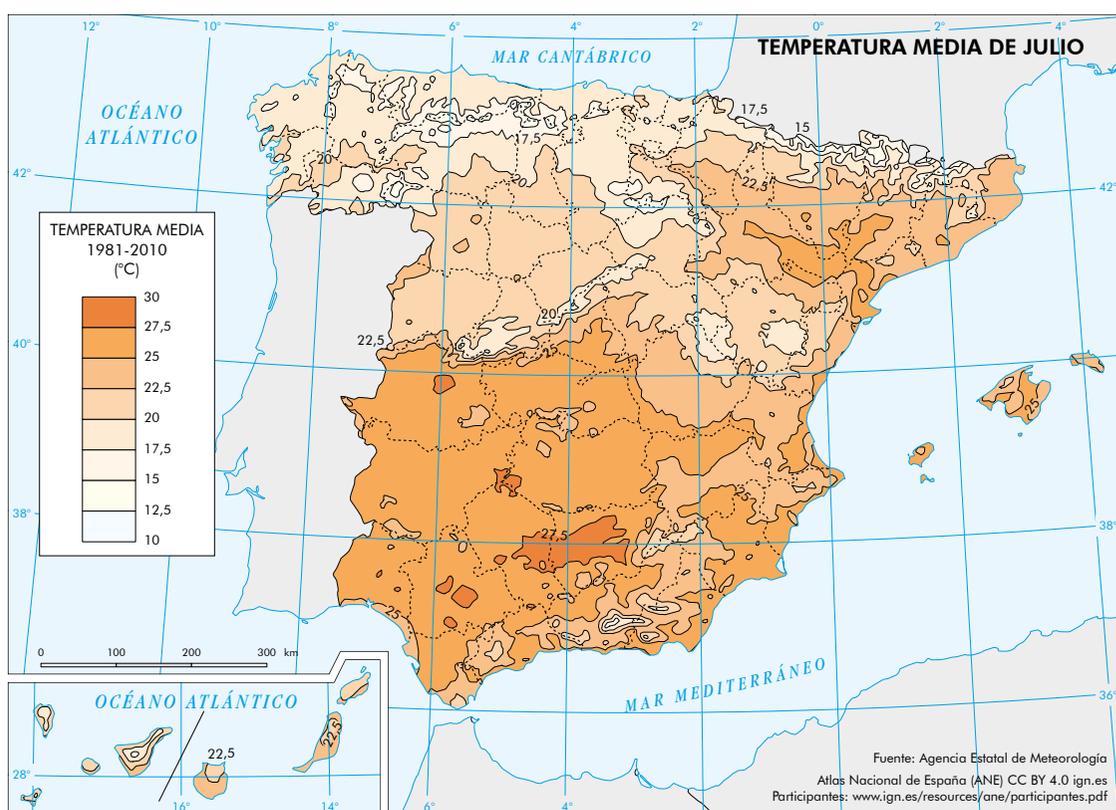
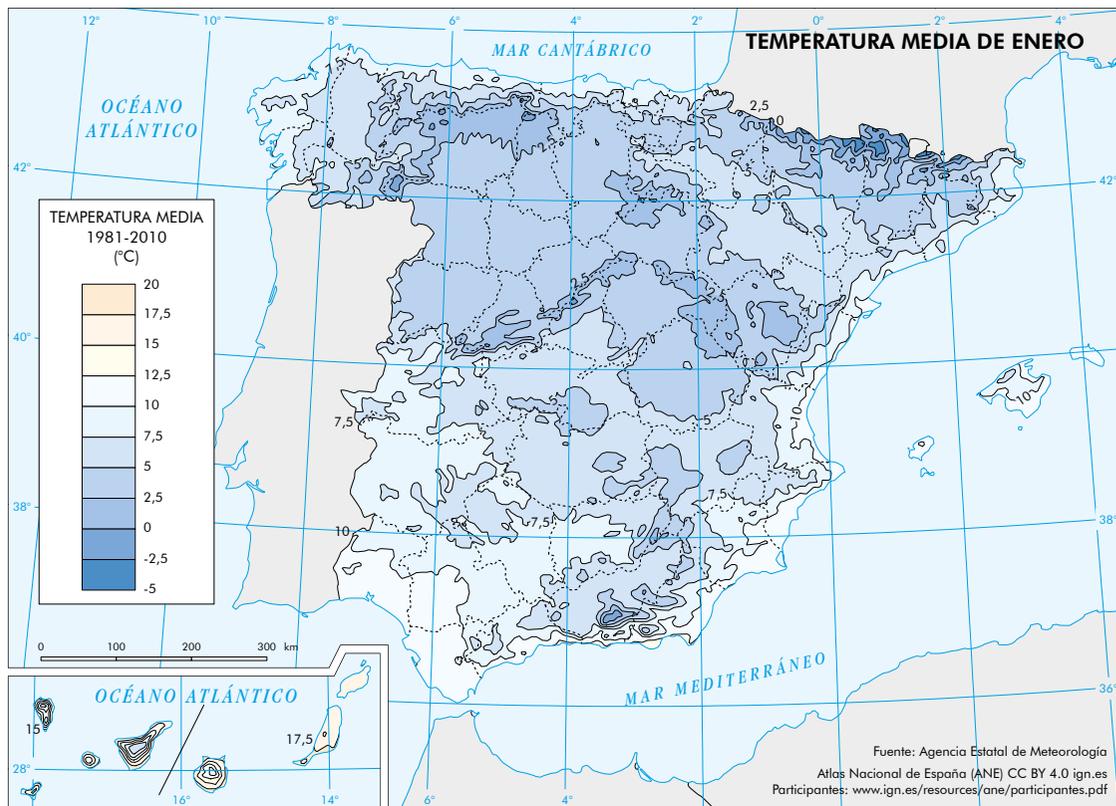
La distribución de la temperatura en España es muy irregular y está ligada, en primer lugar, a la latitud en la que se sitúa desde 43° N de los cabos gallegos más septentrionales hasta los 27° N en Canarias; también a su extensión superficial, 505.760 km², responsable de que el factor de la continentalidad cause importantes amplitudes térmicas en el interior peninsular; además, la distribución y altitud de los sistemas montañosos, donde el frío puede llegar a ser muy intenso, matizan las acusadas diferencias espaciales que hay en la temperatura. Por último, la inercia térmica del agua de los mares que bañan la Península y los archipiélagos balear y canario suaviza y retrasa los extremos térmicos.

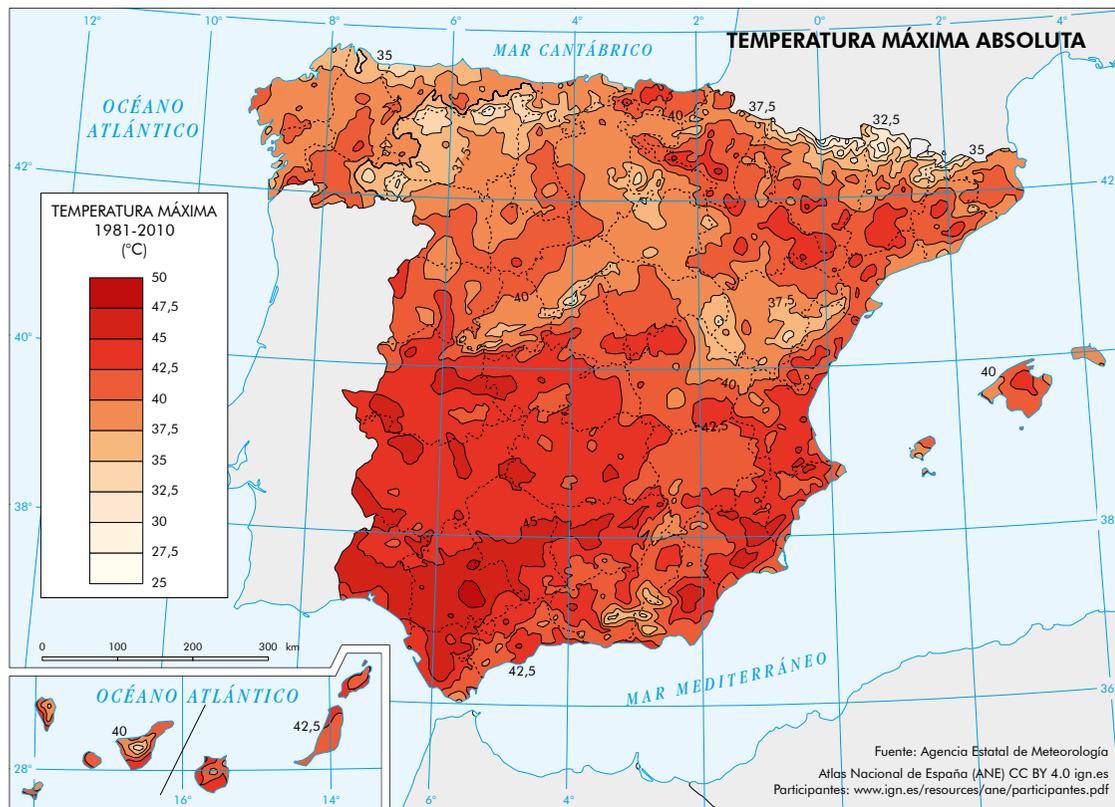
Las temperaturas medias anuales oscilan entre 0°C y 22°C. Las primeras se registran en los Pirineos, cordilleras Cantábrica e Ibérica y Sierra Nevada mientras que las segundas se dan en el extremo meridional del país, en las costas de las islas orientales de Canarias. El invierno se puede calificar de frío en las tierras del interior de la mitad norte peninsular, porque la temperatura no supera 6°C, mientras que en las del sur es suave, ya que la temperatura media duplica ese valor térmico. En cambio, el verano del norte peninsular se caracteriza por unas temperaturas agradables, inferiores a 18°C y, conforme se desciende en latitud, se incrementan dos grados más en la Meseta norte, cuatro en la Meseta sur y valle del Ebro y hasta ocho grados en Andalucía, lo que permite calificar de verano tórrido a estas zonas donde la temperatura media de julio sobrepasa los 26°C.

Julio y agosto son los meses más cálidos del año, mientras que enero es claramente el más frío. Las temperaturas medias en julio superan los 25°C en todo el territorio, salvo en la cornisa cantábrica, que son inferiores, fruto de la influencia atemperante del mar y las brisas, y en las mayores alturas de las principales cordilleras. En invierno hace frío al norte del paralelo 40° puesto que, en general, las temperaturas medias de enero son inferiores a 5°C, excepto en los litorales y el valle del Ebro; al sur de dicho paralelo la temperatura está comprendida entre 7°C y más de 10°C, exceptuando las tierras altas. La excepción a esa templanza térmica del sur son los islotes de frío de las cimas del Sistema Bético. Fruto de la continentalidad, las tierras del interior de la Península tienen una amplitud térmica media anual cercana a los 20°C, mientras que en el litoral mediterráneo y Baleares es de 14°C o 15°C, en el litoral cantábrico alrededor de 11°C y en Canarias la diferencia térmica entre los meses más cálido y más frío del año no alcanza 8°C. De ahí el rasgo tan característico del clima de las islas Canarias: la suavidad térmica.



Helada con cencellada



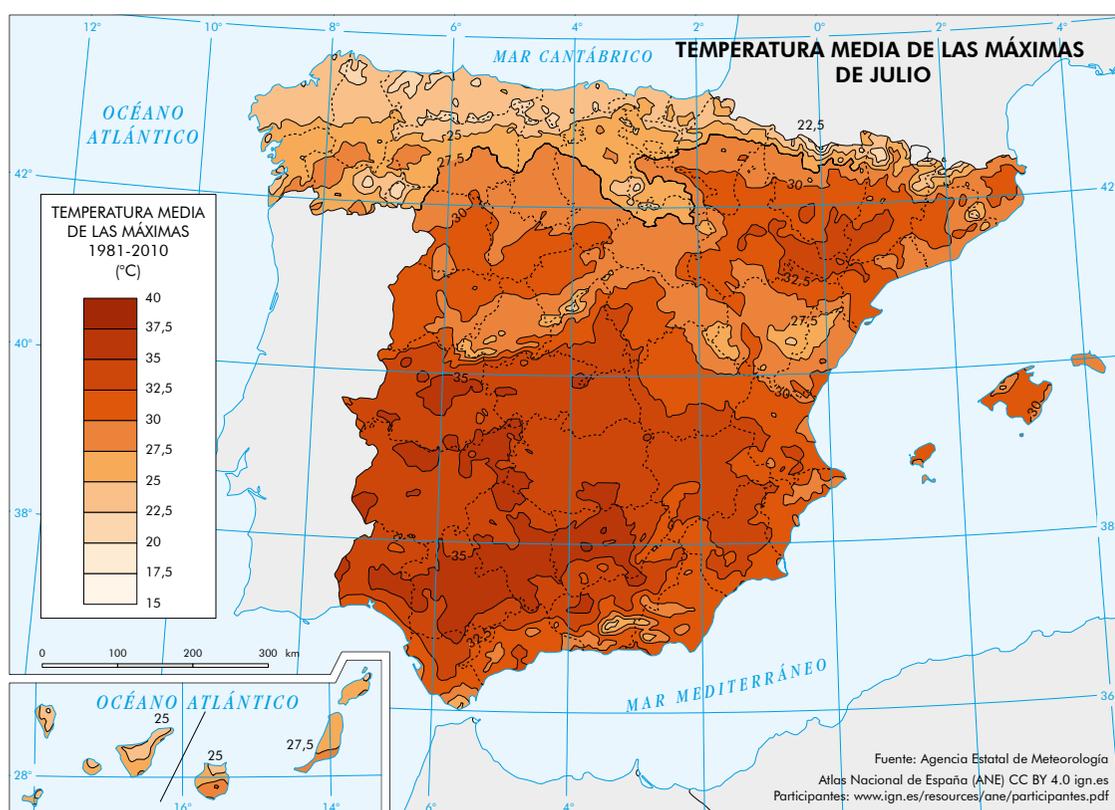
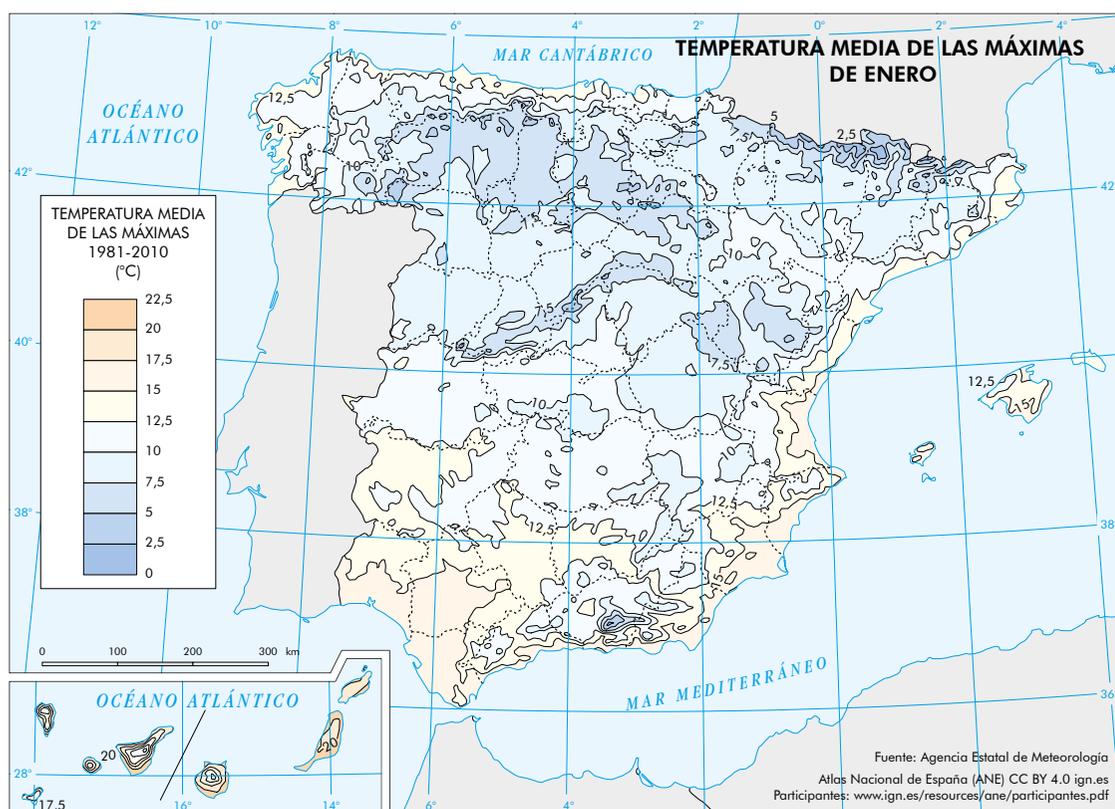


El mapa de *Temperatura máxima absoluta* muestra cuán importante es la latitud en la que se encuentra España y su proximidad al gran foco de calor del Sahara. Si bien el calor se adueña del país, este es más intenso en la mitad sur peninsular y Canarias que en el resto del territorio. La efeméride más alta se produjo el 13 de julio de 2017 en Córdoba y fue de 46,9°C pero hay que decir que los 40°C se alcanzan fácilmente en algún momento del verano en muchos lugares. En cambio el mapa de *Temperatura mínima absoluta* pone de relieve la importancia, por un lado, de la altitud, porque es en las zonas más altas del país donde se dan las temperaturas más bajas, y, por otro, de la latitud,

**Temperaturas máximas extremas
Período 1893-2019**

Estación	Temperatura máxima (°C)	Fecha
Córdoba, aeropuerto	46,9	13-07-2017
Sevilla, aeropuerto	46,6	23-07-1995
Murcia	45,7	04-07-1994
Badajoz, aeropuerto	45,4	13-07-2017
Zaragoza, aeropuerto	44,5	07-07-2015
Jaén	44,4	13-07-2017
Gran Canaria, aeropuerto	44,2	13-07-1952
Málaga, aeropuerto	44,2	18-07-1978
Huelva, ronda este	43,8	25-07-2004
Ciudad Real	43,7	13-07-2017
Granada, base aérea	43,5	13-07-2017
Guadalajara, El Serranillo	43,5	10-08-2012
Lleida	43,4	29-06-2019
Cáceres	43,2	13-07-2017
Toledo	43,1	10-08-2012
Cádiz	43	19-08-1982
Girona, aeropuerto	43	28-06-2019
València	43	27-08-2010
Logroño, aeropuerto	42,8	07-07-1982
Albacete, base aérea	42,6	17-07-1978
Huesca, aeropuerto	42,6	07-07-1982
Ourense	42,6	20-07-1990
Sta. Cruz de Tenerife	42,6	12-07-1952
Bilbao, aeropuerto	42	26-07-1947
Melilla	41,8	06-07-1994
Almería, aeropuerto	41,6	06-07-2019
Alicante/Alacant	41,4	04-07-1994
Pamplona/Iruña, aeropuerto	41,4	10-08-2012
Lugo, aeropuerto	41,2	20-07-1990
Salamanca, aeropuerto	41	10-08-2012
Zamora	41	24-07-1995
Foronda, Txokiza	40,8	10-08-2012
Madrid, Retiro	40,7	28-06-2019
Castelló de la Plana-Almassora	40,6	23-07-2009
Hondarribia, Malkarroa	40,4	25-07-1995
Ceuta	40,2	30-07-2009
Teruel	40,2	13-07-2017
Valladolid	40,2	19-07-1995
Autila del Pino	40	28-06-2019
Reus, aeropuerto	39,8	04-08-2018
Cuenca	39,7	10-08-2012
A Coruña	39,6	28-08-1961
Pontevedra	39,5	17-07-2006
Burgos, aeropuerto	38,8	27-06-2019
Segovia	38,6	24-07-1995
León-La Virgen del Camino	38,2	13-08-1987
Palma de Mallorca, puerto	38	21-07-2003
Soria	38	28-07-1951
Santander, aeropuerto	37,8	27-06-2011
Ávila	37,6	24-07-1995
Barcelona, aeropuerto	37,4	27-08-2010
Oviedo	37	18-07-2016

Fuente: AEMET



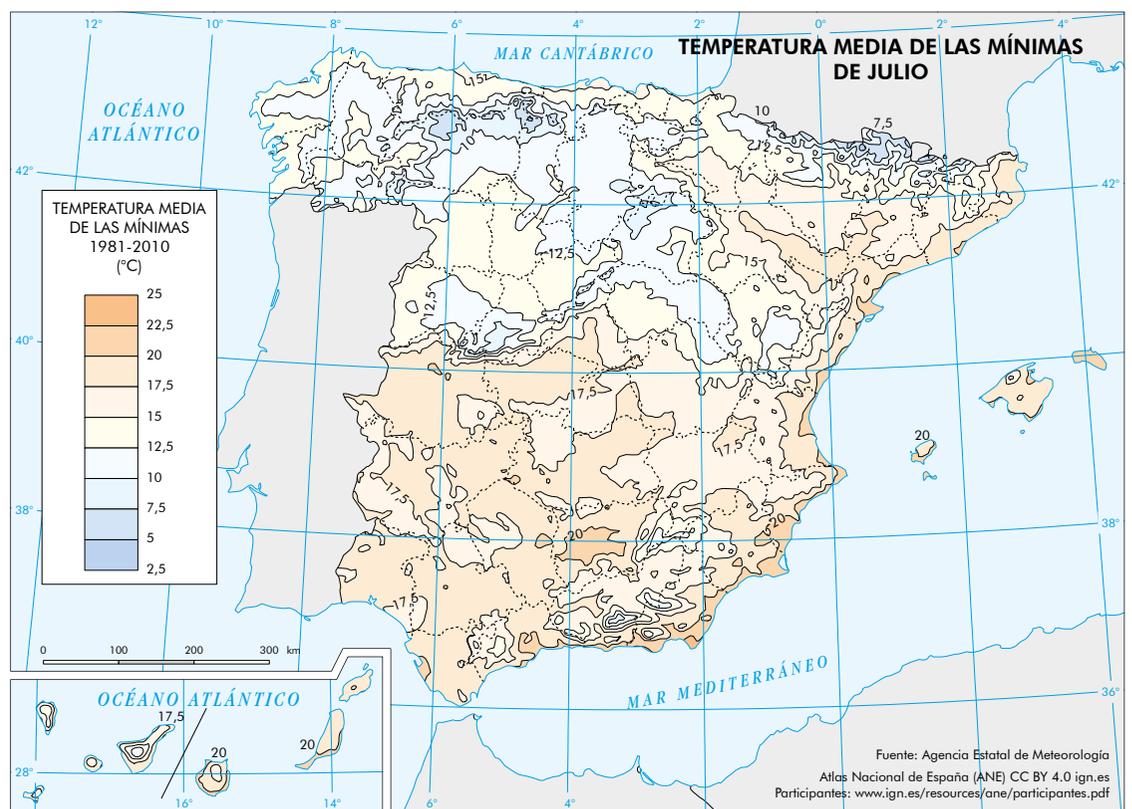
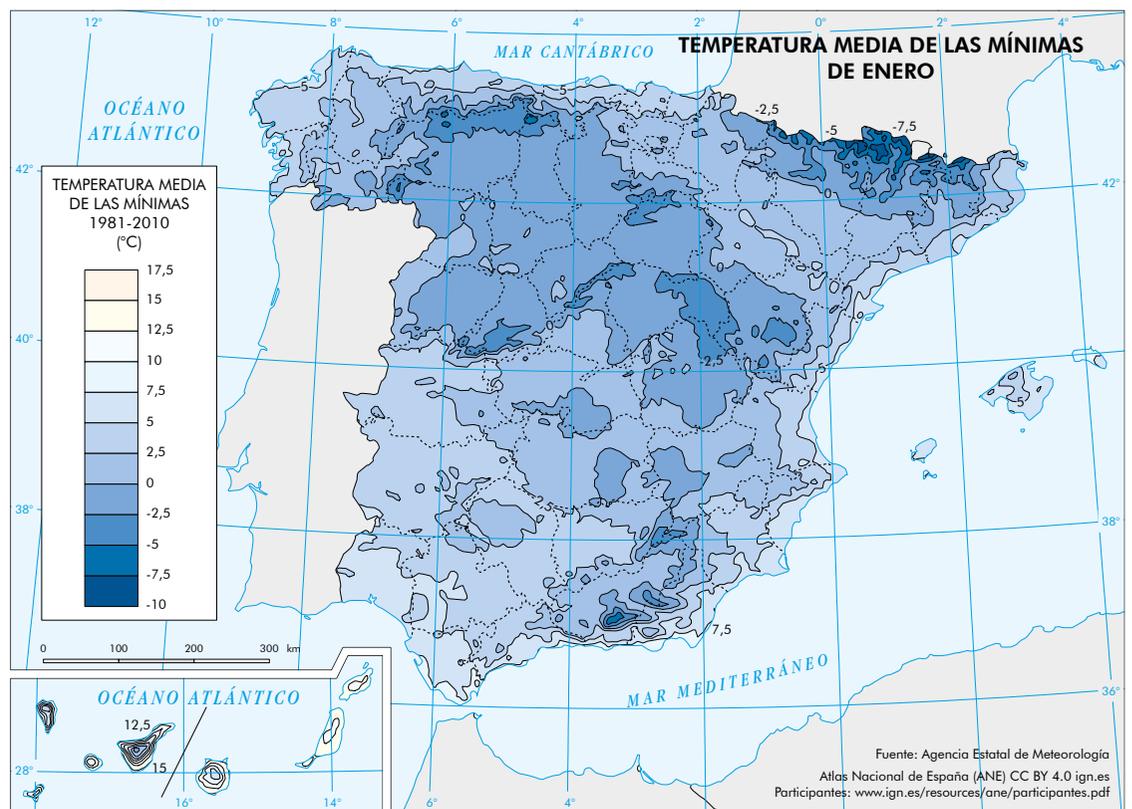
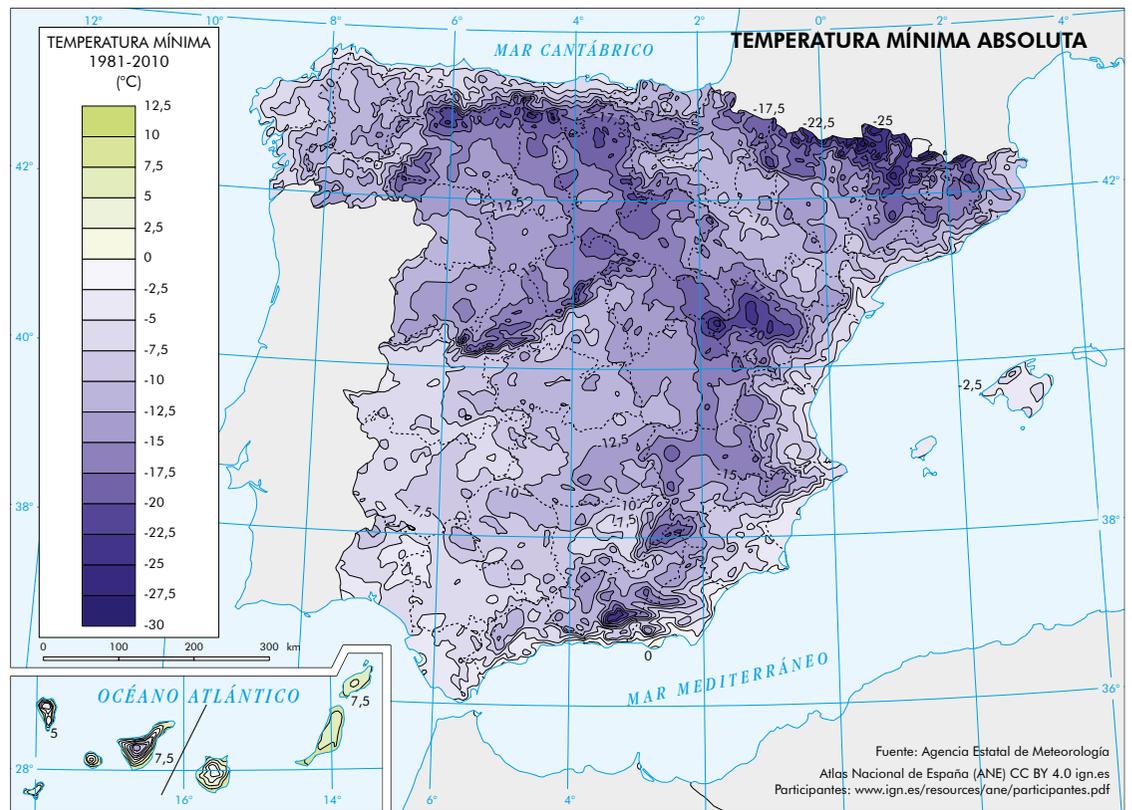
ya que la mitad septentrional peninsular registra temperaturas más frías que la meridional.

Las temperaturas medias de las mínimas en enero y julio indican cómo es la temperatura al amanecer. En enero, las personas que viven en las costas cantábrica y mediterránea o en el sur de Andalucía se despiertan con temperaturas superiores a 5°C, en cambio los de las zonas del interior lo hacen con más frío, puesto que los termómetros marcan a menudo valores negativos; en julio, los amaneceres más cálidos –con más de 20°C– se dan en la costa mediterránea y las Canarias orientales mientras, que los más frescos se encuentran en la Meseta norte, con menos de 12°C.

**Temperaturas mínimas extremas
Período 1893-2019**

Estación	Temperatura mínima (°C)	Fecha
Albacete, base aérea	-24	03-01-1971
Burgos, aeropuerto	-22	03-01-1971
Salamanca, aeropuerto	-20	05-02-1963
Teruel	-19	26-12-2001
Foronda, Txokiza	-17,8	08-01-1985
Cuenca	-17,8	03-01-1971
León-La Virgen del Camino	-17,4	13-01-1945
Pamplona/Iruña, aeropuerto	-16,2	12-01-1985
Ávila	-16	15-01-1985
Soria	-15	17-12-1963
Lleida	-14,2	08-01-1985
Ciudad Real	-13,8	03-01-1971
Granada, base aérea	-13,4	06-02-1954
Zamora	-13,4	03-01-1972
Huesca, aeropuerto	-13,2	12-02-1956
Segovia	-13,2	01-03-2005
Hondarribia, Malkarroa	-13	03-02-1956
Girona, aeropuerto	-13	09-01-1985
Guadalajara, El Serranillo	-12,5	12-01-2009
Autila del Pino	-12,3	12-01-2009
Logroño, aeropuerto	-11,6	25-12-1962
Valladolid	-11,5	14-02-1983
Zaragoza, aeropuerto	-11,4	05-02-1963
Madrid, Retiro	-10,1	16-01-1945
Lugo, aeropuerto	-10	23-12-2005
Toledo	-9,6	27-01-2005
Bilbao, aeropuerto	-8,6	03-02-1963
Ourense	-8,6	25-12-2001
Córdoba, aeropuerto	-8,2	28-01-2005
Barcelona, aeropuerto	-8	27-12-1962
Reus, aeropuerto	-8	11-02-1983
Jaén	-7,8	27-01-2005
Murcia	-7,5	16-01-1985
Badajoz, aeropuerto	-7,2	28-01-2005
València	-7,2	11-02-1956
Oviedo	-6	07-01-1985
Cáceres	-5,6	09-01-1985
Sevilla, aeropuerto	-5,5	12-02-1956
Santander, aeropuerto	-5,4	21-01-1957
Alicante/Alacant	-4,6	12-02-1956
Castelló de la Plana-Almassora	-4,4	16-01-1985
Málaga, aeropuerto	-3,8	04-02-1954
Pontevedra	-3,6	14-01-1987
Huelva, ronda este	-3,2	28-01-2005
A Coruña	-3	22-02-1948
Cádiz	-1	11-02-1956
Ceuta	-0,4	05-01-1941
Palma de Mallorca, puerto	-0,1	04-02-2012
Almería, aeropuerto	0,1	27-01-2005
Melilla	0,4	27-01-2005
Gran Canaria, aeropuerto	6,5	27-03-1954
Sta.Cruz de Tenerife	8,1	22-02-1926

Fuente: AEMET



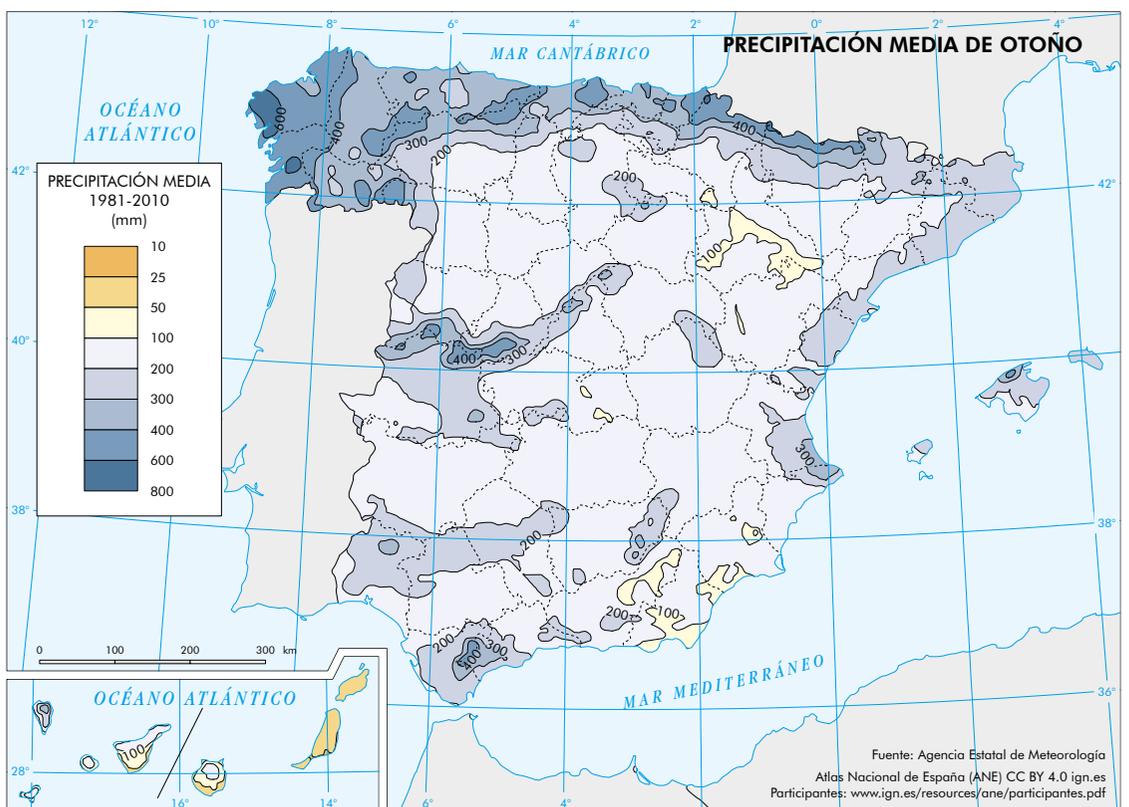
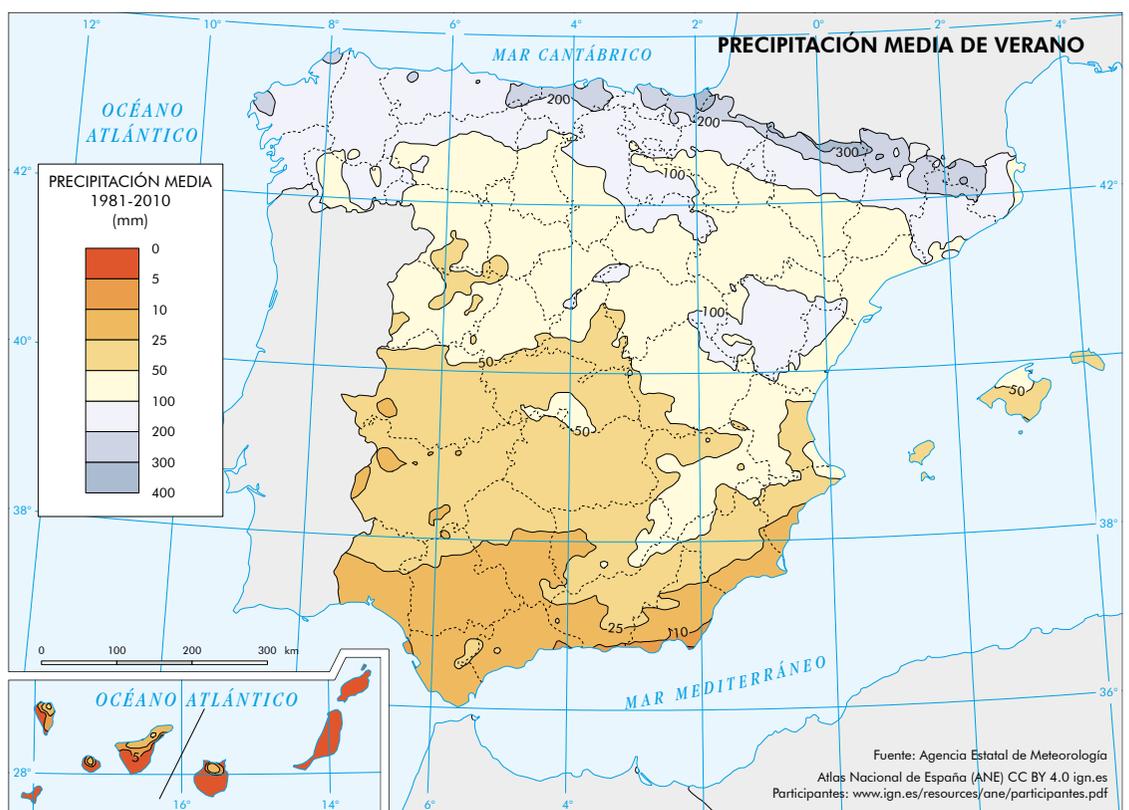
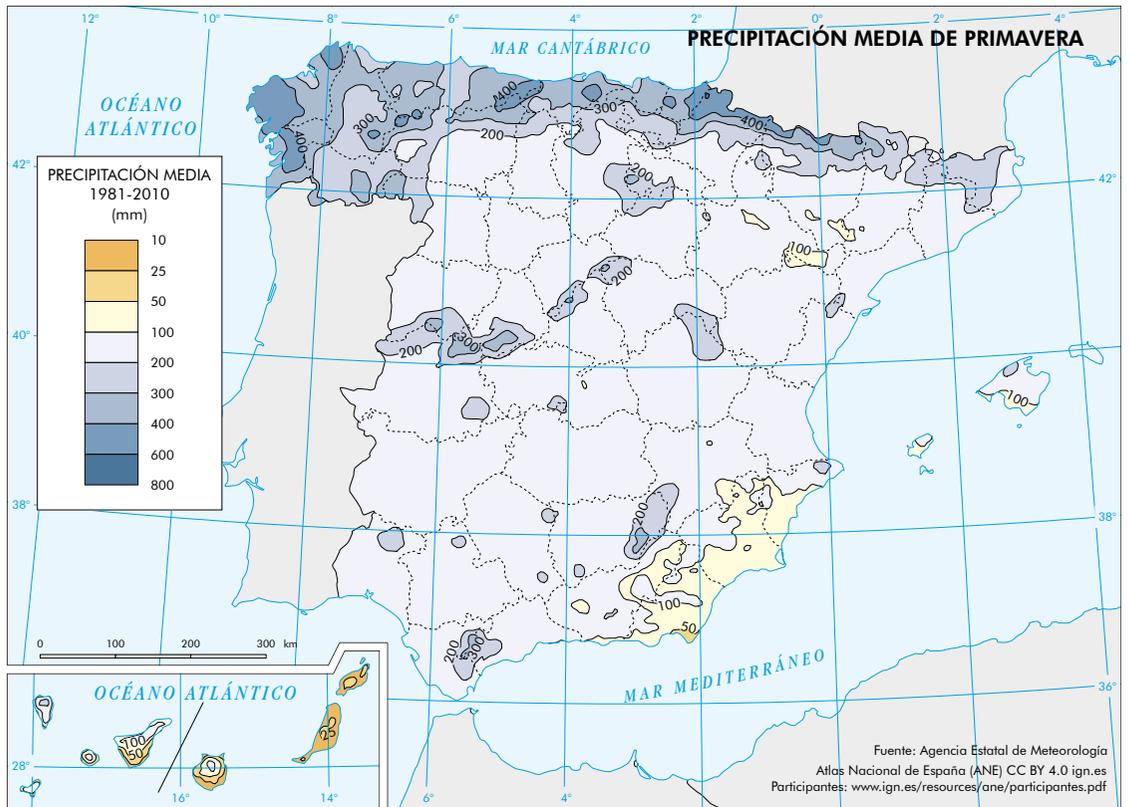
Precipitación

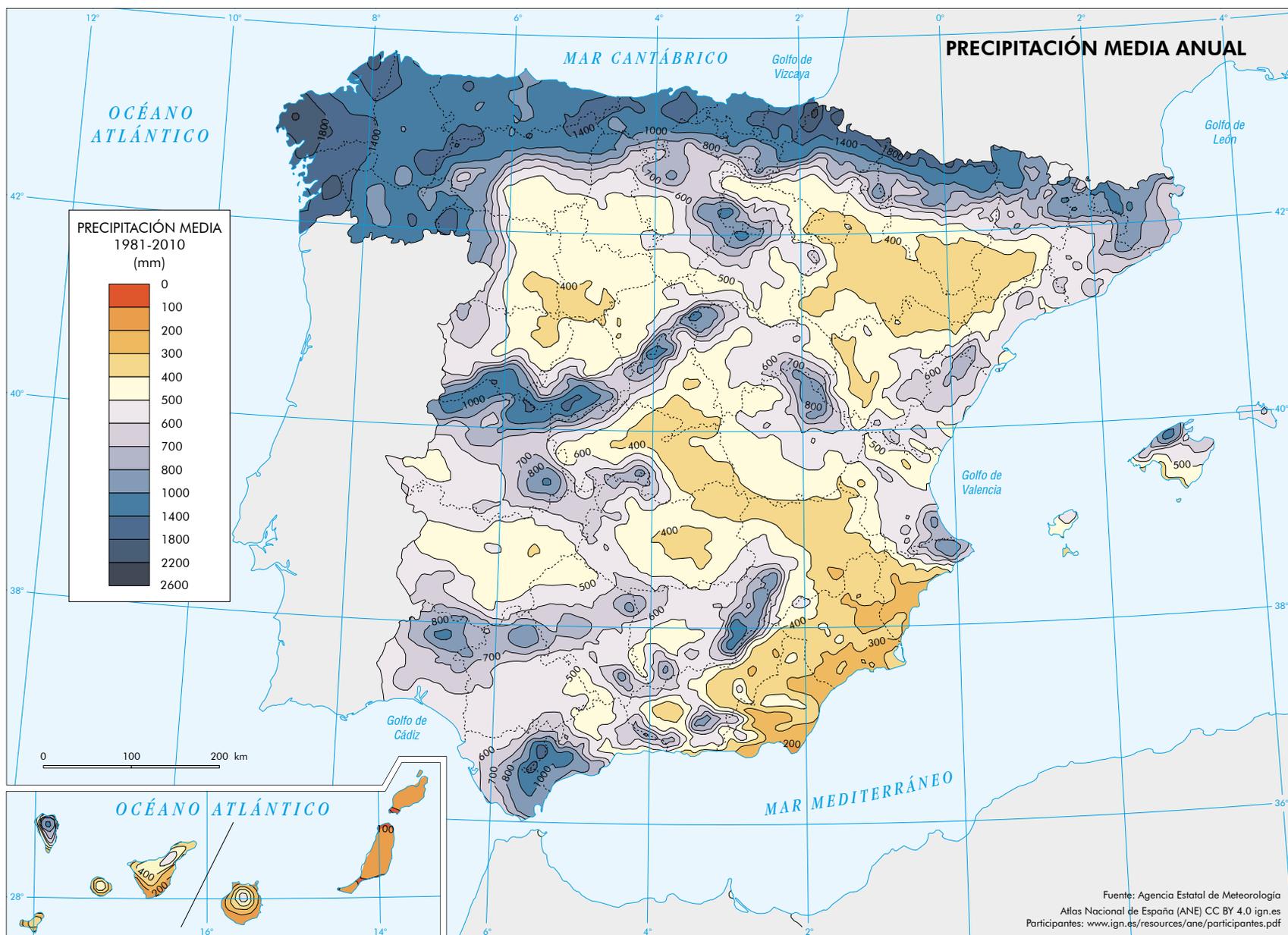
La distribución espacial de las precipitaciones en España presenta una gran complejidad. La disposición de los sistemas montañosos y de las grandes cuencas y depresiones interiores en relación al flujo de vientos húmedos dominantes del oeste, así como las variaciones de altitud son los principales factores responsables de los fuertes contrastes pluviométricos. Como describen Martín-Vide y Olcina (2001), muchos relieves montañosos son auténticos «islotas lluviosas» en medio de áreas más secas, o al revés, ciertas depresiones y valles, a resguardo de los flujos húmedos por el relieve circundante, se configuran como «sombras pluviométricas».

Precipitación máxima en un día Período 1893-2019

Estación	Precipitación máxima (mm)	Fecha
Málaga, aeropuerto	313	27-09-1957
Alicante-Alacant	270,2	30-09-1997
València	262,6	17-11-1956
Bilbao, aeropuerto	252,6	26-08-1983
Sta.Cruz de Tenerife	232,6	31-03-2002
Hondarribia, Malkarroa	214	24-09-1959
Barcelona, aeropuerto	186,7	25-09-1953
Ceuta	184,4	28-04-2017
Melilla	180,1	24-02-1985
Girona, aeropuerto	177,1	03-10-1987
Murcia	169	12-09-2019
Reus, aeropuerto	160,6	03-10-1955
Huelva, ronda este	160	26-09-1997
Cádiz	155	10-10-2008
Córdoba, aeropuerto	154,3	02-11-1997
Albacete, base aérea	146,6	11-09-1996
Castelló de la Plana-Almassora	141	04-09-1989
Santander, aeropuerto	134,4	27-08-1983
A Coruña	132,7	08-03-1999
Cáceres	128,5	05-11-1997
Palma de Mallorca, puerto	124,3	04-09-2015
Badajoz, aeropuerto	119,1	05-11-1997
Huesca, aeropuerto	110,8	24-09-1959
Oviedo	109,5	06-05-1975
Sevilla, aeropuerto	109,3	02-11-1997
Pontevedra	108,1	16-10-2014
Pamplona-Iruña, aeropuerto	107,4	09-10-1979
Almería, aeropuerto	99,2	12-09-2019
León-La Virgen del Camino	98,5	26-09-1987
Cuenca	98,2	07-07-2017
Zaragoza, aeropuerto	97,3	18-11-1945
Ourense	96,2	21-09-2002
Foronda, Txokiza	93	12-06-1977
Toledo	89,6	11-10-2008
Ávila	88,8	05-11-1997
Madrid, Retiro	87	21-09-1972
Gran Canaria, aeropuerto	85	28-09-1987
Lleida	83,6	26-09-1992
Logroño, aeropuerto	82,6	08-07-2017
Teruel	82,4	02-07-1991
Jaén	81	15-08-1996
Ciudad Real	76,4	12-12-1996
Lugo, aeropuerto	73,8	09-06-2010
Guadalajara, El Serranillo	71,1	24-05-1993
Soria	70	13-07-1959
Granada, base aérea	69,3	21-09-2007
Zamora	66,1	02-07-1961
Autilla del Pino	62,7	13-06-1989
Salamanca, aeropuerto	59	03-11-1955
Valladolid	56,3	01-09-1999
Burgos, aeropuerto	52,4	05-11-1997
Segovia	40,8	19-06-1996

Fuente: AEMET





En España hay lugares que se encuentran entre los más lluviosos de Europa, como algunos sectores de Galicia y del norte peninsular, con más de 1.800 y 2.000 mm anuales, frente a otros como el cabo de Gata o algunas áreas de las islas Canarias que, con menos de 200 o 150 mm anuales, aparecen entre los más secos.

Los valores de precipitación media (mapa *Precipitación media anual*) permiten distinguir tres grandes áreas pluviométricas (Capel, 2000; Martín-Vide y Olcina, 2001): la España húmeda o lluviosa, delimitada por la isoyeta de los 800 mm; la España seca o de transición, que recoge entre 300 y 800 mm de

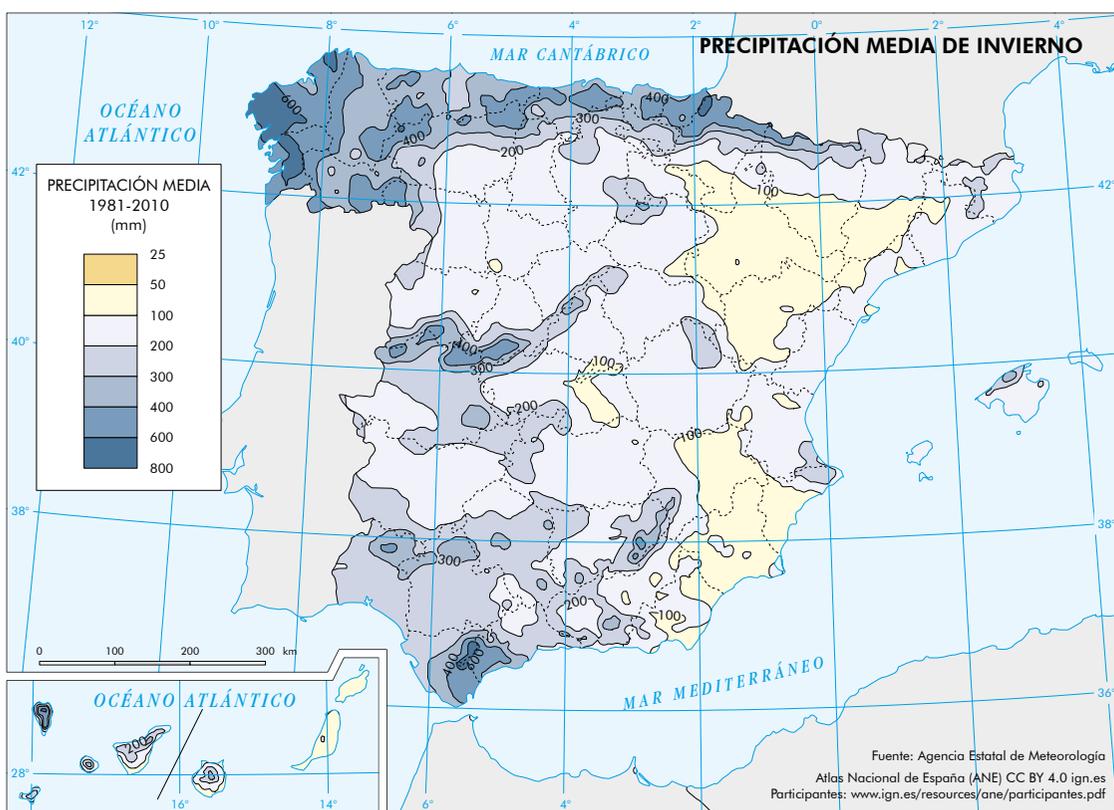
promedio anual; y la España árida o semidesértica, con precipitaciones inferiores a los 300 mm. La España lluviosa se corresponde con todo el norte peninsular, desde Galicia hasta el País Vasco, incluye el norte de Castilla y León y se alarga hacia el este por Pirineos. Se llegan a rebasar los 1.400 mm, e incluso los 1.800 mm, en las tierras occidentales de Galicia, más expuestas a las perturbaciones atlánticas. También se sobrepasan estos valores en algunos sectores montañosos de la Cordillera Cantábrica, del interior del País Vasco y del norte de Navarra, donde se pueden superar los 2.000 mm. Igualmente, en otros sectores peninsulares e insulares,

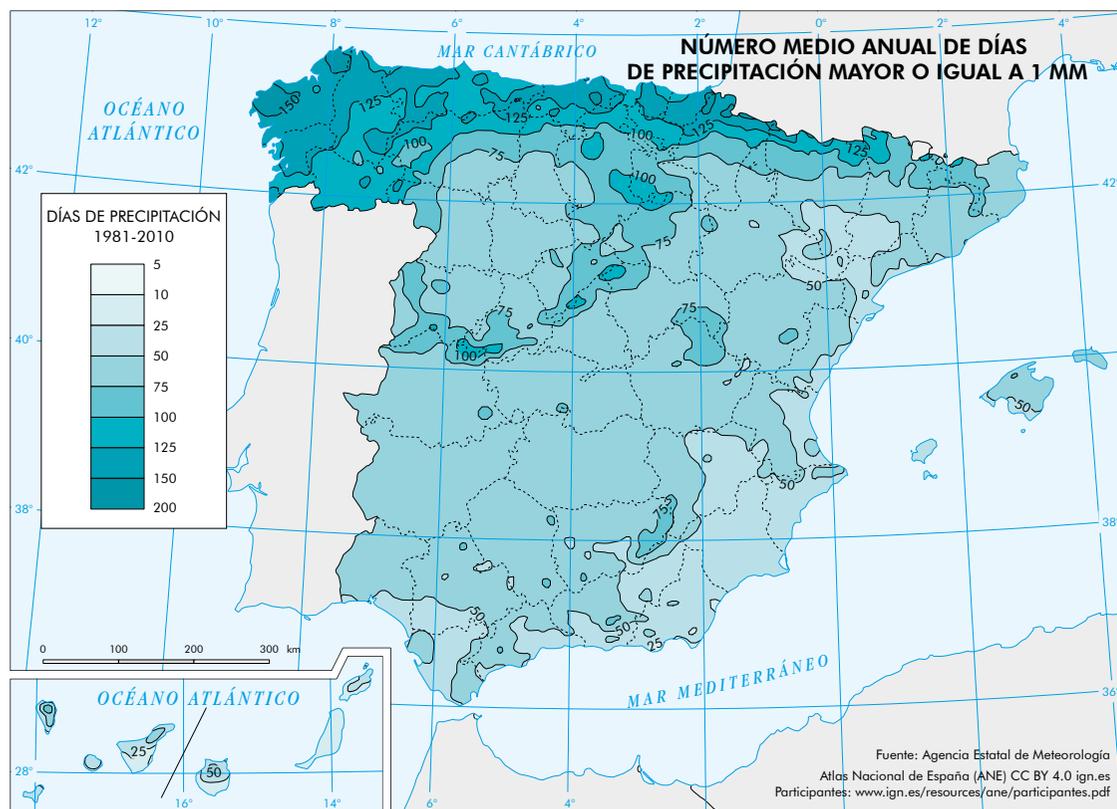
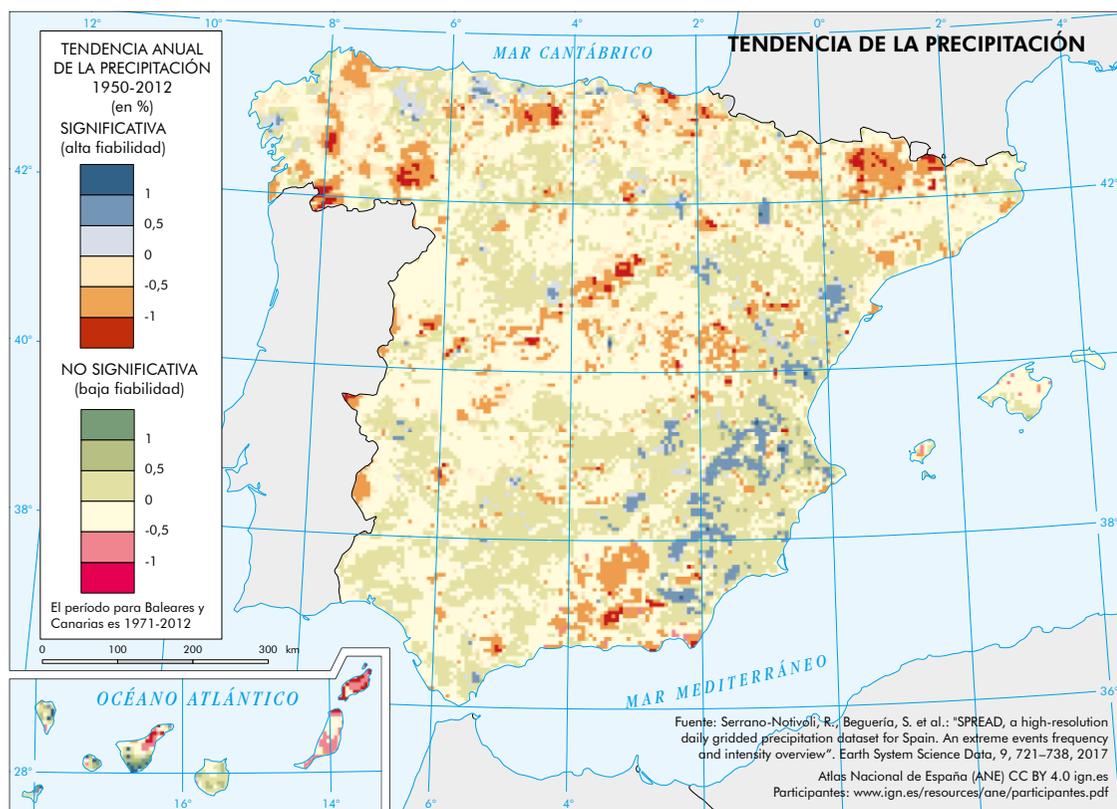
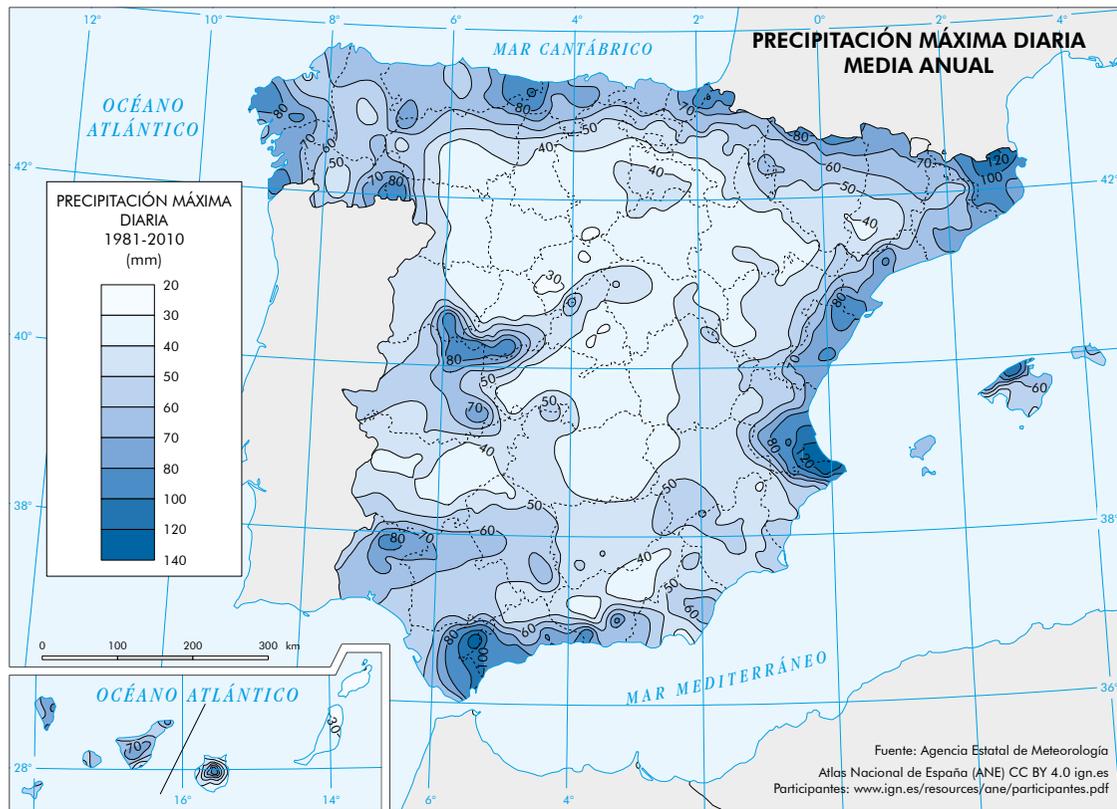
coincidiendo con áreas de montaña, se sobrepasa el umbral de los 800 mm: el Sistema Central, el Sistema Ibérico, la cordillera Prelitoral Catalana, los Montes de Toledo, Sierra Morena, las sierras de Grazalema, Ronda y Cazorla, Sierra Nevada o la serra de Tramuntana en Mallorca.

La España seca o de transición, con valores medios anuales entre 300 y 800 mm, abarca casi las tres cuartas partes del país. Aquí se incluyen las tierras llanas de las dos mesetas, las cuencas medias y bajas del Ebro y del Guadalquivir, así como buena parte de la fachada oriental mediterránea, salvo el sector sudoriental. También quedan incluidas las tierras altas y medianías orientadas al norte de las islas Canarias más montañosas, así como el resto de Mallorca, Menorca e Ibiza.

Finalmente, la España árida o semidesértica se circunscribe al sudeste peninsular, desde Alicante hasta Almería, así como a las áreas costeras de las islas Canarias, que reciben cerca de 100 mm en algunos sectores a sotavento de los vientos alisios.

Los valores del mapa de *Precipitación máxima diaria* dan idea de la intensidad y torrencialidad que pueden alcanzar las precipitaciones. Los valores más altos se alcanzan en buena parte del litoral, tanto peninsular como insular, y muy especialmente en el Mediterráneo, donde destacan los sectores de Valencia y Málaga. También algunas áreas de montaña del interior, como el Pirineo o el Sistema Central, se ven afectados por precipitaciones de elevada intensidad, que suelen desencadenar episodios de inundación. A pesar de estar alejadas de las masas marinas, fuente principal de humedad, el efecto del relieve favorece ocasionalmente la torrencialidad de las precipitaciones. Por el contrario, en la mayor parte del interior peninsular, las intensidades pluviométricas son muy inferiores.





Estas diferencias se observan también en los registros máximos diarios correspondientes a los observatorios principales de las capitales de provincia. Estos registros han tenido lugar mayoritariamente durante los meses de otoño y del verano, con episodios de carácter tormentoso. Aunque los valores máximos de las capitales sólo han superado los 300 mm en Málaga, en muchos puntos del Levante, Andalucía, Canarias, Baleares o Pirineos se han llegado a alcanzar intensidades muy superiores, como recoge la AEMET en sus estadísticas: 817 mm en Oliva (Valencia), 720 mm en Gandia (Valencia), 700 mm en Benasque (Huesca), 600 mm en Albuñol (Granada), 590 mm en San Andrés (Tenerife) o los 536 mm en Escorca (Illes Balears). En este [enlace](#) se pueden obtener las precipitaciones diarias en toda España entre 1950 y 2012.

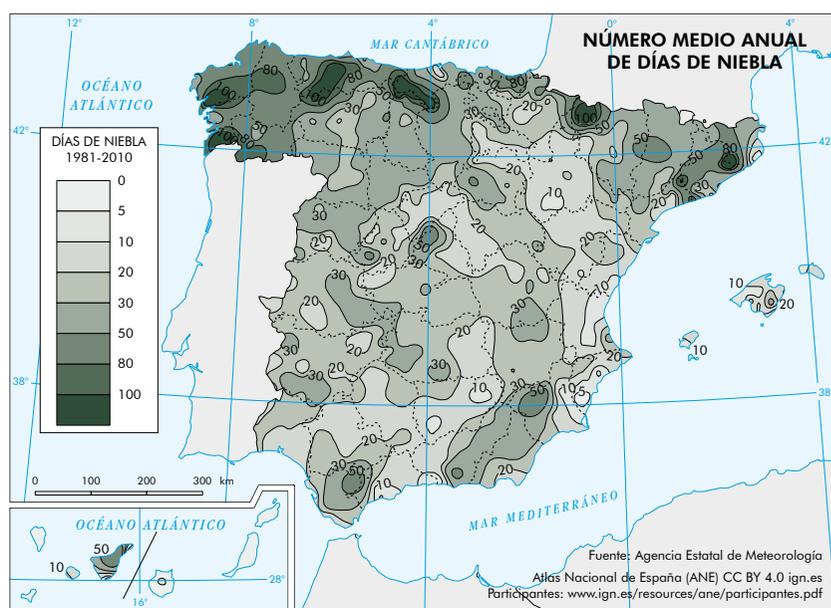
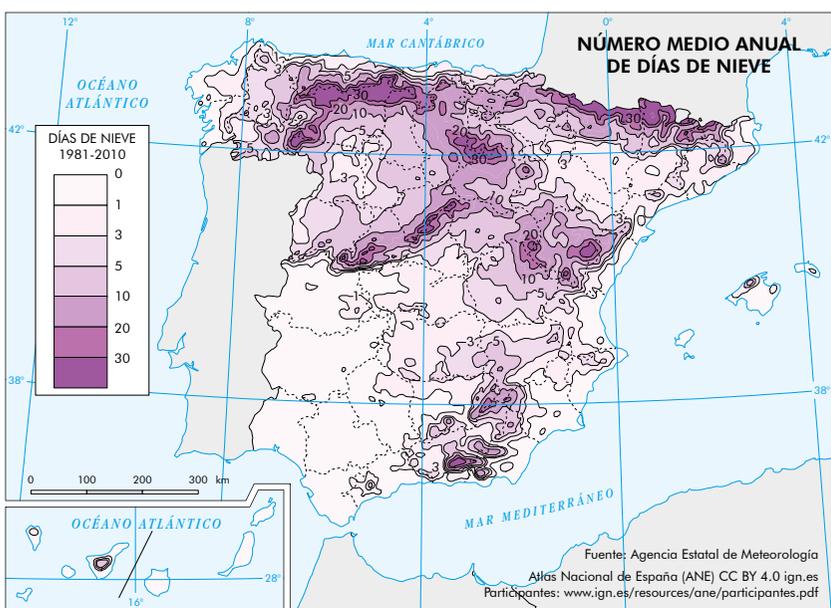
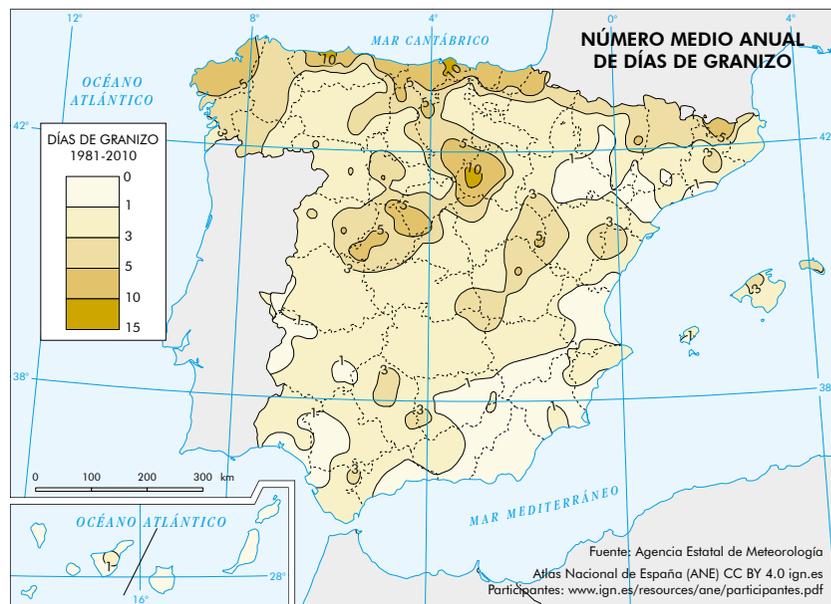
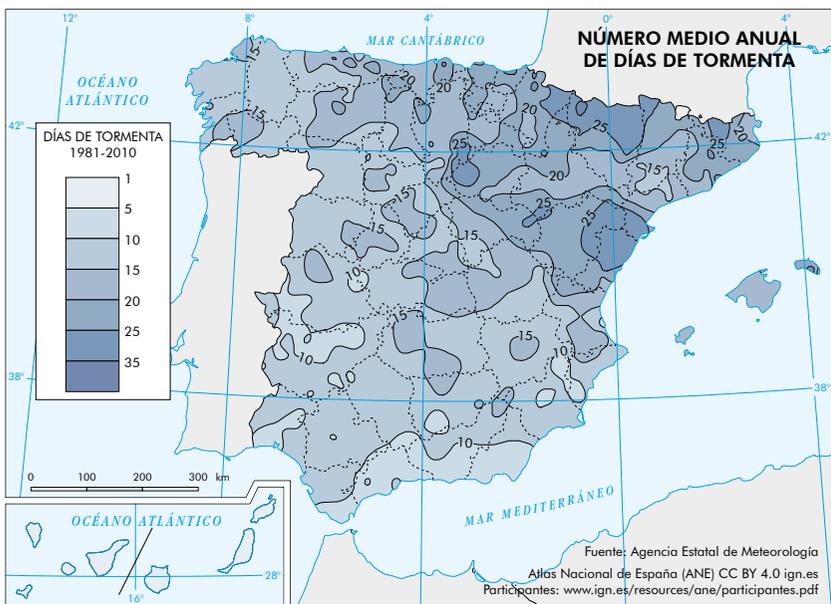
La tendencia en la precipitación anual entre 1950 y 2012 muestra un descenso global en la Península del 3,7% por década en áreas significativas y tendencias inapreciables en el resto (-0,3% por década). En Baleares también se detecta un descenso general medio en torno al 2,5% por década en las escasas zonas de cambios significativos, si bien en los últimos años se infiere una tendencia positiva. En Canarias la tendencia significativa negativa se concentra en las islas orientales y nordeste de Tenerife, mientras que el resto presenta tasas de cambio no considerables. El mapa *Tendencia de la precipitación* muestra en la Península dos áreas diferenciadas. Por un lado, la costa mediterránea muestra tendencias de signo positivo, mientras que en el resto son negativas, de mayor magnitud y significación en el sur de Galicia, zonas elevadas de la Cordillera Cantábrica, en el Pirineo oriental, en puntos del sector oriental del Sistema Central y en el sudeste peninsular.

El mapa *Número medio anual de días de precipitación mayor o igual a 1 mm* muestra un fuerte gradiente entre las regiones del norte y del sur, con máximos relativos en las principales zonas de montaña. Se superan los 100 días en Galicia, norte de León, cordillera y litoral cantábricos, Pirineos, así como en los sectores de mayor altitud de los sistemas Central e Ibérico, por ser focos de condensación con lluvias orográficas. Los máximos se alcanzan al noroeste de Galicia y en algunos puntos de Gipuzkoa y norte de Navarra, donde se superan los 150 días de lluvia al año. En la mayor parte del interior peninsular y Baleares la frecuencia de lluvia oscila entre 50 y 100 días. En buena parte de la franja litoral mediterránea, todo el sudeste peninsular, el sudoeste de Andalucía, la depresión oriental del Ebro y en las medianías y zonas altas de las islas Canarias no se alcanzan los 50 días de promedio. El resto de dichas islas junto a algún sector del litoral almeriense apenas tienen 25 días de lluvia.



Alberto Martí

La nieve es un meteoro frecuente en la Cordillera Cantábrica



Hidrometeoros

Las tormentas constituyen uno de los meteoros más espectaculares y amenazantes de los que se originan en la atmósfera, pues al aspecto oscuro de la base de los cumulonimbos se unen aguaceros intensos, a veces con granizo, fuertes rachas de viento y un potente aparato eléctrico. Pueden ocurrir en cualquier época del año, incluso en invierno, como los asociados al paso de frentes fríos, si bien son mucho más frecuentes e intensas durante el periodo estival. En el mapa *Número medio anual de días de tormenta* se observa que la mayor frecuencia se encuentra en el cuadrante nororiental de la Península, con más de 15 días de media anual. Destacan Pirineos, el Sistema Ibérico, algunos sectores de la Cordillera Cantábrica y buena parte del valle del Ebro, donde tienen lugar en más de 20 ó 25 días. Estas áreas de montaña actúan como núcleos orográficos que favorecen el efecto de disparo vertical y los procesos termoconvectivos, generadores de las tormentas.

Algunas de estas tormentas vienen acompañadas de granizo. Este sólido y temido hidrometeorito es poco frecuente en España, si bien las consecuencias económicas que puede ocasionar un solo día en el sector agrícola son muy graves. Hay que decir que los registros sobre la frecuencia del granizo no son del todo precisos, por su incidencia a veces muy localizada, que puede no coincidir con el observatorio más próximo. Según el mapa *Número medio anual de días de granizo*, la mayor frecuencia tiene lugar en el litoral norte y noroeste, con más de 5 o 10 días por año; estos suelen venir asociados a frentes y perturbaciones atlánticas, y generalmente es granizo de muy pequeño tamaño. Las áreas de montaña de la mitad norte peninsular registran más de 3 días con granizo, acompañando casi siempre a episodios tormentosos que, aunque poco frecuentes en el resto del país, son los más peligrosos, especialmente en el valle del Ebro, la Comunitat Valenciana y Murcia, con cultivos hortofrutícolas muy sensibles.

Los días de nieve constituyen un acontecimiento poco habitual en gran parte de España, salvo en las áreas de montaña, donde el factor altitudinal favorece la aparición del blanco meteorito con relativa frecuencia, desde finales del otoño hasta bien entrada la primavera. En el mapa *Número medio anual de días de nieve* se aprecia que su frecuencia es mayor en la mitad norte peninsular, más expuesta a la llegada de masas de aire frío y húmedo desde latitudes polares, que desencadenan precipitaciones en forma de nieve. Todos los sistemas montañosos registran por encima de los 1.500 m más de 30 días de nieve al año, son más frecuentes y copiosas en la Cordillera Cantábrica y en Pirineos. En Baleares solo en las cimas de la serra de Tramuntana la nieve tiene cierta frecuencia, al igual que en los niveles altos de Tenerife. En los litorales mediterráneo y atlántico, así

como en el sudeste peninsular la nieve es rara o prácticamente desconocida.

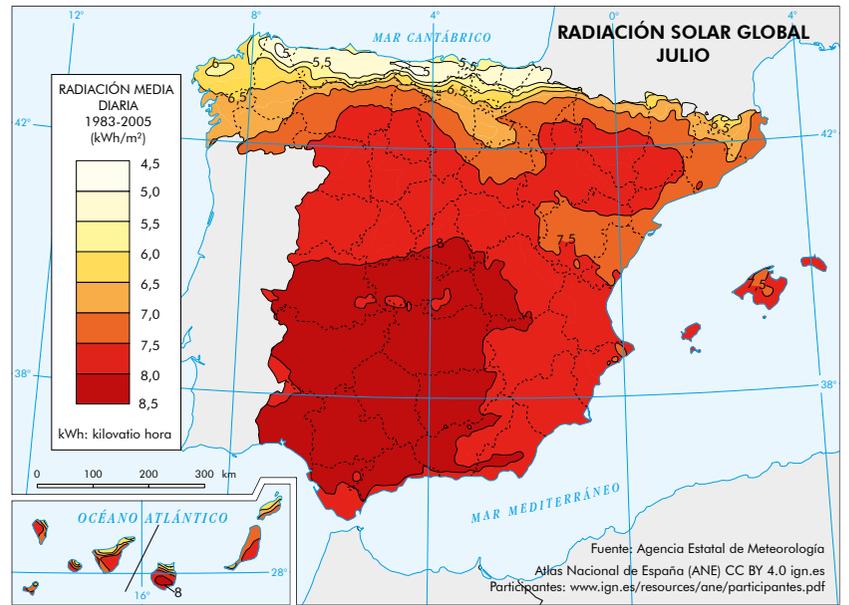
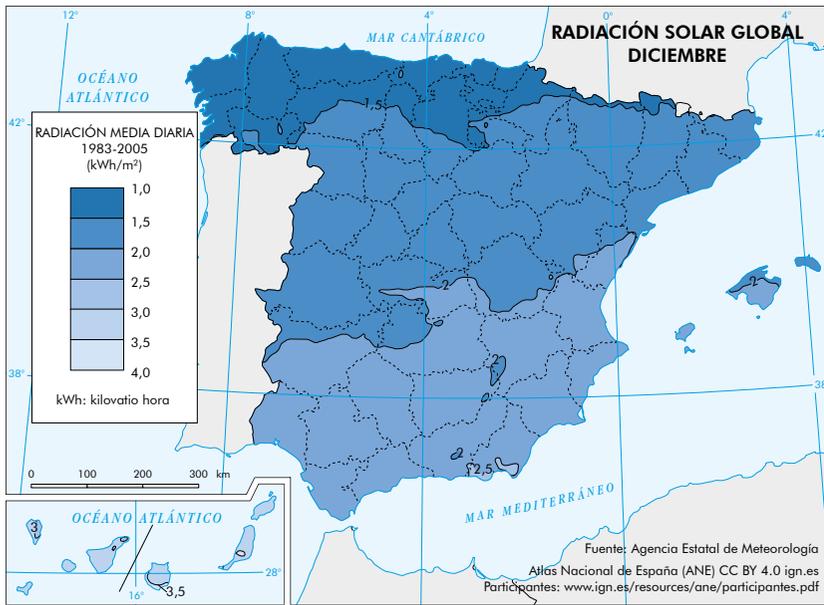
El mapa *Número medio anual de días de niebla* muestra una distribución muy irregular, con valores que oscilan entre los 10 días de algunos sectores del litoral mediterráneo y los más de 100 días que se registran en algunos puntos de Galicia y del norte peninsular, sobre todo en zonas elevadas de la Cordillera Cantábrica. Ello se debe a que el origen de la niebla y los momentos temporales en que se producen son muy diversos. Las nieblas de carácter orográfico se forman en las áreas de media y alta montaña en cualquier época del año. Las nieblas formadas por irradiación nocturna se producen en el fondo de valles y depresiones, como las del Ebro, Duero o Tajo, y bajo situaciones de fuerte estabilidad atmosférica, principalmente durante el invierno. Finalmente, las nieblas de advección que afectan a los sectores costeros, más frecuentes durante el verano, y en las medianías de las vertientes septentrionales de Canarias. En La Laguna (Tenerife) la niebla tiene lugar el 90% de los días de junio y julio, con el consiguiente impacto en el aeropuerto de Tenerife Norte.



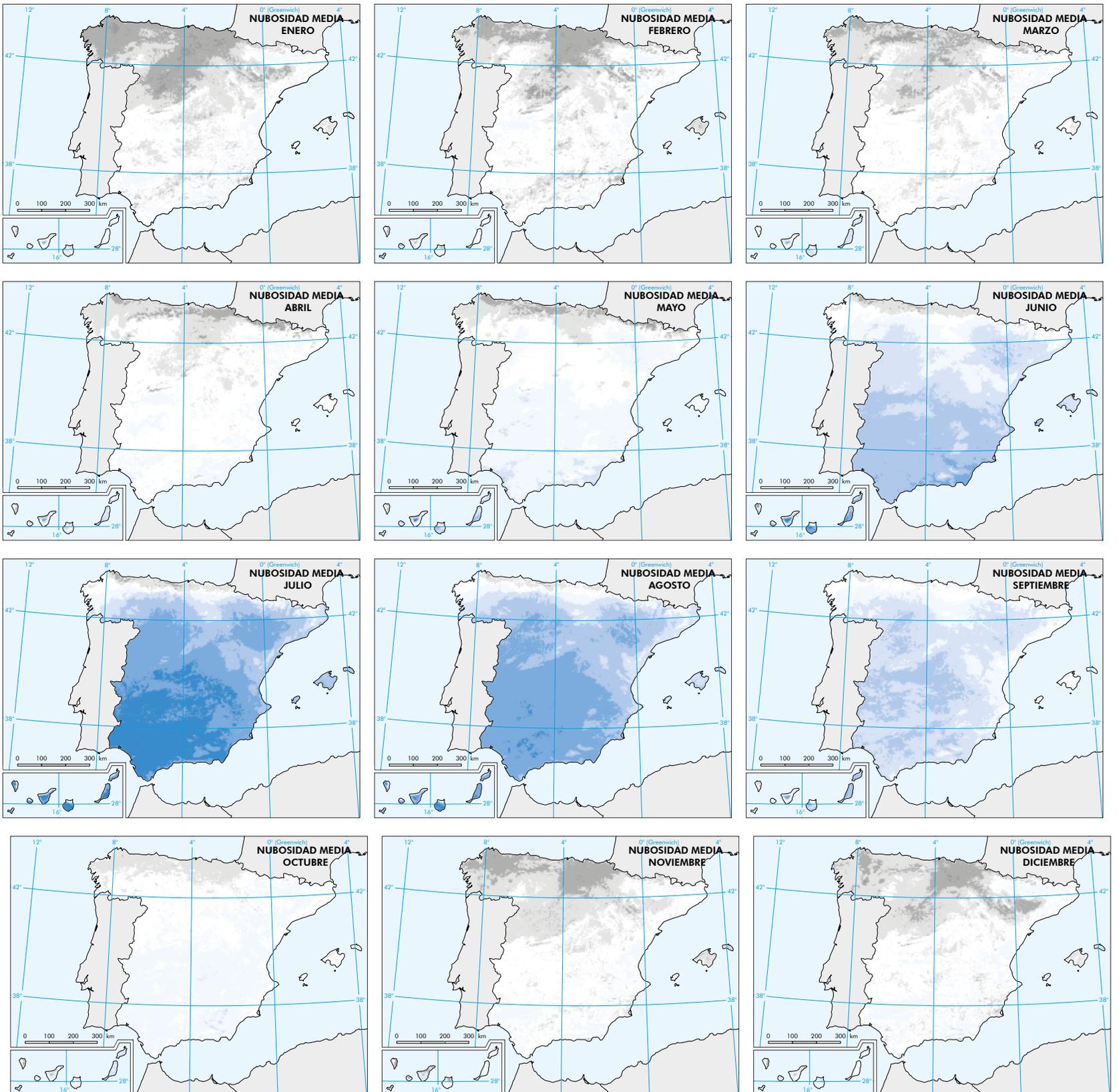
Granizo

Radiación, insolación y nubosidad

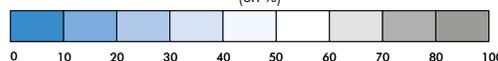
En el mapa de *Insolación anual*, que muestra el número medio de horas de sol en España, se pueden diferenciar tres grandes áreas. En primer lugar la cornisa cantábrica, desde el norte de Galicia hasta la Navarra atlántica, donde la frecuente nubosidad que llega desde el Atlántico impide que se superen las 1.800 o 2.000 h de sol al año. Una segunda área, con valores anuales entre 2.000 y 2.600 h, se extiende desde el sur de Galicia, por buena parte de Castilla y León, La Rioja, Navarra, Aragón y Cataluña, así como



Nubosidad media mensual



NUBOSIDAD MEDIA MENSUAL 2001-2017 (en %)



Fuente: Royé, D., Lorenzo, N. et al. "Spatio-temporal variations of cloud fraction based on circulation types in the Iberian Peninsula". International Journal of Climatology, 39 (3):1716-1732. 2019

las vertientes septentrionales de las islas Canarias más montañosas. Por último, la mitad meridional de la Península, junto a una parte de la cuenca del Ebro y el centro de la cuenca del Duero, Baleares y el resto de Canarias, disfrutaron de una elevada insolación, con más de 2.600 h al año. La Costa de la Luz entre Cádiz y Huelva, junto a Lanzarote y Fuerteventura, son las tierras que registran los máximos de insolación, con valores que superan las 3.000 h anuales.

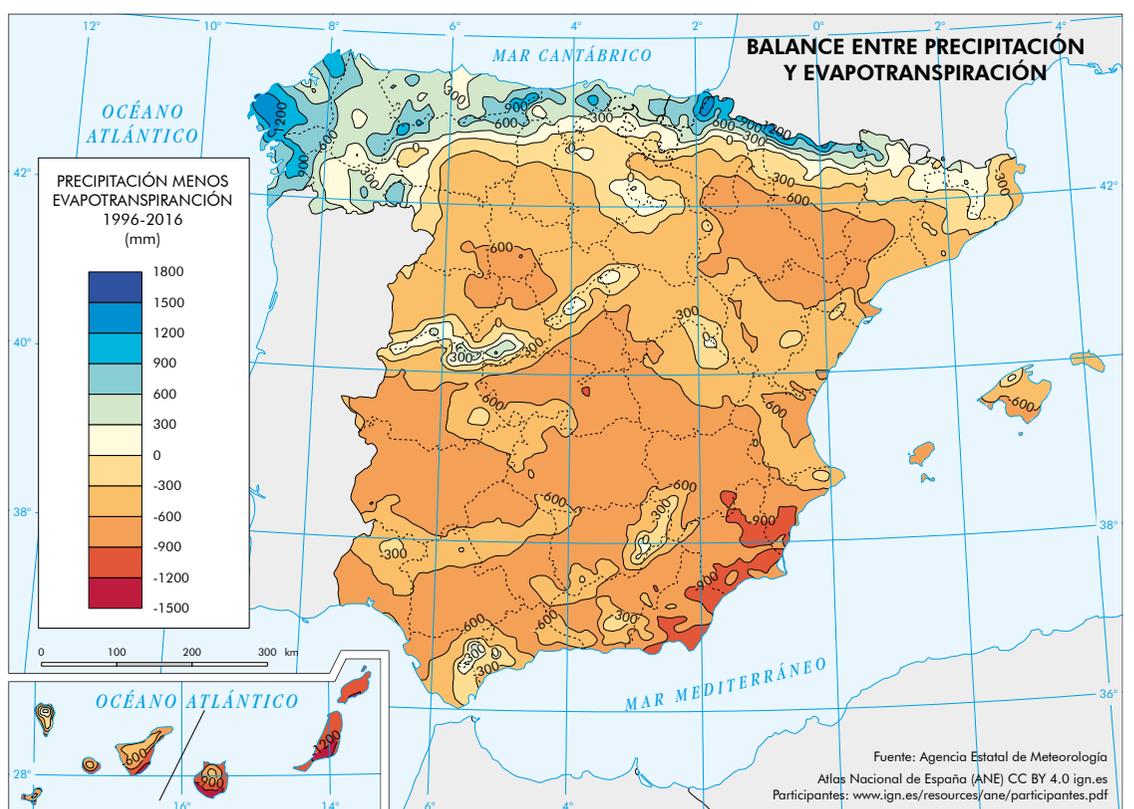
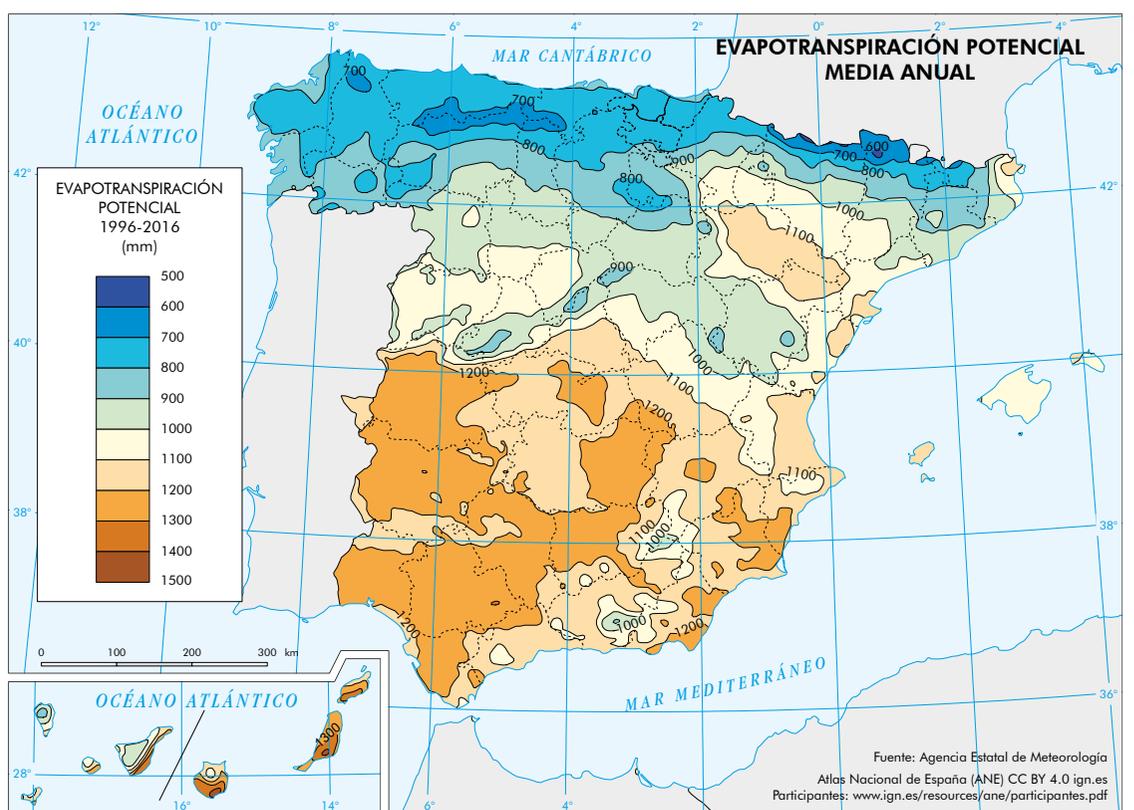
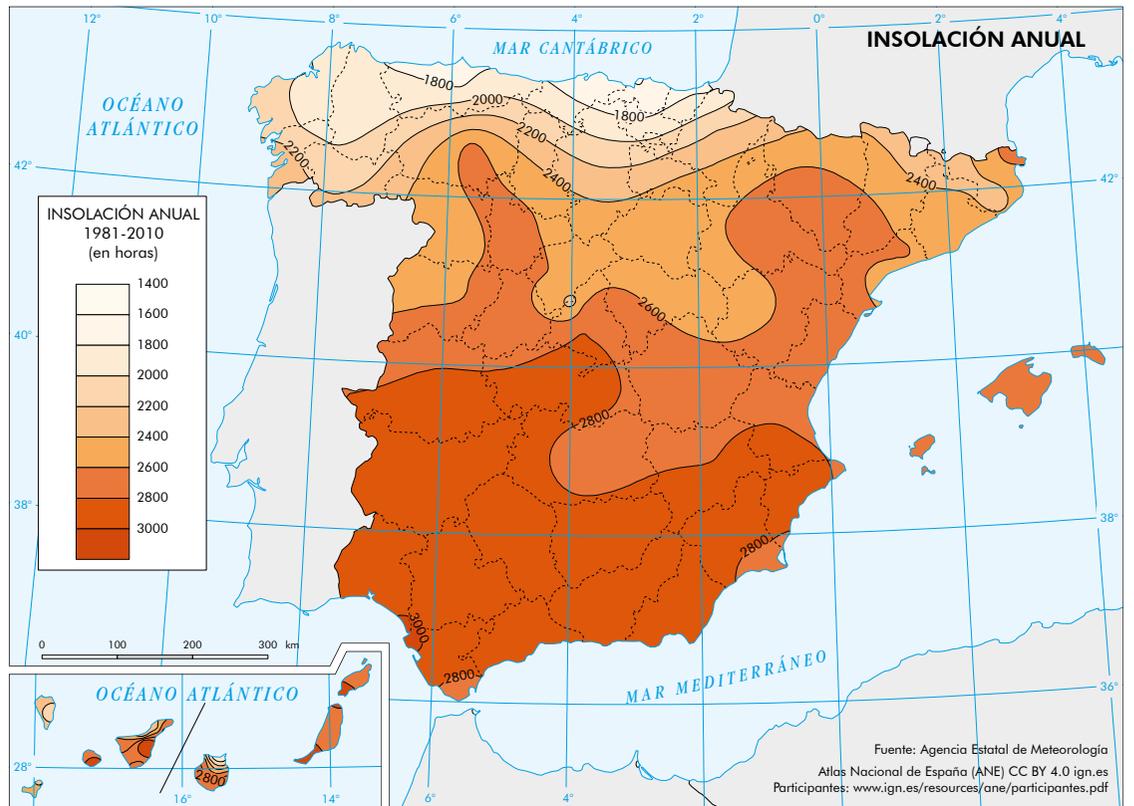
Tanto la variación espacial de la insolación como de la radiación solar están sujetas fundamentalmente al factor latitudinal, que dibuja un claro gradiente norte-sur en ambos parámetros. Por el efecto del relieve, en verano, se produce un fuerte contraste entre la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica y el resto de la Península, debido a la frecuencia con la que la nubosidad de estancamiento cubre todo el norte peninsular bajo situaciones anticiclónicas, con vientos del nordeste. Gradientes muy marcados se encuentran también entre las vertientes septentrionales y meridionales de las islas Canarias, sobre todo en Tenerife, Gran Canaria y La Palma.

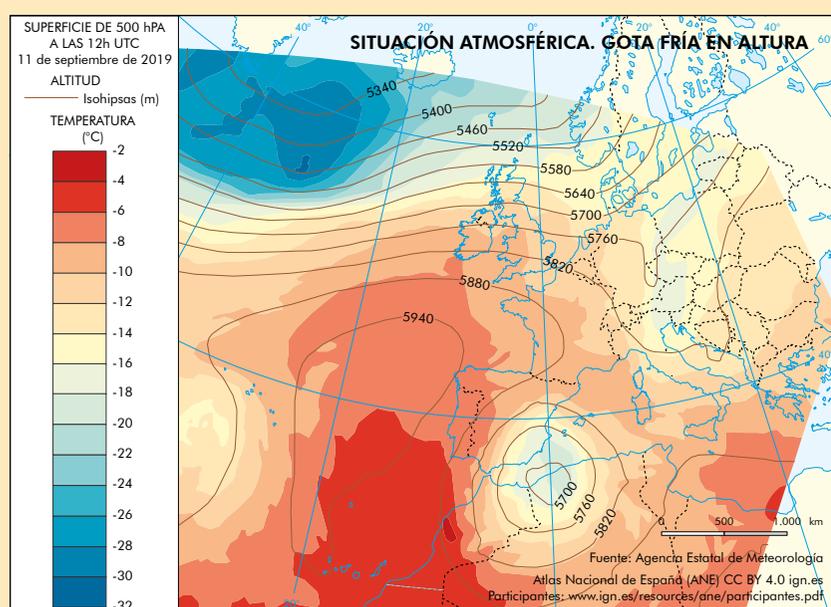
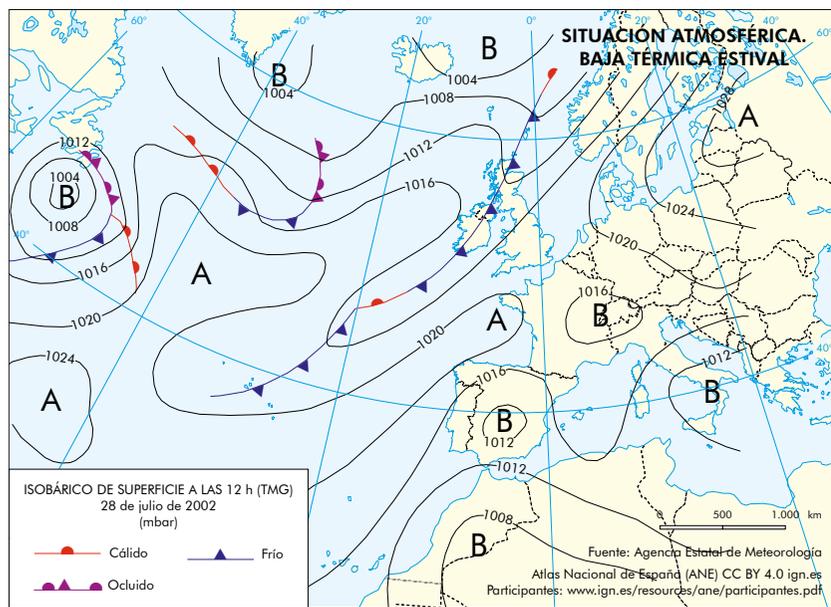
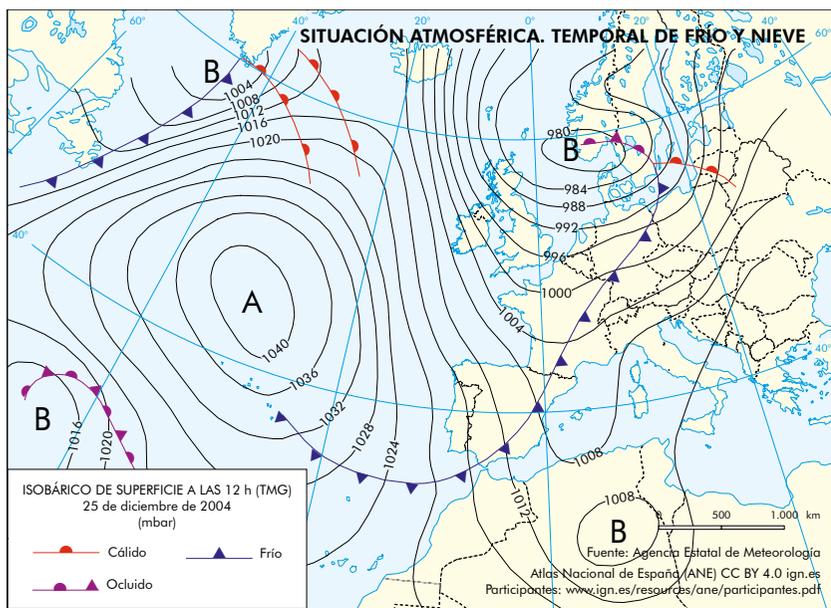
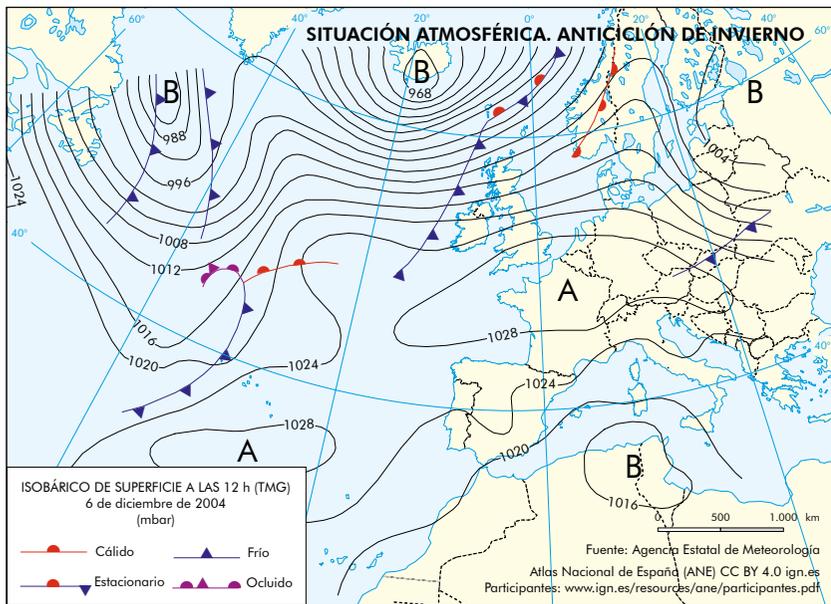
La distribución mensual de la nubosidad muestra también un claro gradiente norte-sur, con variaciones locales debidas a la altitud. El mes de enero es el que registra mayores porcentajes de nubosidad, especialmente en la mitad norte, con valores superiores al 80%. En los meses de febrero, marzo y abril la nubosidad es más intensa en el noroeste, el Cantábrico y en la Meseta septentrional. Julio y agosto son los meses con menor nubosidad, con valores medios inferiores al 20% en la mitad sur. Solo en la cornisa cantábrica persiste la nubosidad de estancamiento.

Evapotranspiración y balance de humedad

Como evapotranspiración se conocen los procesos de evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas; la evapotranspiración potencial (conocida por las siglas ETP) es la que existiría si hubiera agua suficiente en el suelo para evaporarse. Está condicionada por factores meteorológicos (radiación, temperatura, humedad del aire, viento), edáficos (tipo de suelo y su estado de humedad) y características de la cubierta vegetal. Constituye un indicador climático de particular interés cuando se relaciona con la precipitación y la absorción del suelo, porque es un buen exponente de la aridez del clima. Se expresa en mm por unidad de tiempo y para su estimación se emplean diferentes fórmulas.

Aplicando el método FAO (siglas en inglés de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) de Penman-Monteith, se comprueba que los valores de la ETP muestran estrecha relación con las temperaturas y ponen en evidencia las diferencias entre el norte y el sur peninsular y las variaciones con la altitud. Los valores mínimos se dan en el norte de España, con totales promedio anuales por debajo de los 800 mm, en su mayor parte, e incluso inferiores a los 700 mm en la Cordillera Cantábrica y los Pirineos, en correspondencia con las condiciones térmicas más frías de las áreas de montaña. En la Meseta norte oscilan en torno a los 800-1.100 mm, y aumentan progresivamente hacia el sur y la vertiente mediterránea. En la Meseta meridional, al igual que en el centro de la depresión del Ebro, se superan los 1.100 mm, y cantidades superiores a los 1.200 mm se alcanzan en amplias zonas de Extremadura y la cuenca del Guadalquivir, a causa sobre todo de las altas temperaturas del verano.





Tipos de tiempo

Anticiclón de invierno. Esta situación atmosférica se caracteriza por el claro dominio de las altas presiones sobre la península ibérica, relacionado con la presencia del anticiclón continental europeo o con el anticiclón de las Azores y, en ocasiones, con ambos, en una configuración puente entre los dos centros de acción. Estas condiciones isobáricas son más frecuentes en invierno y originan tiempo estable, seco y soleado, con posible inestabilidad en el este peninsular y las islas Baleares. En estas circunstancias, con la pérdida de calor nocturno por irradiación, se producen fuertes heladas, con escarcha y frecuentes fenómenos de inversión térmica, que generan espesos bancos de niebla en los valles y depresiones del interior, como las cuencas del Ebro y Duero, casi tan duraderas como el anticiclón que las provoca. Esta situación impide los movimientos ascendentes del aire, lo que favorece los estados de contaminación atmosférica en las grandes ciudades y en aquellos sectores de fuerte emisión de contaminantes. En las islas Canarias esta situación favorece la circulación de vientos del nordeste, alisios, y el cielo puede quedar cubierto por el denominado mar de nubes en las laderas de barlovento, mientras domina el sol en las situadas a sotavento.

Temporal de frío y nieve. Esta situación atmosférica se origina cuando un potente anticiclón, orientado según los meridianos, se sitúa sobre el Atlántico norte y un área depresionaria se localiza en el Mediterráneo occidental. En altura aparece una situación de bloqueo de la circulación zonal debido a la ondulación de la corriente en chorro sobre el océano, que impulsa el aire frío desde el Ártico hasta el norte de África. Se generan así profundas vaguadas, a las que se aplica el nombre de coladas de aire ártico, que ocasionan descensos térmicos acusados, fuerte inestabilidad y fenómenos tormentosos al paso de los frentes fríos. Aunque puede registrarse entre octubre y abril, esta configuración es más propia de invierno. El tiempo que le acompaña se caracteriza por el temporal de frío y nieve, y un considerable descenso de las temperaturas en la práctica totalidad de la península ibérica y Baleares. Las nevadas son copiosas en la vertiente norte de los sistemas montañosos y en las tierras del interior meseteño, y los vientos particularmente fuertes en el nordeste y el archipiélago balear, donde pueden ir acompañados de intensa actividad convectiva.

Baja térmica estival. Es una situación sinóptica típicamente estival, generada por el desplazamiento hacia la península ibérica del anticiclón de las Azores y de advecciones de masas de aire tropical. Se caracteriza por el escaso gradiente bórico en superficie, la presencia de una dorsal anticiclónica en altura y la formación en la España meridional de pequeños núcleos de baja presión de origen térmico, fruto del intenso caldeoamiento del suelo. La Península está dominada por un ambiente de gran estabilidad, con temperaturas iguales o superiores a las normales y cielos despejados, aunque no es extraña la presencia de calimas, formadas por partículas muy finas y secas de polvo en suspensión en la atmósfera, que reducen la visibilidad. En ocasiones se originan fuertes gradientes térmicos en las regiones interiores, que dan lugar a pequeños remolinos de polvo o tolvaneras. En este medio tan estable las únicas perturbaciones son las generadas por movimientos convectivos junto a la costa o en los sistemas orográficos, donde se pueden producir núcleos tormentosos aislados, a veces aparatosos y acompañados de granizo.

Gota fría o DANA (depresión aislada en niveles altos)

Una de las situaciones atmosféricas más temidas por sus posibles efectos adversos, tanto económicos como humanos, es la DANA (depresión aislada en niveles altos), también conocida popularmente como gota fría. Consiste en la presencia de un embolsamiento de aire frío en las capas medias y altas de la troposfera, que es escasamente perceptible en superficie, donde el campo de presión es poco definido o incluso presenta una situación anticiclónica. Su génesis tiene lugar cuando disminuye la velocidad del *Jet Stream* o chorro polar y éste se ondula acusadamente, trazando una amplia vaguada con aire polar que acaba estrangulándose y desprendiéndose. En este momento el aire frío en altura forma una depresión aislada y con circulación cerrada, que persiste de uno a cuatro días antes de su desaparición por absorción del aire caliente de alrededor. Si esta depresión fría en altura coincide en superficie con la llegada a la Península de aire cálido y húmedo desde el Mediterráneo, y con abundantes núcleos de condensación (sal marina, polvo sahariano), se genera una situación de fuerte inestabilidad.

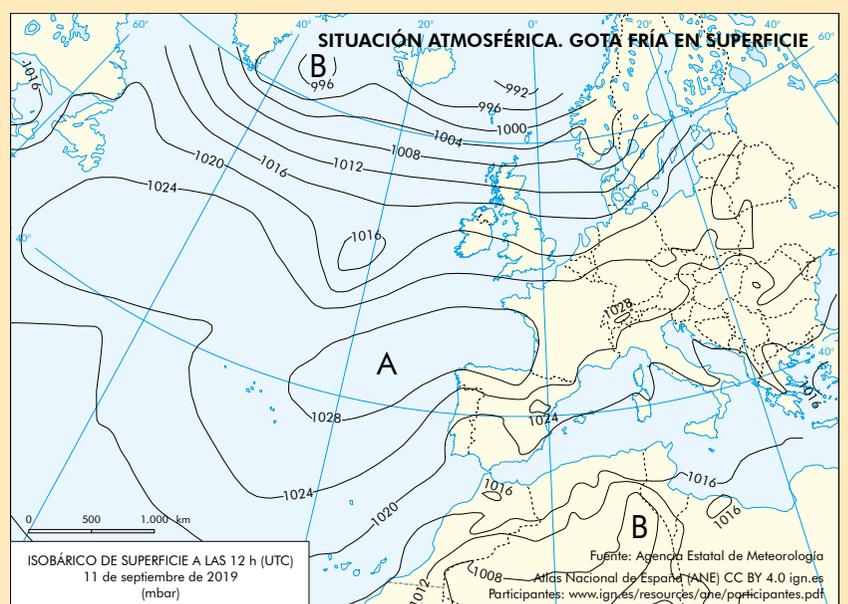
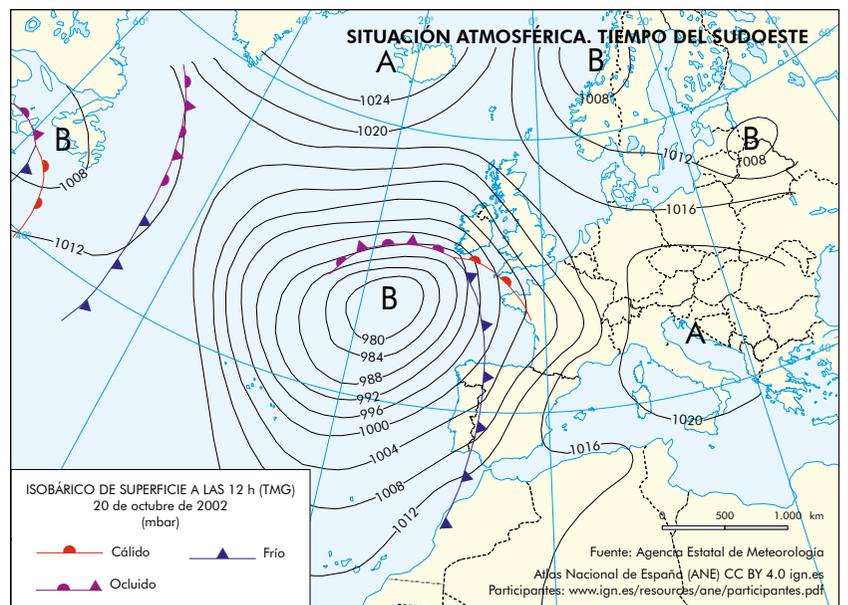
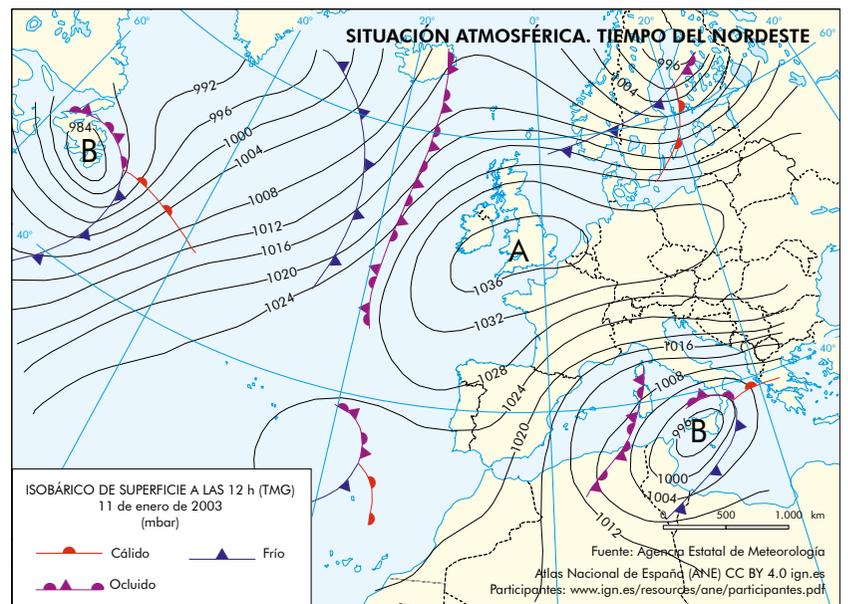
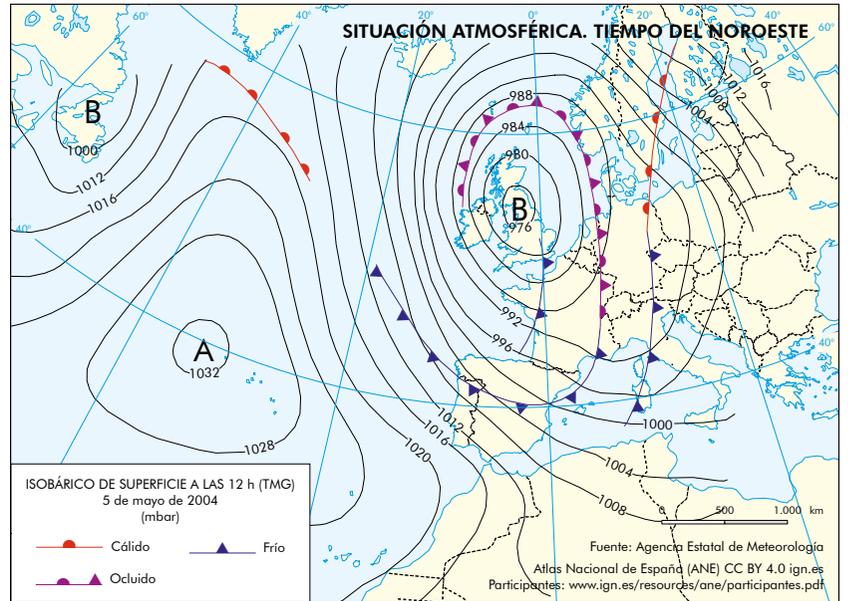
Tiempo del noroeste. El tipo de tiempo del noroeste se relaciona con la descarga fría que tiene lugar al paso, sobre la península ibérica, de un frente frío asociado a una depresión localizada en latitudes superiores. A la vez, el anticiclón atlántico se dispone en sentido de los meridianos y contribuye a reforzar la entrada del aire polar marítimo. Esta situación da lugar a la aparición de un tiempo inestable, con descenso de las temperaturas y precipitaciones generalizadas en la mitad septentrional en grado diverso, en relación con la intensidad de la expansión de la masa de aire y de la época del año en que se produce. Por esta razón, es imposible establecer un patrón único de tiempo en toda España. En verano, la llegada del aire polar provoca un claro refrescamiento de las temperaturas y la posibilidad del desarrollo de chubascos tormentosos en áreas de montaña y del interior, acompañadas a veces de granizo. En invierno, el descenso térmico va acompañado de precipitaciones de nieve en los sistemas montañosos, sobre todo en la mitad occidental peninsular; por el contrario, en la mitad oriental las temperaturas pueden ser relativamente altas y la lluvia inexistente. La inestabilidad y el ambiente desapacible se agrava a veces con la presencia de vientos fuertes, principalmente en la fachada septentrional y el nordeste peninsular.

Tiempo del nordeste. La advección del nordeste o continental europea se produce por la presencia de un potente anticiclón de bloqueo sobre Europa central y occidental, que abarca buena parte de la península ibérica, combinado con una depresión en el Mediterráneo. En altura domina un índice de circulación muy bajo, con ondulación anticiclónica, que contribuye a dirigir hacia España masas de aire continental europeo. Su frecuencia es baja, pero cuando se establece, preferentemente entre noviembre y marzo, la entrada de aire polar origina un descenso generalizado de las temperaturas y rigurosas heladas nocturnas. Esta situación provoca intensas olas de frío, en particular cuando las masas de aire que llegan a la Península son masas árticas del interior de Rusia. Salvo el litoral penibético, protegido por altos núcleos montañosos, el frío llega prácticamente a toda la Península, incluso a las costas cantábrica y levantina. Por lo general, esta advección no origina precipitaciones, debido al bajo contenido higrométrico del aire, salvo cuando recorre el mar Mediterráneo y se carga de humedad. En este caso, provoca lluvias y nevadas en la fachada mediterránea y en los sistemas montañosos, y llega a alcanzar las islas Canarias.

Tiempo del sudoeste. Esta situación resulta de la presencia de una extensa borrasca situada en el norte o noroeste de la Península y de la circulación atmosférica en altura, caracterizada por suaves ondulaciones, que canalizan masas de aire tropical marítimo hacia las tierras ibéricas. Puede tener lugar en cualquier momento del año, aunque es más propia del invierno, cuando el anticiclón de las Azores se sitúa en latitudes bajas y la circulación zonal facilita el paso de las perturbaciones atlánticas. Estas condiciones provocan el aumento de la temperatura, elevada nubosidad y lluvias generalizadas al paso de los frentes. El golfo de Cádiz es vía de entrada de los flujos húmedos del océano, que riegan con generosidad el sur peninsular. Son los denominados vientos ábrigos o llovedores, responsables de algunos de los temporales de lluvia más fuertes del valle del Guadalquivir y barreras montañosas bien expuestas. Hacia el norte las precipitaciones se reducen notablemente a sotavento de las cordilleras y llegan a desaparecer en la cornisa cantábrica, donde el efecto foehn origina un considerable ascenso de las temperaturas.

El percutor con efecto disparo en la vertical de ese aire cálido y húmedo suelen ser las sierras litorales y prelitorales, contra las que choca ese flujo inestable procedente del este. El brusco ascenso del aire cálido y su contacto con el aire frío en altura provoca una condensación masiva del vapor de agua, formando nubes de gran desarrollo vertical, que darán lugar a chubascos y tormentas que pueden ser especialmente intensos y descargar enormes cantidades de agua en muy poco tiempo. En algunas localidades mediterráneas se han llegado a medir más de 500 mm en tan sólo 24 h.

Estas condiciones suelen registrarse con cierta frecuencia en la región mediterránea en otoño, cuando las aguas del Mediterráneo presentan una notable anomalía térmica positiva, tras el largo verano. Se originan así precipitaciones torrenciales, responsables de graves inundaciones y riadas. La DANA del 9 al 16 de septiembre de 2019 pasará a la historia como una de las más devastadoras y catastróficas de la historia reciente de España, con un balance de siete muertos y gravísimas inundaciones en numerosos puntos de Cataluña, Comunitat Valenciana, Murcia, Andalucía, Castilla-La Mancha, Comunidad de Madrid y Baleares.



Clasificación climática

Para delimitar los distintos climas de España se utiliza la clasificación de Köppen-Geiger, por ser uno de los sistemas más conocidos y de amplio uso en estudios climatológicos de todo el mundo. Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas, las precipitaciones medias mensuales y la estacionalidad de las precipitaciones. A partir de ellos se diferencian varios grupos y subgrupos climáticos, que se identifican mediante un código de letras. El método distingue cinco grandes grupos principales, descritos mediante letras mayúsculas, cuatro de los cuales se pueden encontrar en España: tipo B, clima seco, de escasas precipitaciones y sin excedente hídrico; tipo C, clima templado, caracterizado por temperaturas medias del mes más frío comprendidas entre 0 °C y 18 °C, y medias del mes más cálido por encima de los 10 °C; tipo D, clima frío, de temperatura media del mes más frío inferior a 0 °C y la del mes más cálido superior a 10 °C; y tipo E, clima polar, sin estación cálida y promedio mensual de las temperaturas siempre por debajo de 10 °C. Buena parte de España está incluida en la categoría de clima templado, tipo C; el clima frío D se localiza en áreas de montaña; las zonas de clima seco, tipo B, tienen reducida extensión; y son muy limitadas las áreas de clima E.

Los grupos anteriores se subdividen a su vez en subgrupos mediante letras minúsculas, según la distribución estacional de la precipitación: letra f, sin estación seca; s, presencia de estación seca en verano; w, estación seca en invierno; a, temperatura del mes más cálido superior a 22 °C; b, temperatura media del mes más cálido inferior a 22 °C, pero



Mar de nubes en Tenerife

Mª Victoria Marzol

al menos cuatro meses de media superior a 10 °C; h, temperatura media anual superior a 18 °C; y k, temperatura media anual inferior a 18 °C.

En esta clasificación, el norte de España tiene un clima templado lluvioso; en la costa la temperatura de invierno es muy moderada y el verano resulta fresco: es un clima típico Cfb. Hacia el interior se inicia la transición hacia el verano seco (s) y más cálido (a), mientras en las montañas es frecuente la nieve y se llega al clima Df. El clima con verano seco o mediterráneo es el de mayor representación, pero tiene un variado abanico de subtipos. El clima de invierno suave, Csa, es la forma más genuina de influencia marítima, como ocurre en la costa oriental, las islas Baleares y el

sur peninsular. Hacia Extremadura y la Meseta sur las condiciones son ya más secas y manifiestan un claro matiz continental. Este aumento de la continentalidad se observa en la cuenca del Duero, donde domina el clima Csb, de verano corto e invierno muy frío. La progresiva degradación del clima mediterráneo hacia condiciones más secas conduce a un clima estepario caluroso (BSh), o frío (BSk) en la Mancha y valle del Ebro, y a condiciones desérticas, tipos BWk y BWb, en el sudeste español. El clima estepario y el desértico domina también en las islas Canarias, salvo en altitud, donde se pasa rápidamente a climas Csa y Csb. El tipo E solo se localiza en alta montaña del Pirineo central.

