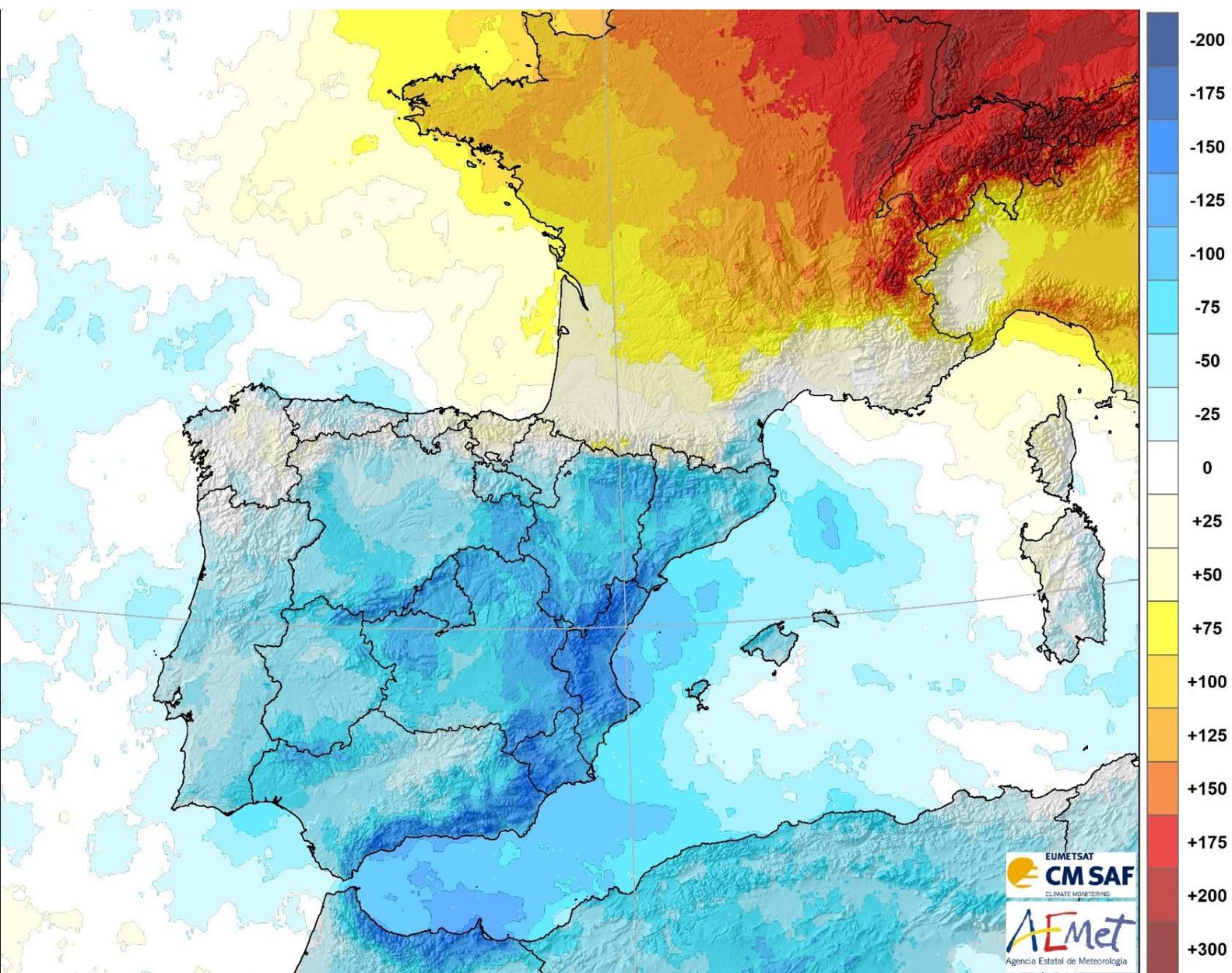


Una cuarentena en penumbra

José Ángel Núñez Mora

AEMET en la Comunidad Valenciana



Contenido

1. Cuarentena en penumbra.	3
2. Cuarentena, tiempo de cuarenta días: justificación del periodo de datos y variables a analizar.....	3
3. La insolación a través de datos de satélite	5
4. Cartografía de la insolación durante la cuarentena: Luces y sombras sobre Europa.	10
5. Diario nuboso de la cuarentena.	16
6. Bloqueo escandinavo.	18
7. Conclusiones.....	20
8. Impresión, sol naciente (epílogo).....	20
9. Bibliografía básica.....	22
Anexo. Imágenes diarias de insolación. (Horas diarias de sol).....	23

*Mira la luz y admira su belleza. Cierra los ojos y observa. Lo que has visto antes ya no está.
Lo que verás después no existe todavía.*

Leonardo da Vinci.

1. Cuarentena en penumbra.

La séptima acepción de cuarentena del Diccionario de la lengua española la define como el “aislamiento preventivo a que se somete durante un período de tiempo, por razones sanitarias, a personas o animales”. Desde un punto de vista climático y meteorológico, lo que vamos a exponer en este artículo de lo ocurrido durante las semanas de confinamiento es el análisis de un aspecto que ha llamado la atención a los que hemos vivido preventivamente aislados en nuestros domicilios durante el periodo de cuarentena decretado en España a partir del 15 de marzo de 2020: la escasa insolación.

¿Dónde estaba el sol? ¿Teníamos más tiempo para fijarnos en aspectos de la naturaleza que en nuestra vida previa pasaban desapercibidos, o realmente se concatenaron una serie de configuraciones meteorológicas persistentes que dieron lugar a que se produjese un extraordinario periodo de, literalmente, penumbra sobre España? Vamos a analizar todos los datos registrados y a compararlos con series históricas y, además, vamos a ofrecer una visión más amplia comparando los registros de insolación en España con los de otras ciudades y países europeos y del norte de África.

2. Cuarentena, tiempo de cuarenta días: justificación del periodo de datos y variables a analizar.

Acepción quinta de cuarentena del diccionario de la Real Academia Española de la Lengua: tiempo de cuarenta días, meses o años.

La definición de la palabra cuarentena que hace el Diccionario de la lengua española, nos sirve para fijar para nuestro estudio un periodo de cuarenta días que transcurriría entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2020, ambos incluidos, y que son los días posteriores a la declaración del Estado de Alarma por el Gobierno de España. De ese periodo de cuarenta días vamos a analizar fundamentalmente la insolación.

Según la Organización Meteorológica Mundial, el término “insolación” está vinculado al brillo del disco solar que rebasa la luz difusa del fondo del cielo, o a la aparición de sombras por detrás de los objetos iluminados, fenómeno que el ojo humano puede observar mejor (OMM, 2012). El registro de la insolación total diaria está muy relacionado con la radiación directa ya que, históricamente, desde finales del siglo XIX, se ha utilizado el heliógrafo de Campbell-Stokes para medirla. Aunque actualmente la mayoría de los datos de insolación diaria provienen de radiómetros en los que se establece un umbral de radiación solar directa de 120 W/m^2 , que fue el que se propuso hace décadas como equivalente a la radiación necesaria para comenzar a quemar la banda del heliógrafo. Los instrumentos de medida por tanto son muy heterogéneos, ya que conviven aún registros realizados mediante heliógrafos, con otros provenientes de distintos tipos y marcas de radiómetros.

La primera mitad del mes de marzo, al igual que ocurrió en febrero, transcurrió en general con ambiente soleado en gran parte de España, sin embargo, a partir del 15 de marzo se produjo un brusco cambio de tiempo y durante gran parte de los cuarenta días siguientes predominó el cielo nuboso y la escasa insolación, que fue más acusada en las comunidades del Mediterráneo. En el gráfico siguiente se representa las horas de sol registradas en el observatorio del aeropuerto de València durante los meses de marzo y abril. En él, claramente aparece un largo periodo de días con insolación por debajo del promedio normal a partir del 15 de marzo, e incluso 14 días con insolación nula o inferior a una hora.

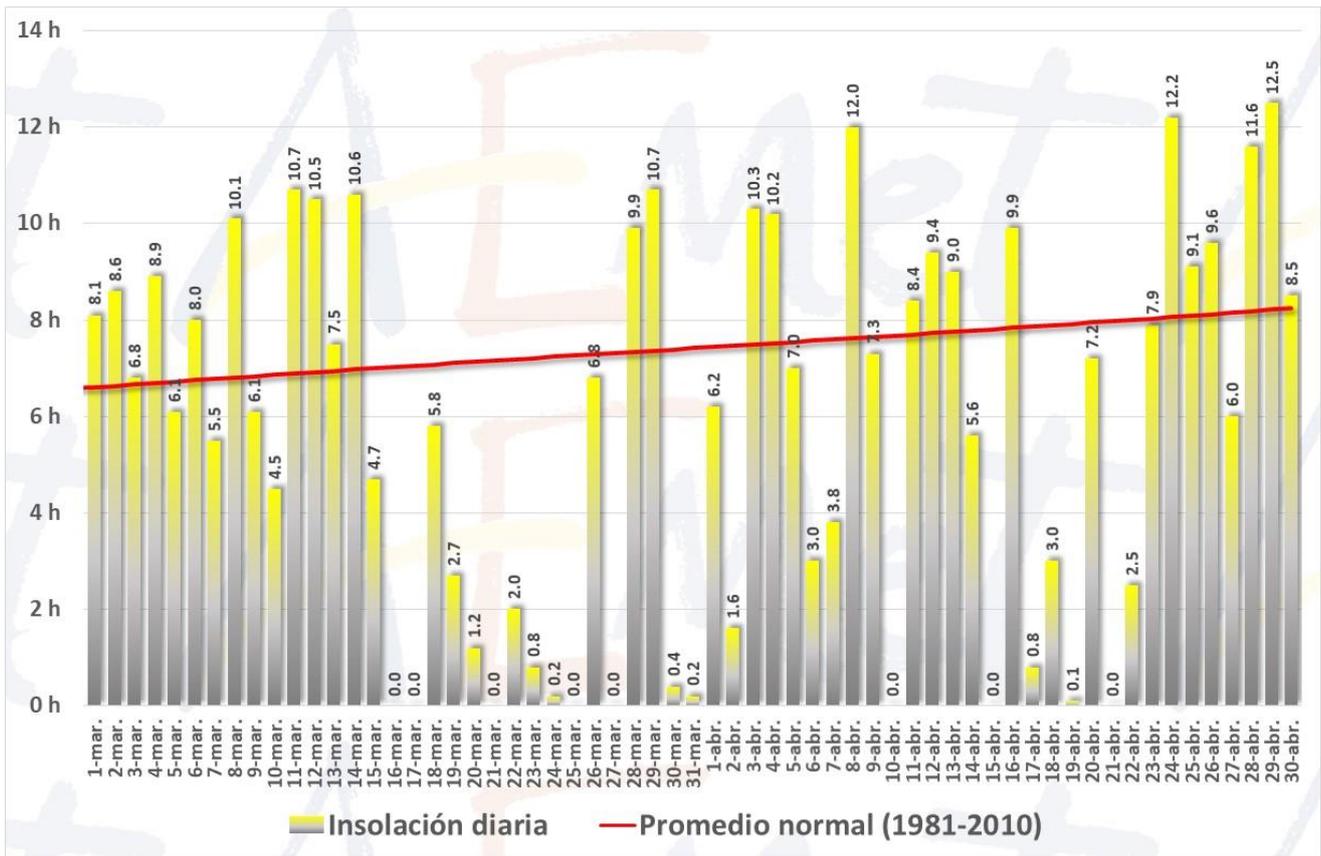


Imagen 1: número diario de horas de sol. Observatorio del aeropuerto de València. Año 2020 frente al promedio normal.

¿Resulta anómalo en las series climáticas un periodo con tanto déficit de insolación? Para responder a esa pregunta hemos comparado el número de horas de sol registradas entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2020 con el mismo periodo de tiempo de varias series históricas, y la respuesta es que en observatorios como València, Castelló o Málaga ha sido, con diferencia, el periodo equivalente de cuarenta días con menos horas de sol registradas, y en otros muchos se sitúa entre los tres más bajos de la serie, como por ejemplo en el observatorio del aeropuerto Madrid-Barajas Adolfo Suárez, que tiene datos digitalizados de insolación desde 1951 y el registro de insolación durante la cuarentena, 178.6 horas de sol, es el segundo más bajo tras el mismo periodo de 1968 (176.7 horas).

Para ilustrarlo adjuntamos en la imagen 2 la evolución del número de horas de sol registradas en el aeropuerto de Málaga en el periodo de cuarentena desde el año 1948. En el periodo equivalente de 40 días de la serie, nunca se había bajado de 200 horas de sol; el mínimo se había registrado en 1982, con 201,7 horas, en 2020 el número de horas de sol en el aeropuerto de Málaga ha sido de 168.4.

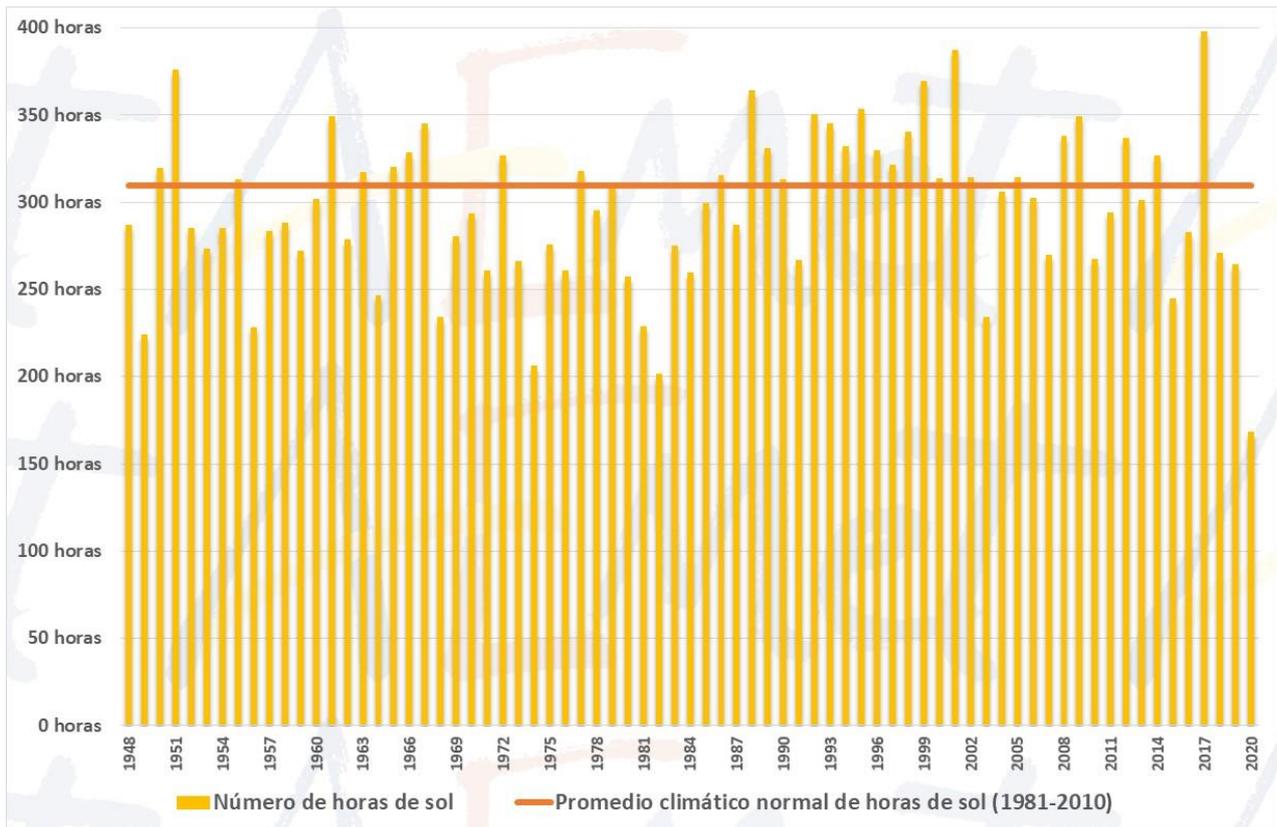


Imagen 2: número total de horas de sol en el observatorio del aeropuerto de Málaga. 15 de marzo al 23 de abril (1948-2020).

3. La insolación a través de datos de satélite.

¿Qué ocurrió en Europa en ese mismo periodo? Para el análisis continental de la insolación vamos a emplear los datos del Servicio de Aplicaciones Satelitales de EUMETSAT para la vigilancia del clima (CM SAF), que es un servicio que desarrolla, genera, archiva y distribuye productos derivados de datos de satélite para la vigilancia, comprensión y adaptación a la variabilidad climática y al cambio climático.

Los Servicios de Aplicaciones Satelitales de EUMETSAT (SAF), son centros de excelencia dedicados al tratamiento de datos satelitales y forman parte integrante del segmento terrestre distribuido de aplicaciones de EUMETSAT.



Imagen 3: logotipos de los servicios de aplicaciones SAF de EUMETSAT.

Hay ocho servicios de aplicaciones, y cada uno de los ocho SAF está compuesto por un consorcio que incluye expertos de los Estados miembros de EUMETSAT. Como ejemplo, el NWCSAF es el consorcio liderado por España a través de AEMET e incluye expertos de Meteo France (servicio meteorológico francés), ZAMG (servicio meteorológico austriaco), NMA (servicio meteorológico rumano) y SMHI (servicio meteorológico sueco), y su cometido es proporcionar productos que presten apoyo a las actividades operativas y de

investigación en pronósticos de muy corto plazo y "predicción inmediata" o nowcasting, que se trata de una extrapolación a unas pocas horas (en general hasta 3), de un fenómeno ya existente.

Los ocho SAF de EUMETSAT proporcionan a los usuarios datos operativos y productos de software, cada uno para una comunidad de usuarios y un área de aplicación dedicados. Cada producto o servicio que suministran los SAF debe responder a un requerimiento explícito del público. En este sentido, el motor que dirige a los SAF son sus usuarios. Tras ser capturado un requisito, un exhaustivo sistema de gestión garantiza que los productos o servicios entregados cumplen con los más altos estándares a nivel científico y técnico.

La Secretaría de EUMETSAT supervisa y coordina las actividades generales de la red SAF, velando para que los SAF en funcionamiento presten servicios operativos fiables y oportunos en relación con las cuestiones meteorológicas y medioambientales.

Para este estudio se ha usado el producto SDU (sunshine duration) del CM SAF, cuyo algoritmo de cálculo puede consultarse [en este enlace](#). En primer lugar se han obtenido los datos brutos diarios desde 1983 del disco completo, con una resolución espacial de 0.05°, aproximadamente 5 km para nuestra latitud, lo que representa un rejilla de 25 km² de área en cada celda. En la imagen 4 se puede ver un ejemplo de la cobertura espacial utilizada.

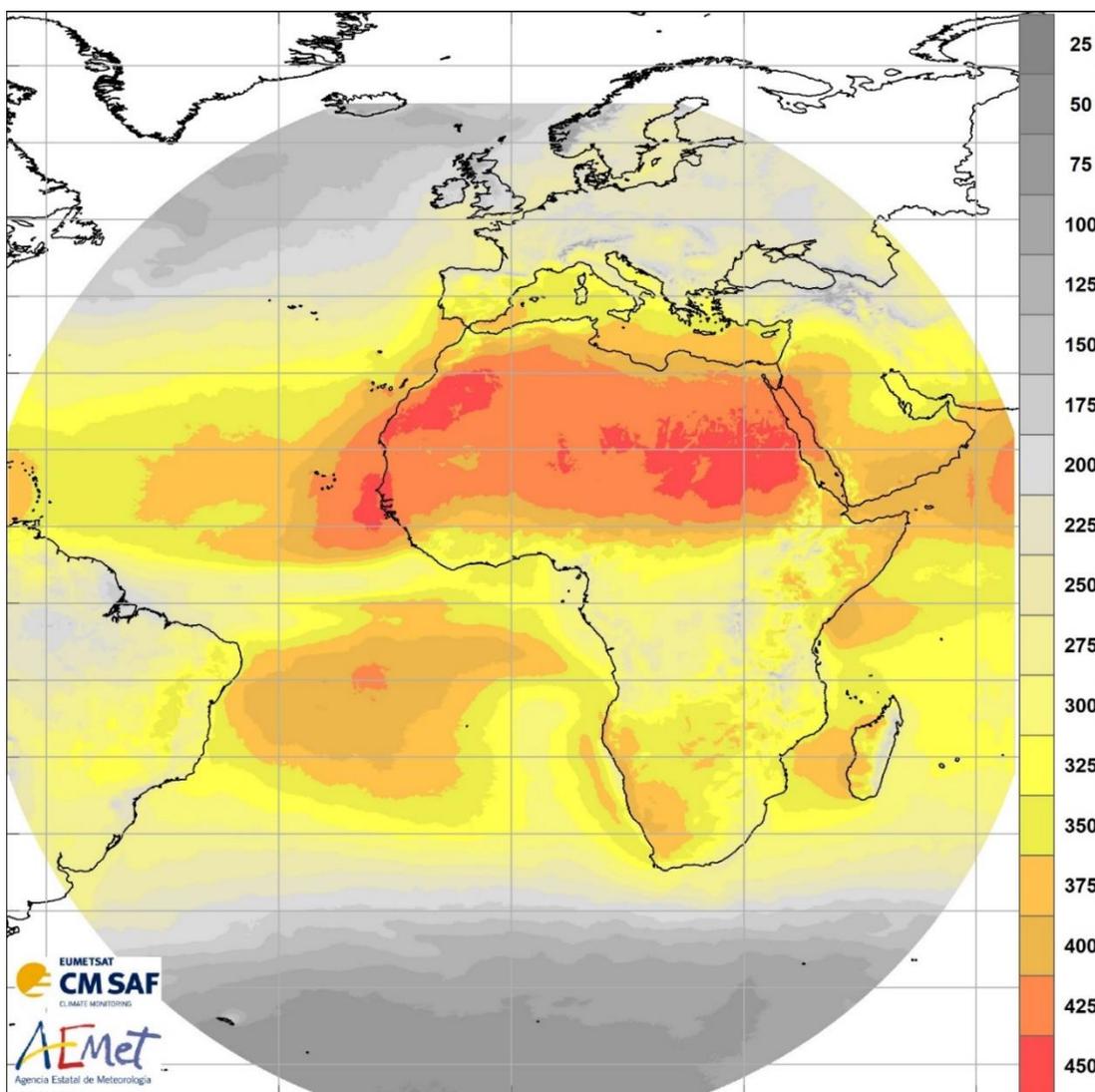


Imagen 4: valores normales de horas de sol en el periodo de 40 días que transcurre entre el 15 de marzo y el 23 de abril (1983-2010).

Cada uno de los 13 630 archivos diarios tienen un tamaño aproximado de 16 MB de datos. Una vez descargados, procesados y separados los datos en un fichero para cada día, se han ido agrupando para calcular valores promedio y acumulados en diversos periodos de tiempo y así se han podido comparar los datos históricos con los datos diarios del periodo de cuarentena del año 2020.

Con los datos calculados se han realizado varias representaciones gráficas de los resultados, y se han extraído los valores medios de todos los países de Europa (salvo los de la península escandinava, Rusia e Islandia, ya que la cobertura de datos del satélite de sus territorios es incompleta, como muestra la imagen 4) y de algunos del norte de África, también se han obtenido los valores medios de cada provincia de España y de las Ciudades Autónomas.

Una vez procesados los datos y antes de comenzar el trabajo gráfico, hemos realizado una validación de los datos del SAF con los datos registrados en aquellos observatorios de España que tienen completos los datos de insolación del periodo de cuarentena y, además, hemos incluido algunos observatorios de Europa y del norte de África para hacer una validación en un área más extensa. Los observatorios de fuera de España de los que se han empleado datos para la validación del modelo son: París, Berlín Praga, Ginebra, Viena, Bratislava, Bruselas, Londres, Dublín y Rabat. En total son datos de 112 observatorios, y para cada observatorio hemos extraído el valor de insolación estimada por el CM SAF para poder comparar el registro real con el estimado.

Antes de comentar los resultados del modelo de regresión realizado, hay que tener en cuenta que no sólo se trata de dos fuentes de datos distintas, sino también que son datos que representan a extensiones espaciales diferentes. Mientras que los datos de observación se refieren al **punto** donde está ubicado el radiómetro o heliógrafo, los datos de satélite se refieren a una **superficie** de 25 km², dentro de la cual se sitúa el observatorio, y el valor medio de esa celda se le ha asignado al del punto.

Es muy importante tener esto en cuenta para comprender que el ajuste no puede ser perfecto, y no sólo porque se trata de instrumentos distintos y extensiones espaciales diferentes, sino también porque en días de nubosidad variable, donde dentro de una celda de 25 km² pueden convivir zonas soleadas con otras nubosas, el radiómetro o heliógrafo pueden permanecer durante todo el periodo en zona de sol o de sombra, mientras que el resto de la celda puede presentar una situación diferente, o incluso hay observatorios, como Izaña, que frecuentemente se sitúan por encima de un mar de nubes y, por tanto, el radiómetro está detectando cielo despejado, mientras que el satélite están detectando una capa continua de nubes.

La tabla con los datos de insolación realmente registrada, la estimada a través de satélite extraída de la rejilla del periodo de cuarentena del año 2020, la estimada normal calculada con los datos de satélite para el periodo 1983-2010, y la anomalía de algunos de esos 112 observatorios es la que se reproduce en la tabla I.

Sin necesidad de realizar un modelo de regresión entre los datos observados y estimados, de un vistazo rápido de la tabla se deduce que la estimación de la insolación total durante la cuarentena registrada y estimada son muy parecidas.

Ciudad	Insolación observada	Insolación estimada	Insolación normal estimada	Anomalía
Berlín	383.9	367.7	209.0	+158.7
Bruselas	358.0	350.0	197.4	+152.7
Praga	375.4	362.4	217.2	+145.2
París	349.3	366.5	221.7	+144.8
Viena	392.4	376.2	232.8	+143.5
Bratislava	372.3	378.3	239.5	+138.9
Ginebra	348.2	366.7	245.5	+121.1
Londres	296.3	314.2	198.6	+115.5
Dublín	229.4	269.4	190.7	+78.7
Foronda	222.9	236.3	217.1	+19.2
Vitoria	240.9	231.5	219.9	+11.6
Lugo	202.5	225.3	215.1	+10.2
La Aldea de San Nicolas	377.1	362.1	352.4	+9.6
Teguse	314.4	347.3	339.1	+8.3
Fisterra	253.5	269.0	264.5	+4.4
San Sebastián	187.1	206.7	206.5	+0.1
Santiago de Compostela	212.2	225.2	227.3	-2.2
Santander	208.2	219.4	224.4	-5.0
Medina de Pomar	207.2	219.0	224.5	-5.6
A Coruña	225.7	214.2	228.6	-14.3
Cuenca	178.2	188.8	298.8	-110.0
San Javier	241.3	237.3	349.3	-112.0
Molina de Aragón	163.4	176.2	288.6	-112.4
Murcia	224.9	231.3	344.7	-113.4
Jávea/Xàbia	205.9	223.4	338.5	-115.1
Guadalajara	210.7	198.0	313.3	-115.3
Soria	175.2	171.5	289.2	-117.7
Huesca	227.2	226.6	344.9	-118.3
Alcantarilla	205.6	219.6	341.1	-121.5
Ceuta	172.2	191.8	313.8	-121.9
Yecla	195.5	214.4	336.5	-122.0
València	171.2	211.4	333.8	-122.3
Tortosa	173.6	187.5	313.6	-126.0
Castelló de la Plana	187.5	203.2	333.5	-130.4
Aeropuerto de València	170.6	204.3	335.1	-130.9
Málaga	168.4	205.2	346.1	-140.9
Caravaca	152.9	180.7	333.8	-153.1
Vilafranca del Cid	138.5	146.9	300.8	-154.0

Tabla 1: insolación registrada y estimada durante la cuarentena (año 2020), insolación estimada normal del periodo del 15 de marzo al 23 de abril y anomalía de insolación durante la cuarentena.

Los datos de los observatorios seleccionados se han ajustado a un modelo de regresión lineal. La imagen 5 muestra el resultado de ajustar el modelo lineal para describir la relación entre la insolación registrada en diversos observatorios de España y de Europa que notificaron datos completos de insolación entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2020, con los datos estimados a través de satélite por el Servicio de Aplicaciones Satelitales de EUMETSAT para la vigilancia del clima (CM SAF).

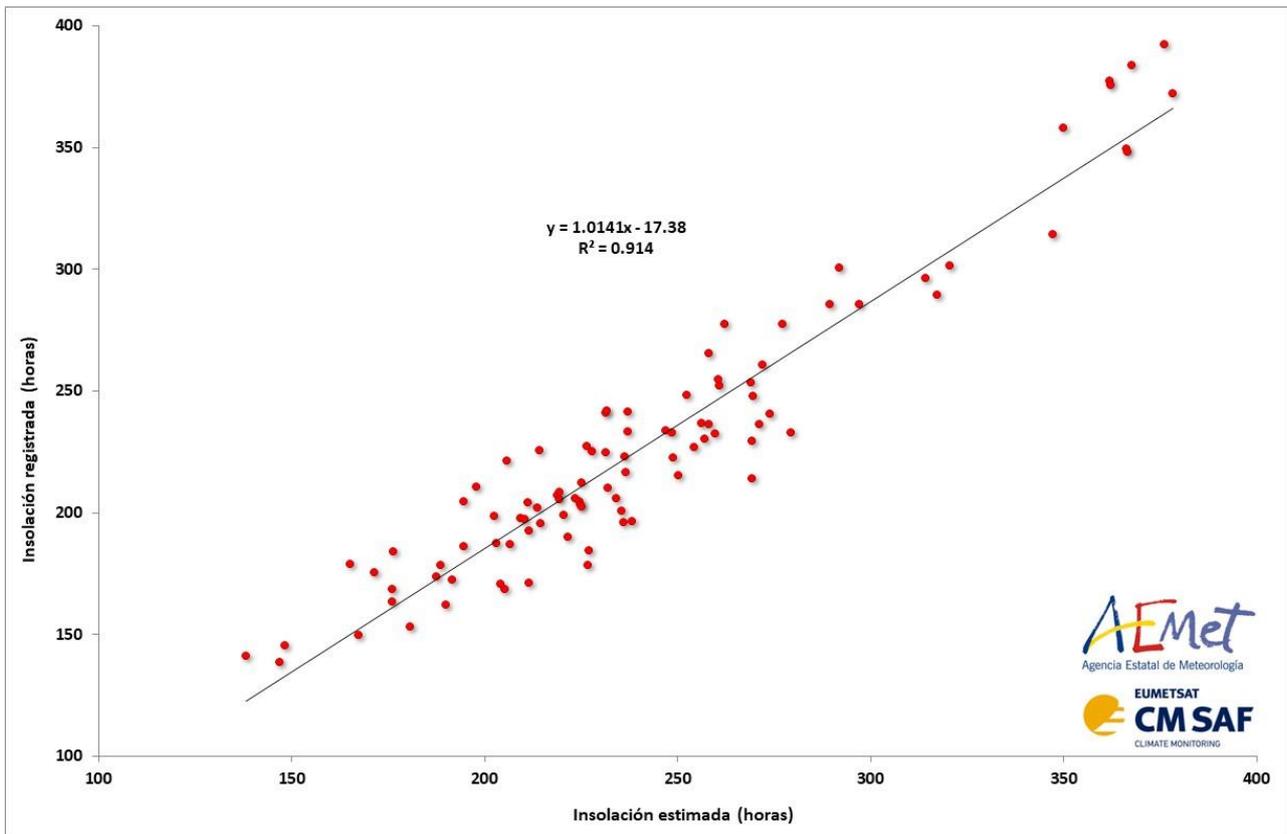


Imagen 5: modelo de regresión con la insolación total registrada y la estimada a través de datos de satélite (15 de marzo a 23 de abril de 2020)

De los estadísticos obtenidos del modelo se deduce que existe una relación estadísticamente significativa entre ambas variables con un nivel de confianza del 95%. El estadístico R^2 indica que el modelo ajustado explica el 91% de la variabilidad de la insolación registrada. El coeficiente de correlación es igual a 0.9542, que indica una relación relativamente fuerte entre las variables, además, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95%.

De todo lo expresado anteriormente se deduce que podemos usar con toda confianza los datos de insolación estimados desde satélite para describir la insolación registrada y anomalía durante el periodo de cuarentena, no sólo en España, sino también en Europa.

4. Cartografía de la insolación durante la cuarentena: luces y sombras sobre Europa.

A continuación representamos los mapas de **insolación normal** en el periodo de 40 días que transcurre entre el 15 de marzo y el 23 de abril (promedio del periodo 1983-2010), la insolación estimada en ese periodo del **año 2020** y la **anomalía**.

La zona de mayor insolación del continente en promedio normal durante el periodo de cuarenta días que transcurre entre el 15 de marzo y el 23 de abril se sitúa frente a la costa de Granada y Almería, con más de 375 horas. Algo más de 350 se suelen registrar en las costas de otras provincias del sur y sureste, desde Alicante e Ibiza hasta Huelva. En el sur de las Islas Canarias se llegan a superar las 400 horas.

Mientras, en muchos países de Centroeuropa la insolación media normal en estos cuarenta días oscila alrededor de 200 horas, con valores ligeramente superiores a 100 horas en los Alpes y en el norte de Gran Bretaña, que marcan los mínimos del continente.

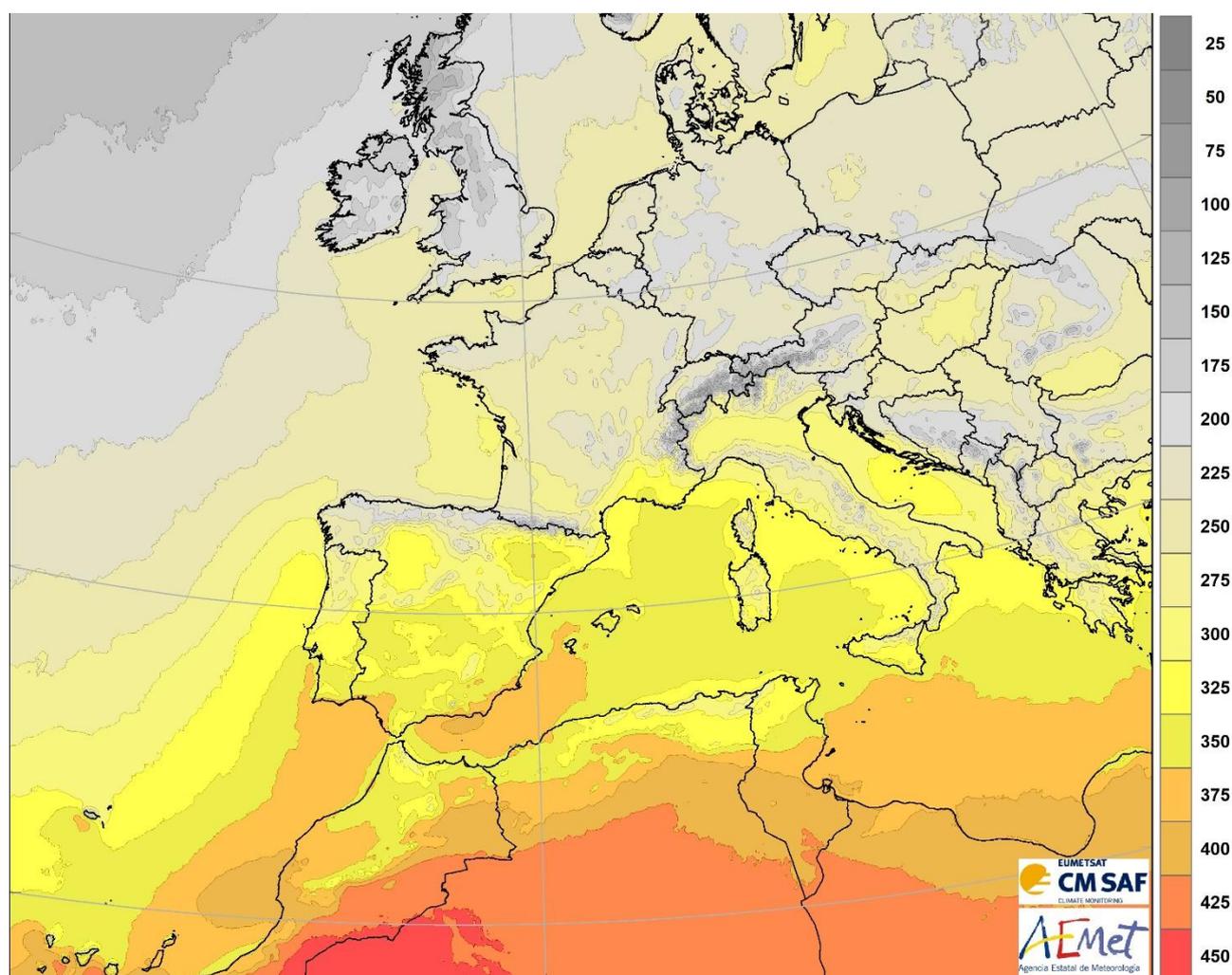


Imagen 6: insolación media normal. Promedio de horas de sol acumuladas entre el 15 de marzo a 23 de abril del periodo 1983-2010.

En el mapa de insolación registrada durante la cuarentena (imagen 7), llama la atención rápidamente como hay zonas de Baden-Württemberg, en el suroeste de Alemania, y del Franco Condado y Alsacia, en el nordeste de Francia, en las que se superaron los 400 horas de sol durante la cuarentena, o sea, a un promedio de diez horas al día. En el otro extremo, grandes áreas de las comunidades mediterráneas de la Península y de sus sistemas montañosos, registraron menos de 200 horas de sol, la mitad que en muchas regiones del centro y noroeste del continente.

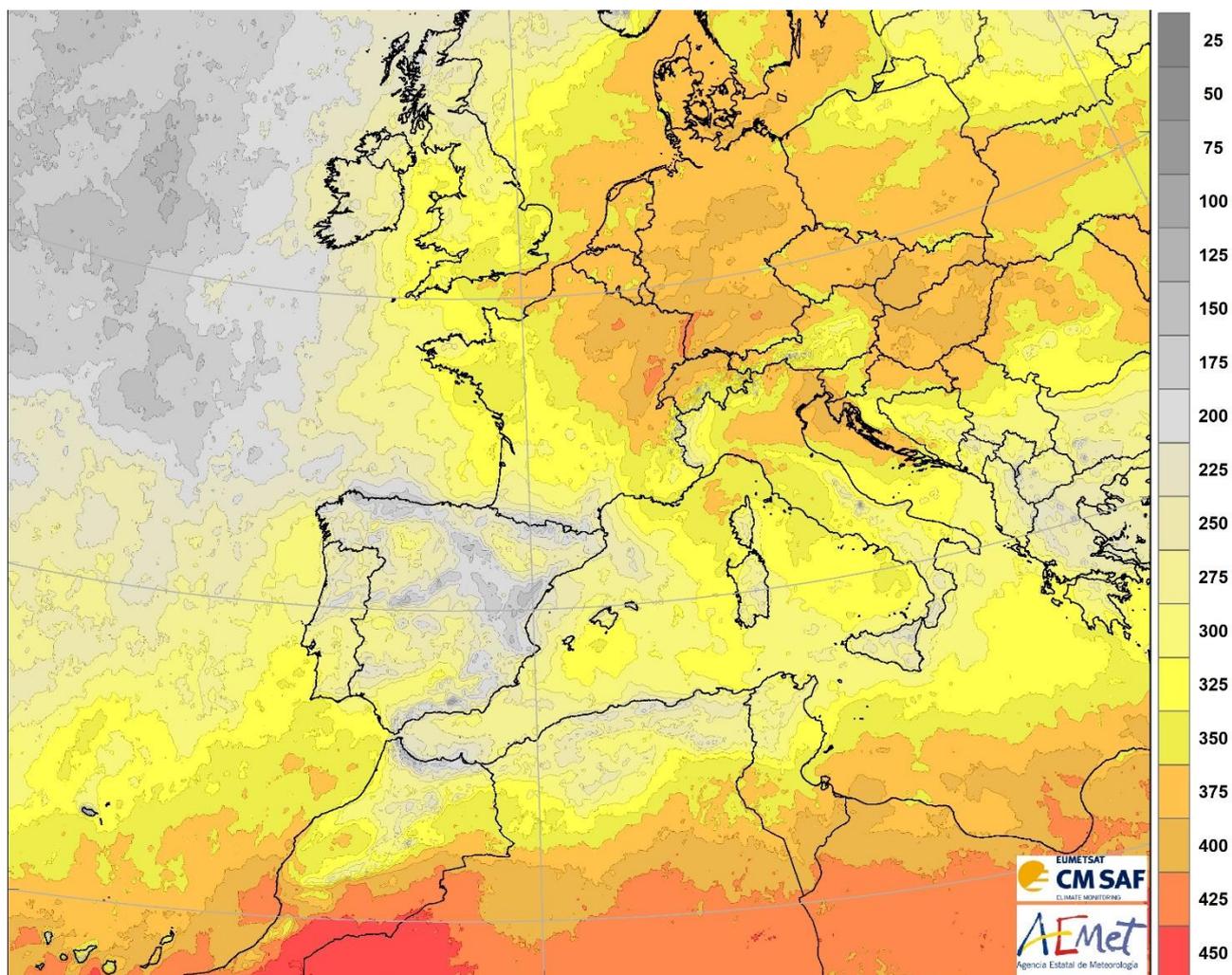


Imagen 7: insolación estimada. Total de horas de sol acumuladas entre el 15 de marzo a 23 a abril de 2020.

El resultado final es que mientras que en casi toda Europa la cuarentena transcurrió con cielos despejados y mucha insolación, en la Península, sobre todo en el este y centro, el déficit de insolación fue muy acusado. Secundariamente existen otras zonas del sur de Francia, Sicilia, norte de África, Piemonte y oeste de Lombardía, en las que la insolación fue ligeramente inferior o próxima a los valores normales.

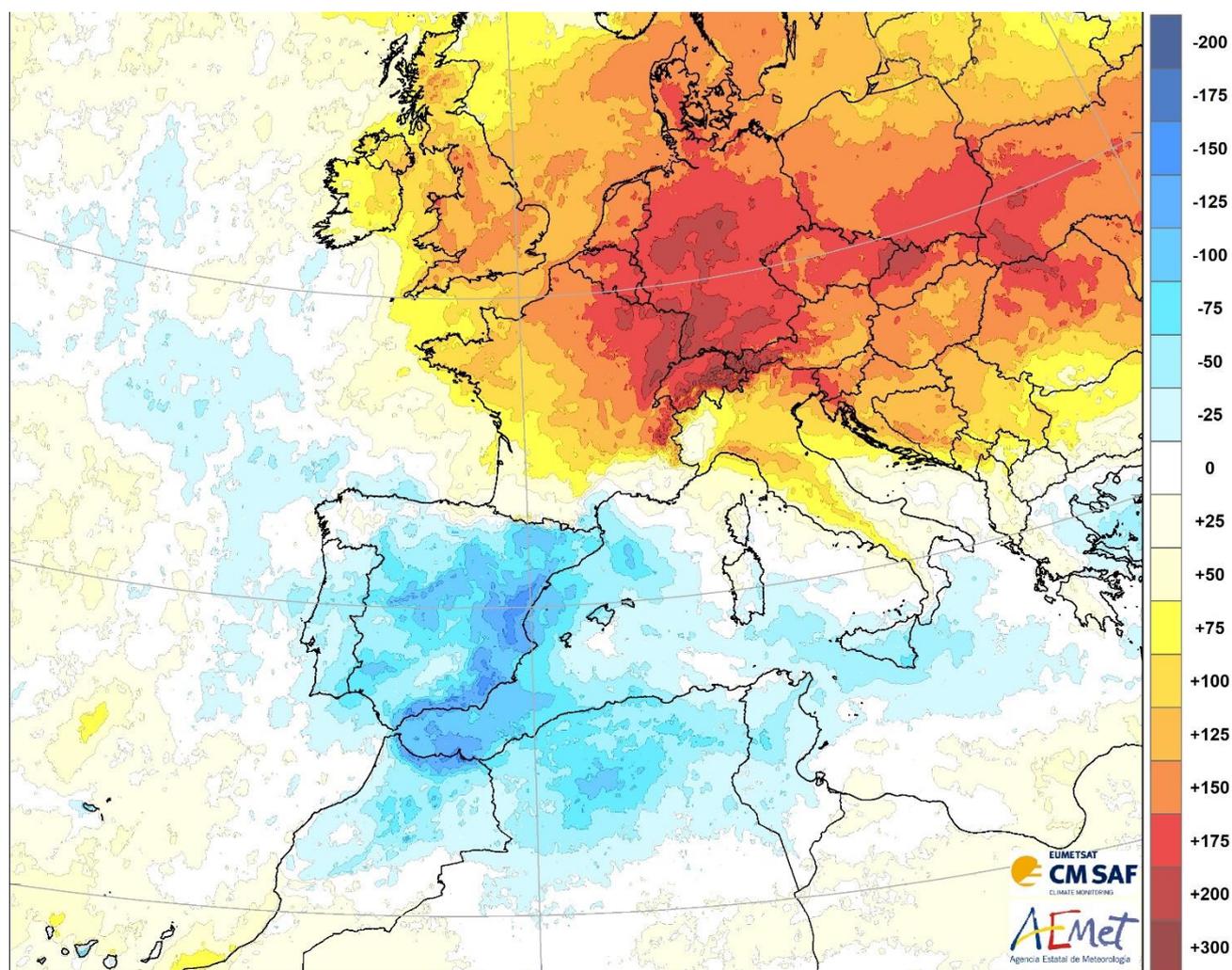


Imagen 8: anomalía de insolación estimada entre el 15 de marzo a 23 a abril de 2020.

En la imagen 9 hemos representado el mismo mapa anterior, pero mostrando el detalle de la Península, y dibujando los límites de las Comunidades Autónomas.

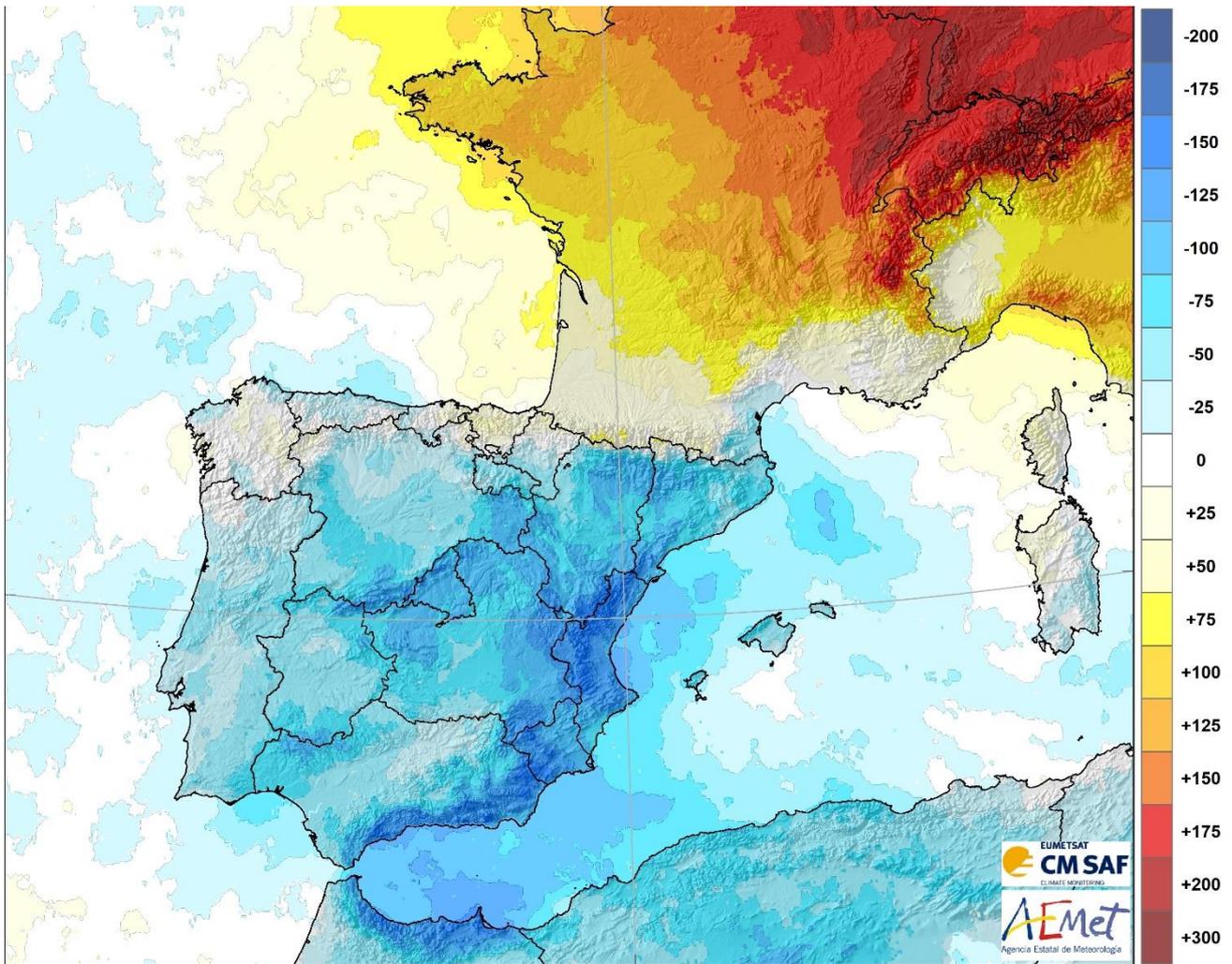


Imagen 9: anomalía de insolación estimada entre el 15 de marzo a 23 a abril de 2020.

Para comparar los datos estimados durante la cuarentena y la anomalía de insolación, en las tablas II y III se representan los datos por países (promedio de la superficie de cada uno de ellos) y por provincias. Los datos están ordenados de mayor a menor número de horas de sol, y la columna de anomalía se ha sombreado en un código de colores, en azul aquellos países o provincias que han tenido déficit de insolación, y en colores cálidos los que han tenido superávit.

De todos los países de Europa y norte de África analizados, España fue el país con menos horas de sol en el promedio de su territorio durante la cuarentena, y, por provincias, Castelló, Asturias y València fueron las menos soleadas de España y, por tanto, la zona con menos horas de sol durante la cuarentena en Europa.

Argelia fue el país que más horas de sol tuvo, pero con déficit con respecto al promedio normal, y, dentro de Europa, Hungría, Eslovaquia, Luxemburgo y Alemania tuvieron en promedio más de 370 horas de sol, frente a las 223 de España. Por provincias, las provincias Canarias, las Islas Baleares y provincias de Extremadura y Andalucía occidental, fueron las de mayor insolación, aunque sólo en Bizkaia y Gipuzkoa, la insolación durante la cuarentena superó los valores normales del periodo.

**Insolación estimada (promedio del territorio de cada país)
15 de marzo al 23 de abril**

Nombre	2020	Normal	Anomalía
Argelia	385.1	406.4	-21.2
Hungría	374.3	245.0	+129.3
Eslovaquia	373.9	217.0	+156.9
Luxemburgo	371.4	206.1	+165.3
Alemania	371.0	205.4	+165.6
República Checa	363.0	206.6	+156.4
Dinamarca	360.0	217.4	+142.6
Bélgica	358.9	202.2	+156.6
Moldavia	356.2	221.2	+135.0
Países Bajos	355.3	211.2	+144.0
Suiza	351.4	181.8	+169.6
Croacia	351.0	237.1	+113.9
Eslovenia	348.8	211.8	+137.0
Polonia	348.1	210.6	+137.5
Ucrania	346.7	205.1	+141.6
Rumanía	343.2	221.5	+121.7
Marruecos	342.4	373.3	-30.9
Austria	338.1	193.2	+144.8
Chipre	338.1	319.0	+19.0
Francia	330.7	232.4	+98.3
Tunez	329.7	363.2	-33.6
Malta	320.7	350.3	-29.7
Europa*	315.8	224.9	+90.9
Bosnia y Herzegovina	313.4	202.7	+110.7
Italia	310.9	261.1	+49.7
Serbia	310.4	219.0	+91.3
Bielorrusia	296.2	207.0	+89.2
Lituania	293.9	202.2	+91.7
Estonia	293.2	213.5	+79.7
Reino Unido	279.4	175.1	+104.3
Bulgaria	275.5	227.2	+48.3
Montenegro	274.8	194.6	+80.2
Albania	263.1	230.3	+32.8
Grecia	257.3	267.2	-9.9
Portugal	248.1	297.1	-49.0
Irlanda	238.9	176.7	+62.2
España	223.1	300.0	-76.8

*Europa, salvo Suecia, Noruega, Finlandia, Islandia y Rusia

Tabla II: insolación estimada durante la cuarentena (año 2020), insolación estimada normal del periodo del 15 de marzo al 23 de abril y anomalía de insolación durante la cuarentena.

**Insolación estimada (promedio del territorio de cada provincia)
15 de marzo al 23 de abril**

Provincia	2020	Normal	Anomalía
Las Palmas	341.4	345.8	-4.4
Santa Cruz de Tenerife	282.8	306.0	-23.2
Sevilla	273.1	343.6	-70.4
Illes Balears	265.5	328.1	-62.6
Córdoba	264.6	327.6	-63.1
Jaén	259.2	315.6	-56.4
Cádiz	257.0	335.4	-78.4
Badajoz	252.9	327.0	-74.1
Valladolid	251.4	311.3	-59.9
Cáceres	251.1	324.0	-72.9
Huelva	245.8	335.0	-89.2
Ciudad Real	245.1	323.5	-78.4
Palencia	241.9	292.8	-50.9
Zamora	233.0	303.5	-70.5
Toledo	232.9	332.2	-99.3
Pontevedra	232.2	238.5	-6.3
León	232.2	268.6	-36.4
Barcelona	231.9	309.9	-78.0
Zaragoza	227.6	314.6	-87.0
Bizkaia	227.1	202.3	+24.8
Granada	226.6	331.4	-104.7
Salamanca	225.4	297.8	-72.3
Navarra	224.7	252.1	-27.5
Alacant/Alicante	219.6	334.8	-115.3
Araba/Álava	219.1	219.3	-0.2
Almería	217.0	353.4	-136.5
Huesca	216.4	307.4	-91.0
Girona	216.1	290.9	-74.8
Ourense	216.1	236.5	-20.4
Lleida	214.8	299.1	-84.3
Murcia	213.7	342.4	-128.8
Gipuzkoa	213.0	194.9	+18.1
Málaga	211.8	330.0	-118.2
A Coruña	210.2	222.6	-12.4
Burgos	210.0	253.2	-43.3
Segovia	209.2	277.3	-68.1
Albacete	208.5	322.7	-114.2
Madrid	206.9	315.5	-108.5
Tarragona	206.6	317.5	-110.8
Lugo	205.9	213.3	-7.4
Cuenca	201.4	309.3	-107.9
Cantabria	197.9	209.3	-11.4
Ávila	186.7	291.8	-105.1
La Rioja	184.3	247.8	-63.5
Guadalajara	183.1	290.7	-107.6
Teruel	181.6	297.3	-115.7
Soria	181.5	280.7	-99.2
Melilla	178.0	329.3	-151.3
València/Valencia	176.3	321.5	-145.2
Asturias	173.4	201.1	-27.6
Castelló/Castellón	166.6	313.3	-146.7

Tabla III: insolación estimada durante la cuarentena (año 2020), insolación estimada normal del periodo del 15 de marzo al 23 de abril y anomalía de insolación durante la cuarentena.

5. Diario nuboso de la cuarentena.

En el apartado anterior se ha ofrecido el balance global de la insolación total durante la cuarentena a través de mapas y tablas, en este apartado se va a incluir la evolución diaria de la insolación entre el 15 de marzo y el 23 de abril.

En formato gráfico se han cartografiado los cuarenta mapas de insolación diaria en Europa, que además de representar la insolación diaria (número total de horas de sol), nos dan una idea la cobertura nubosa total a lo largo del día. Las zonas que se han representado en gris oscuro, de poca insolación, representan zonas de cielo cubierto durante todo el periodo diurno, las zonas en gris claro o blanco, donde predominaron los cielos nubosos o poco nubosos, y en colores azules se han representado las zonas de cielo despejado, con gran número de horas de insolación.

Los cuarenta mapas de insolación diaria se incluyen como anexo final de este documento, también se ha elaborado un vídeo que muestra la evolución de la insolación día a día en Europa entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2020. A modo de ejemplo, en la imagen 10, reproducida a continuación, se muestra el mapa de insolación total del día 31 de marzo de 2020, que fue el día de menos insolación en España: 1.6 horas en el promedio de la superficie del territorio (península, archipiélagos y ciudades autónomas). Ese día el cielo estuvo cubierto en casi toda España, con algunas excepciones en las Islas Canarias y en la costa de Huelva.

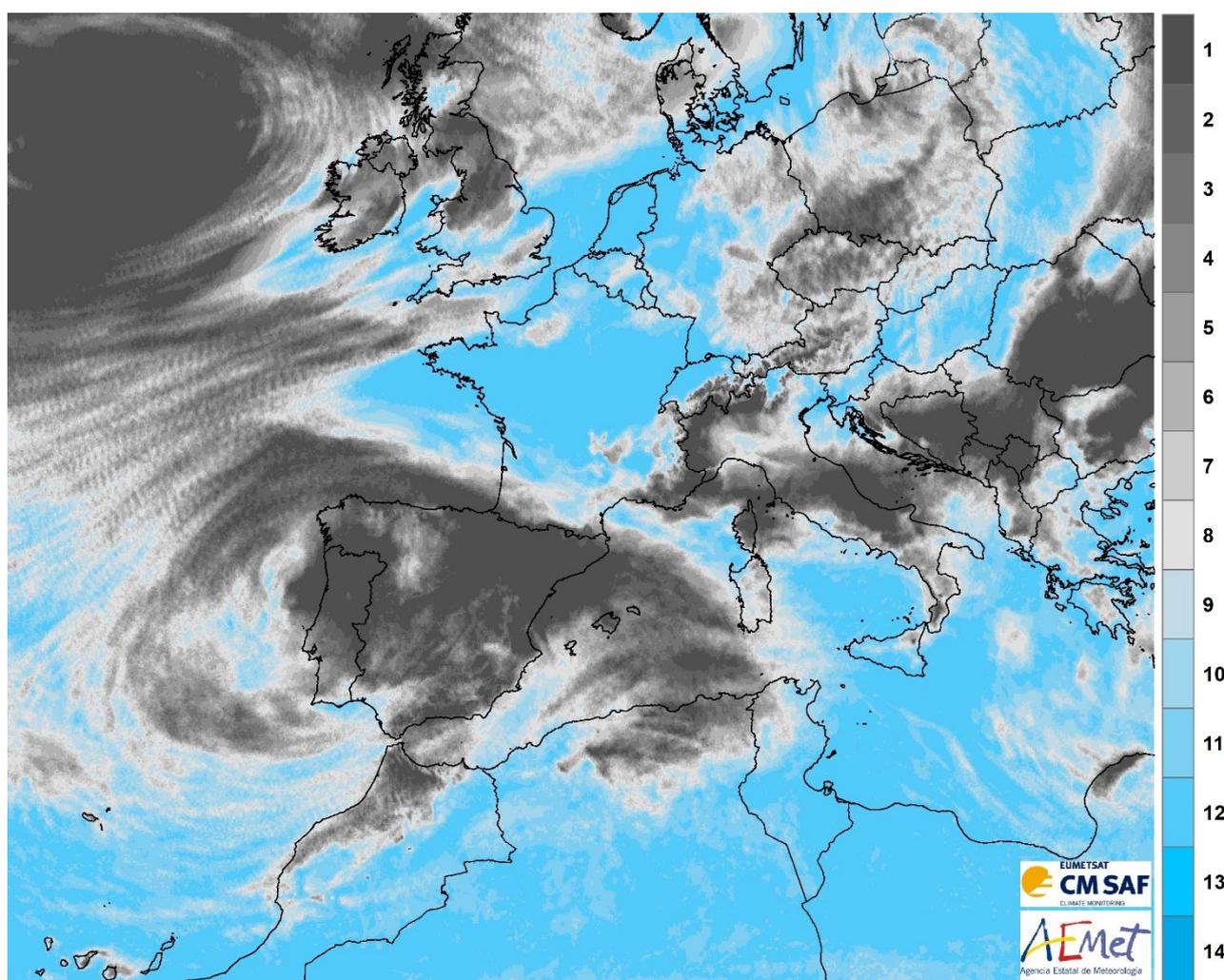


Imagen 10: insolación total diaria en horas el 31 de marzo de 2020.

En las dos imágenes siguientes se ofrecen dos gráficos con la insolación diaria en España, el país de los analizados con menor insolación durante la cuarentena, y la de Alemania, uno de los de mayor insolación. En España los días de menos insolación fueron el 30 y 31 de marzo y el de mayor insolación el 3 de abril, el único día en el que se superaron las diez horas de sol en el promedio del territorio, lo que contrasta con Alemania, donde hubo veintiún días con 10 horas o más de sol en el promedio de su territorio.

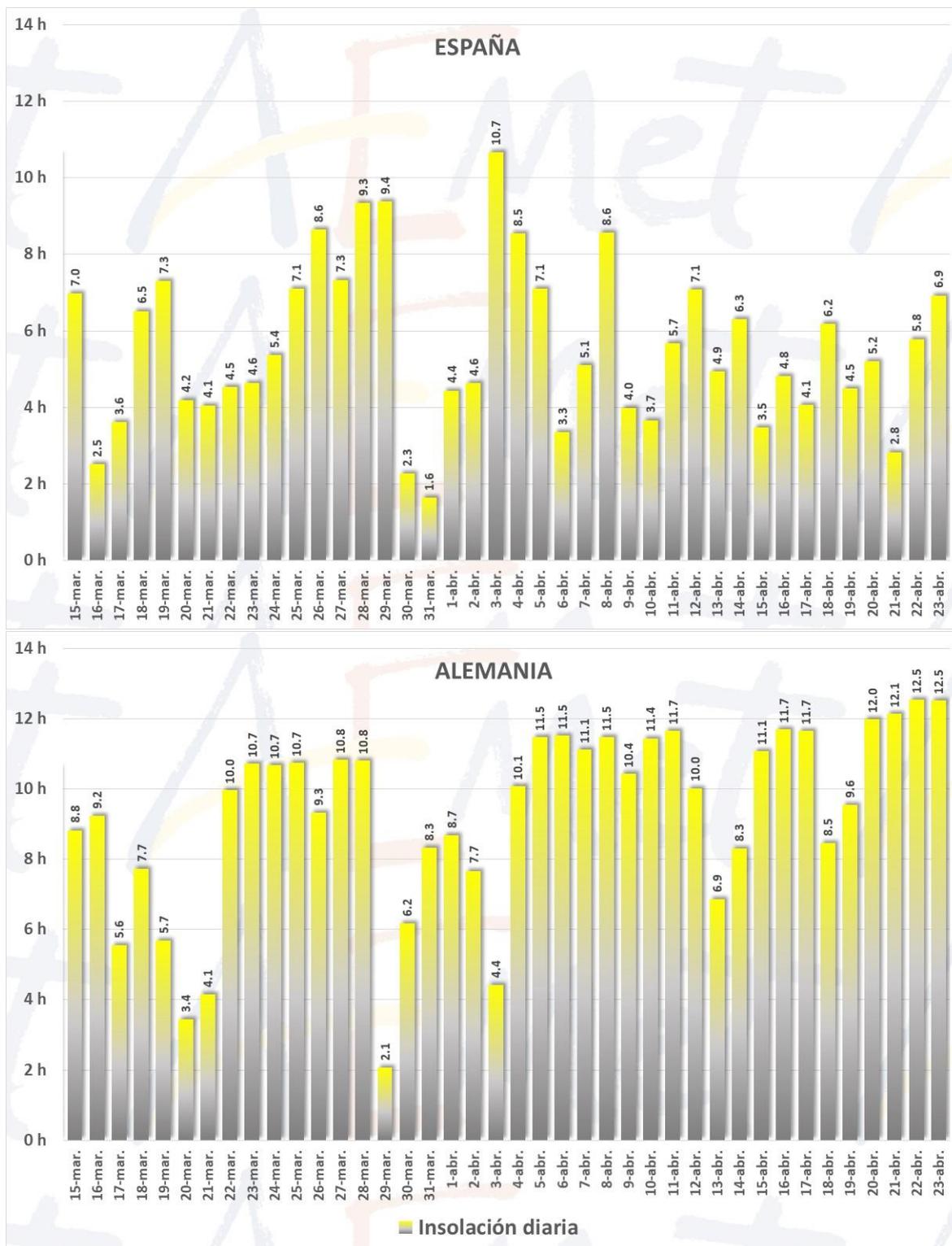


Imagen 11: insolación total diaria en horas en España (arriba) y Alemania (abajo) en el periodo entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2020.

6. Bloqueo escandinavo.

¿Qué situación meteorológica pudo dar lugar a unas condiciones persistentes de nubosidad y poca insolación sobre la península ibérica durante un periodo casi consecutivo de cuarenta días mientras que en el norte y centro del continente predominaron los cielos despejados?

Vamos a realizar un breve análisis del régimen atmosférico predominante en base a las anomalías de altura geopotencial en la superficie isobárica de 500 hPa en el periodo de cuarentena, entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2020.

Para ello se han empleado los datos del proyecto ERA5, que es un conjunto de datos de reanálisis climáticos desde 1979 hasta la actualidad que está desarrollando el Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S), que es uno de los seis servicios temáticos del Programa Copernicus de la Unión Europea, administrado por la Comisión Europea. C3S está siendo implementado por el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (ECMWF).

Durante la cuarentena se produjo una situación persistente de altas presiones en el Atlántico nororiental, de forma que hubo una gran anomalía positiva de geopotencial en el mar del Norte (imagen 12), entre Gran Bretaña y Escandinavia; por otra parte, al suroeste de la península ibérica la anomalía fue negativa y una zona más profunda de anomalía negativa se observó en el mar de Barents.

Resumiendo, en la situación media de los cuarenta días predominaron bajas presiones en el suroeste de la Península y altas presiones en el noroeste del continente, lo que permitió el constante tránsito de borrascas por el sur de la Península y situación de bloqueo permanente en el noroeste del continente.

El Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio tiene identificados cuatro regímenes climatológicos que rigen el tiempo en la zona euroatlántica: bloqueo escandinavo, dorsal atlántica, fase NAO+ y fase NAO- (Vitart et al., 2019). Cuando la situación meteorológica no está lo suficientemente cerca de ninguno de los cuatro regímenes climáticos se establece un régimen sin atribución definida. El Centro Europeo ha creado un algoritmo que se ejecuta varias veces a la semana en busca de coincidencia de patrones previstos con el régimen climatológico más cercano (en términos de la diferencia cuadrática media).

La previsión que realizó el 19 de marzo pronosticaba una situación de bloqueo escandinavo hasta el 31 de marzo, y en las actualizaciones posteriores de la previsión se iba pasando progresivamente a un régimen de dorsal atlántica durante los primeros cinco días de abril, luego un breve periodo de régimen no definido y, finalmente, los últimos días de la cuarentena, nuevamente bloqueo escandinavo hasta el 24 de abril.

Someramente, esta situación de anomalía de altas presiones en el norte y centro del continente se puede resumir en evolución diaria en que durante el periodo inicial y final de la cuarentena predominó un régimen de bloqueo escandinavo, y durante la parte central la situación fue de dorsal noratlántica, con un breve periodo de régimen no definido.

La situación media de la cuarenta es muy parecida a la climatológica de bloqueo escandinavo, aunque con el centro desplazado hacia el sur y con el eje con orientación principal de oeste a este, cuando en el patrón clásico suele tener una orientación preferente de norte a sur.

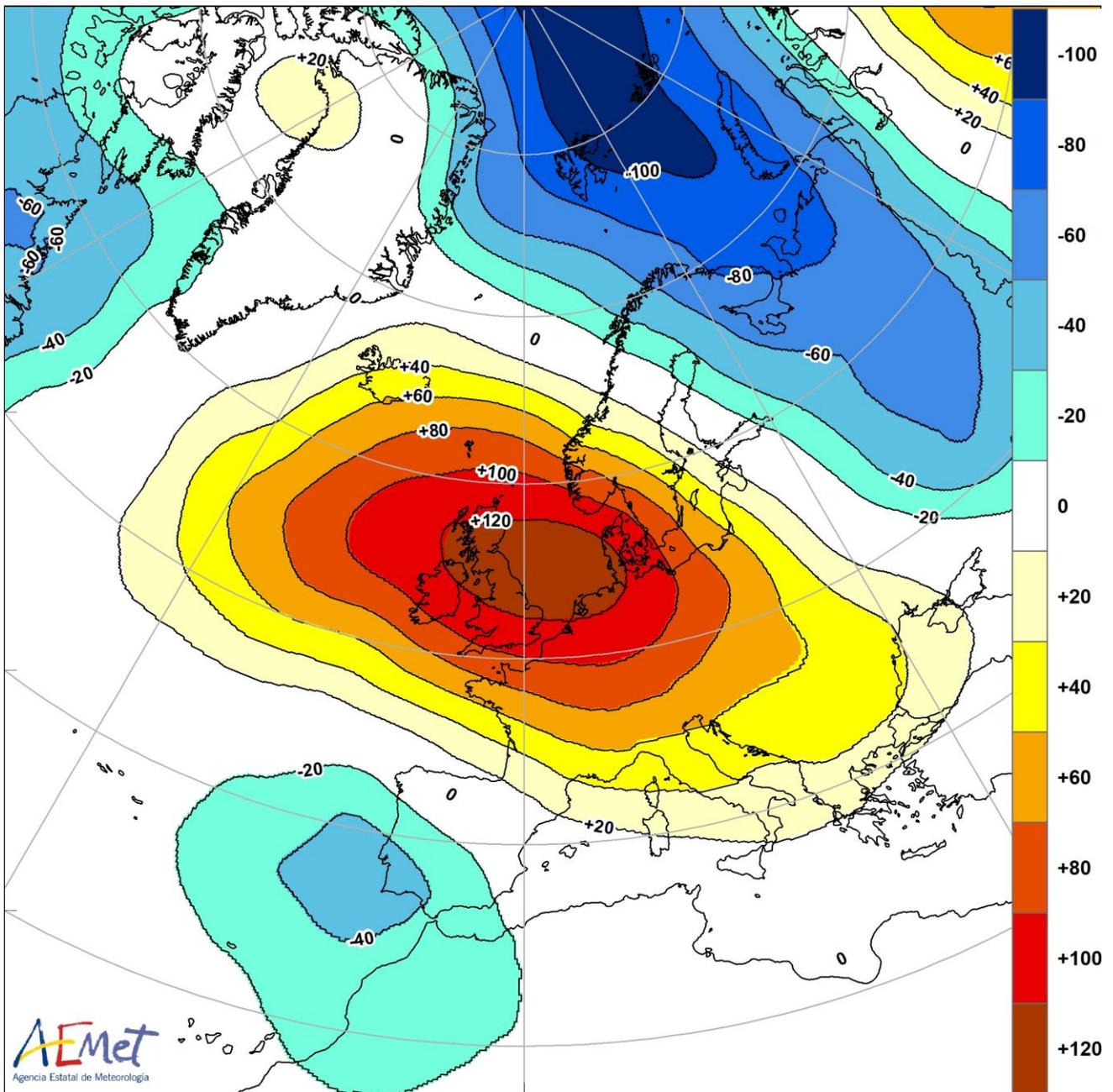


Imagen 12: anomalía de altura geopotencial en la superficie isobárica de 500 hPa entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2020. Fuente de datos para la elaboración del mapa: Copernicus (C3S).

7. Conclusiones.

Como conclusión de este trabajo, destacamos los siguientes puntos:

- a. España vivió durante la cuarentena un periodo de penumbra, con muy pocas horas de sol, siendo el país de Europa y del norte de África que menos insolación registró entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2020.
- b. La causa de la escasez de insolación fue una situación de bloqueo anticiclónico escandinavo, que fue persistente al principio y final del periodo, además de una situación de dorsal noratlántica los primeros días de abril. Ambos regímenes propiciaron una circulación de borrascas por el sur del continente en primer lugar, aunque durante algunos días de abril las altas presiones en el Mediterráneo oriental bloquearon las bajas presiones en el entorno de la Península.
- c. La mayor anomalía de insolación se observó en provincias de la Comunidad Valenciana, Región de Murcia, Andalucía oriental y en la Ciudad Autónoma de Melilla. También en los sistemas montañosos, particularmente en el Sistema Central, donde se observa que el déficit de insolación aumenta con la altitud.
- d. Se han analizado series de insolación de varios observatorios y, en varios de los situados a orillas del Mediterráneo, ha sido el periodo con menos horas de sol de toda su serie histórica en ese periodo de cuarentena y en otros muchos se sitúa entre los tres menos soleados.

8. Impresión, sol naciente (epílogo).

Siempre acaba saliendo el sol. El día que no lo haga no habrá ningún ser humano sobre la Tierra para contarlo. A partir del 24 de abril de 2020 la situación se fue normalizando, el sol volvió a brillar sobre nuestros cielos, e incluso los primeros días de mayo fueron cálidos, con más de 30 °C en muchas localidades de toda España.

Hemos visto brillar nuevamente el sol después de cuarenta días de penumbra y un nuevo tiempo renace, al igual que comenzó a brillar el sol y por delante se abría una nueva visión del mundo y una nueva era en la historia del arte con la obra de Claude Monet, *Impresión, sol naciente*, que dio nombre al Impresionismo.

Claude Monet es, seguramente, la figura central del Impresionismo, y estuvo muy preocupado por el estudio de la luz y por plasmar el instante, sin reparar en aquello que proyectaba la luz, y desde una visión casi abstracta, aunque con presupuestos figurativos.

En la obra *Impresión, sol naciente* observamos una pincelada suelta, con un predominio de los colores fríos, aunque con gran presencia de los cálidos alrededor del sol y en su reflejo sobre la superficie del mar. El sol aparece en la obra como una figura redonda, totalmente anaranjada, y se constituye como la parte central de la obra que rápidamente atrae nuestra atención, casi el punto de fuga, mientras que el resto de figuras, los barcos, el puerto de Le Havre y la minúscula presencia de seres humanos, permanecen envueltos en una penumbra y difuminados por la presencia de niebla y neblina. Es una obra donde la luz, esa luz que nos ha faltado durante la cuarentena, es absolutamente protagonista.

Con Monet y los Impresionistas nació un nuevo periodo en la historia del arte. *Impresión, sol naciente*, fue la obra que dio nombre al movimiento pictórico. También el sol ha renacido en nuestros cielos y, por delante, se presenta seguramente un mundo nuevo diferente al que conocíamos hasta ahora, como también hubo un antes y un después de la obra *Impresión, sol naciente*.

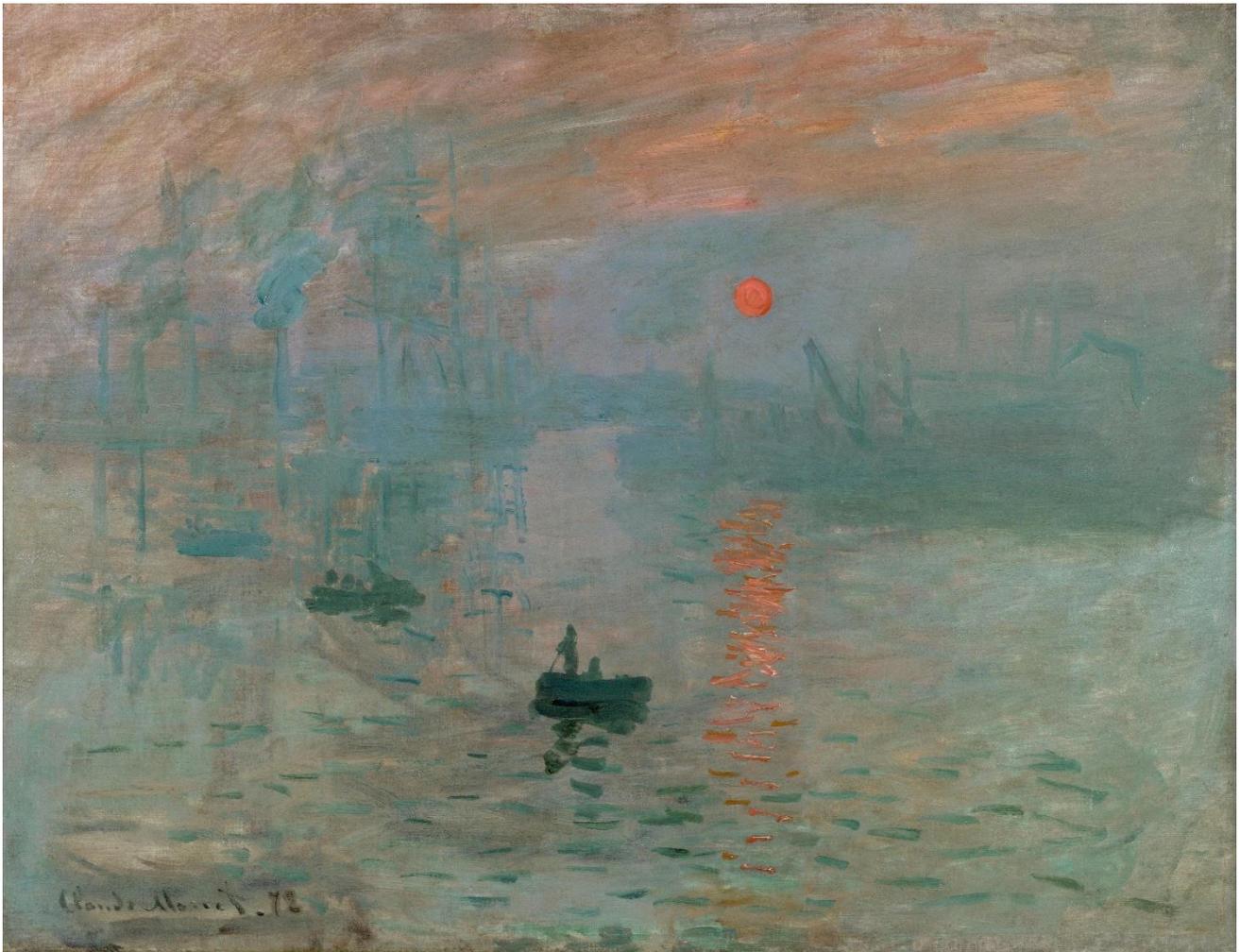


Imagen 13: impresión, sol naciente (Impression, soleil levant). Claude Monet, 1872. Óleo sobre lienzo. Museo Marmottan-Monet, París.

Si el lector ha llegado hasta aquí, quizás haya estado esperando encontrar una referencia que relacione el periodo de penumbra registrado durante la cuarentena y la expansión de la epidemia en España, pero, el autor de este artículo desconoce todo acerca de las condiciones meteorológicas que resultan favorables para la propagación de epidemias y la expansión del virus. Ya no hay hombres del Renacimiento como Leonardo, que aparece en la cita inicial de este artículo, y las diferentes ramas de la ciencia actualmente son muy especializadas. Por tanto, tendrán que ser virólogos y epidemiólogos los que determinen si la ausencia de insolación ha influido de algún modo en la expansión de la epidemia en España y si el nuevo periodo de gran insolación que comenzó el 24 abril puede influir también en frenarla.

Lo que sí es importante es la colaboración que ahora se establece entre las distintas ramas de la ciencia para lograr el éxito en la investigación y, en este caso, la climatología y la meteorología pueden ser ciencias auxiliares muy importantes que pongan sus datos y conocimientos a disposición de virólogos y epidemiólogos para completar y mejorar los resultados de sus trabajos.

De hecho, ya se están publicando artículos que ponen en relación elementos del clima como la temperatura y la humedad con la expansión de la epidemia, uno de ellos, realizado por la Agencia Estatal de Meteorología y el Instituto de Salud del Carlos III, que están trabajando conjuntamente para investigar la influencia de variables meteorológicas y de la contaminación atmosférica en la incidencia y propagación de la enfermedad covid19 y del virus SARS-CoV-2 en España, presenta resultados preliminares que indican que en nuestro país el índice de afectación aumenta a menor temperatura promedio.

Los datos brutos para elaborar este artículo son públicos y se pueden descargar de la página web del CM SAF, desde el enlace https://wui.cmsaf.eu/safira/action/viewHome?menuName=HOME_CMSAF_WUI. Los datos de reanálisis también son públicos y pueden descargarse desde la página web del Servicio de Cambio Climático del Programa Copernicus (C3S), <https://climate.copernicus.eu/>

El autor de este artículo también pone a disposición de los equipos de investigación que estén interesados los datos procesados que han servido para elaborarlo.

9. Bibliografía básica.

OMM. (2012). Guia de instrumentos y métodos de observación meteorológicos. *Organization Meteorológica Mundial*.

Pfeifroth, Uwe; Trentmann, Jörg; Hollmann, Rainer; Selbach, Nathalie; Werscheck, Martin; Meirink, Jan Fokke (2018): ICDR SEVIRI Radiation - based on SARA-2 methods, Satellite Application Facility on Climate Monitoring, https://wui.cmsaf.eu/safira/action/viewICDRDetails?acronym=SARAH_V002_ICDR.

Vitart, F, Alonso-Balmaseda, M, Ferranti, L, Benedetti, A, Balan-Sarjini, B, Tietsche, S, Yao, J, Janousek, M, Balsamo, G, Leutbecher, M, Bechtold, P, Polichtchouk, I, Richardson, D, Stockdale, T, Roberts, CD. Extended-range prediction. ECMWF Technical Memoranda. 2019. DOI: [10.21957/pdivp3t9m](https://doi.org/10.21957/pdivp3t9m)

Agradecimiento a Llorenç Lliso, por su colaboración en la descripción de los servicios SAF.

Anexo. Imágenes diarias de insolación.
(Horas diarias de sol)

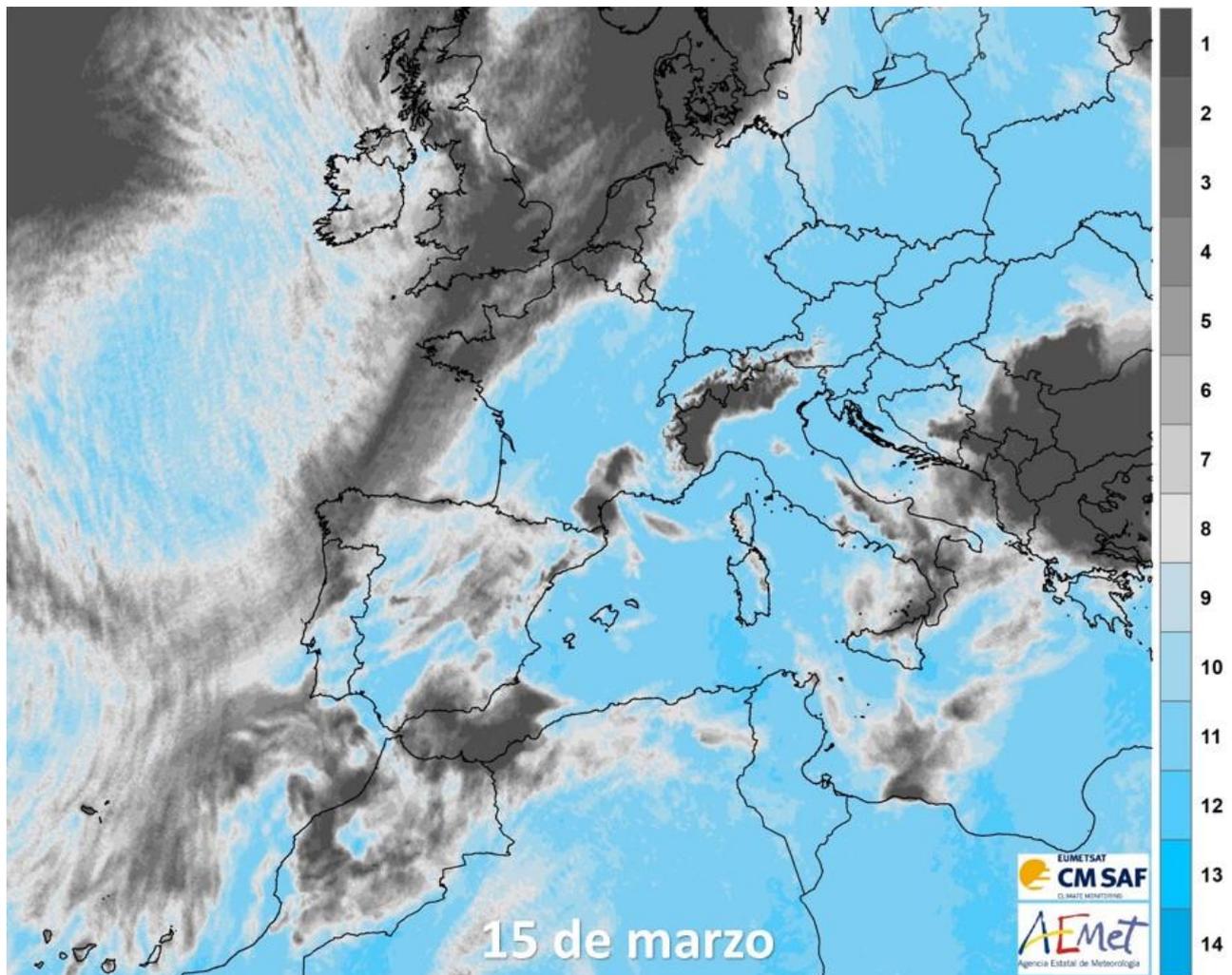


Imagen 14: insolación total diaria en horas el 15 de marzo de 2020.

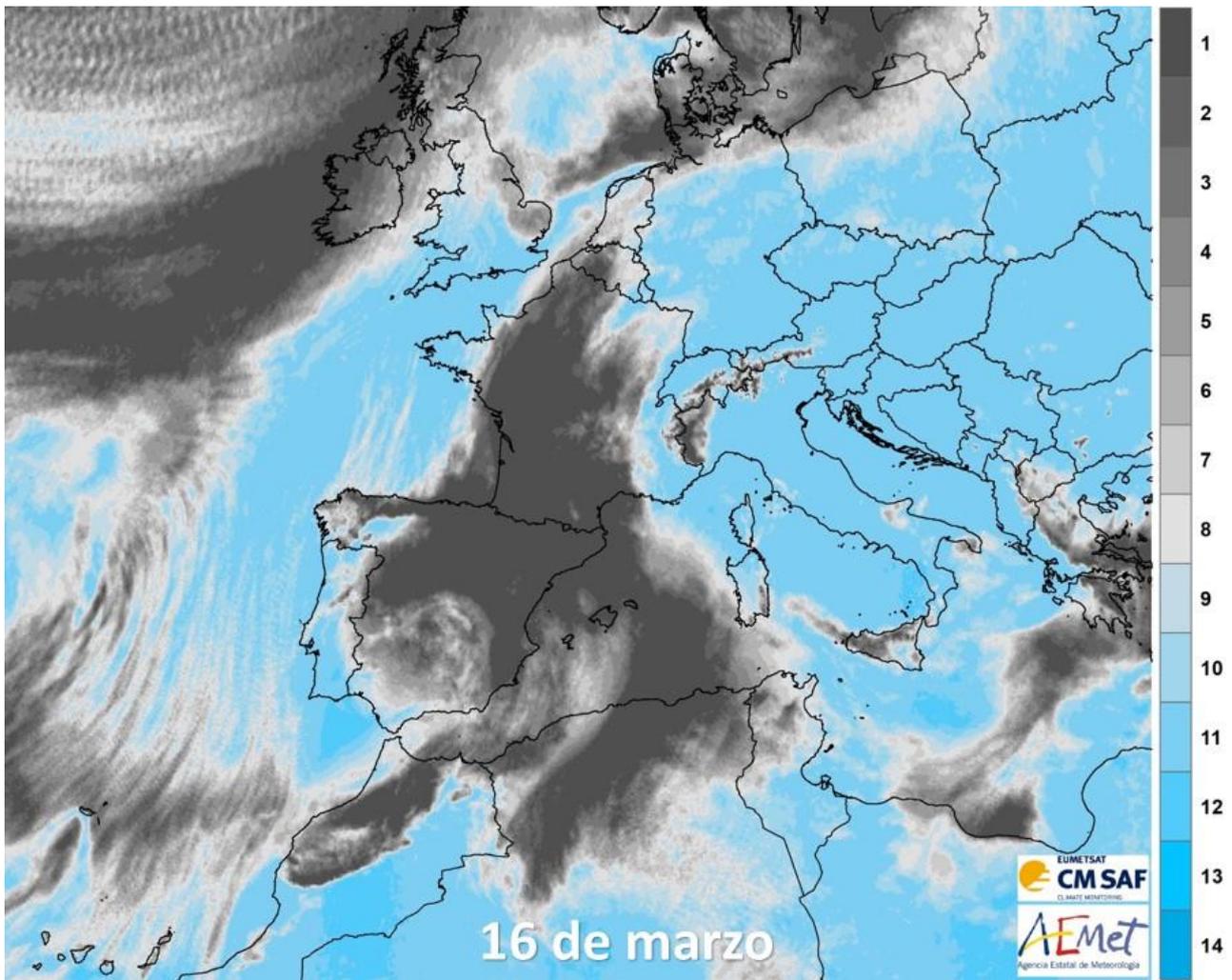


Imagen 15: insolación total diaria en horas el 16 de marzo de 2020.

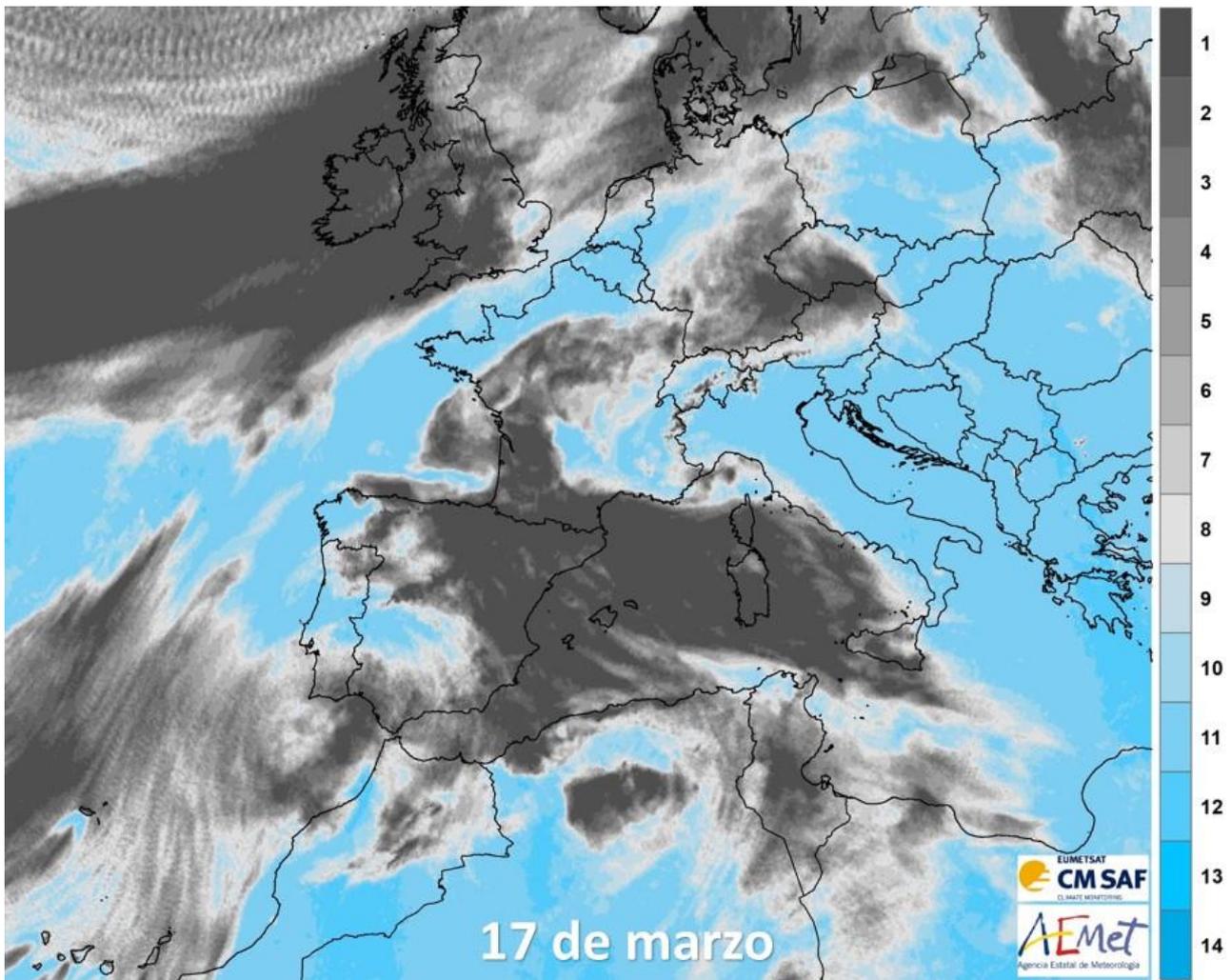


Imagen 16: insolación total diaria en horas el 17 de marzo de 2020.

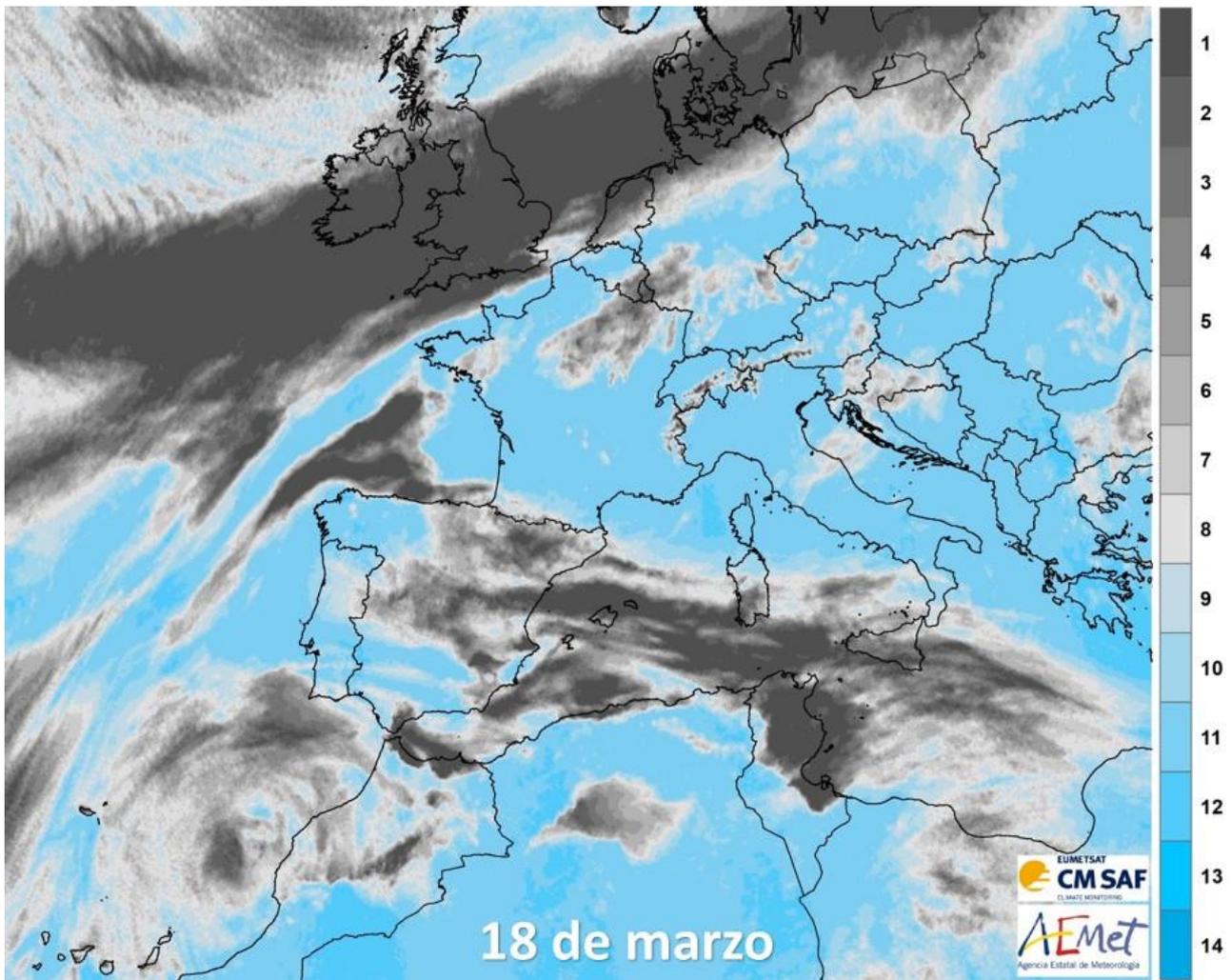


Imagen 17: insolación total diaria en horas el 18 de marzo de 2020.

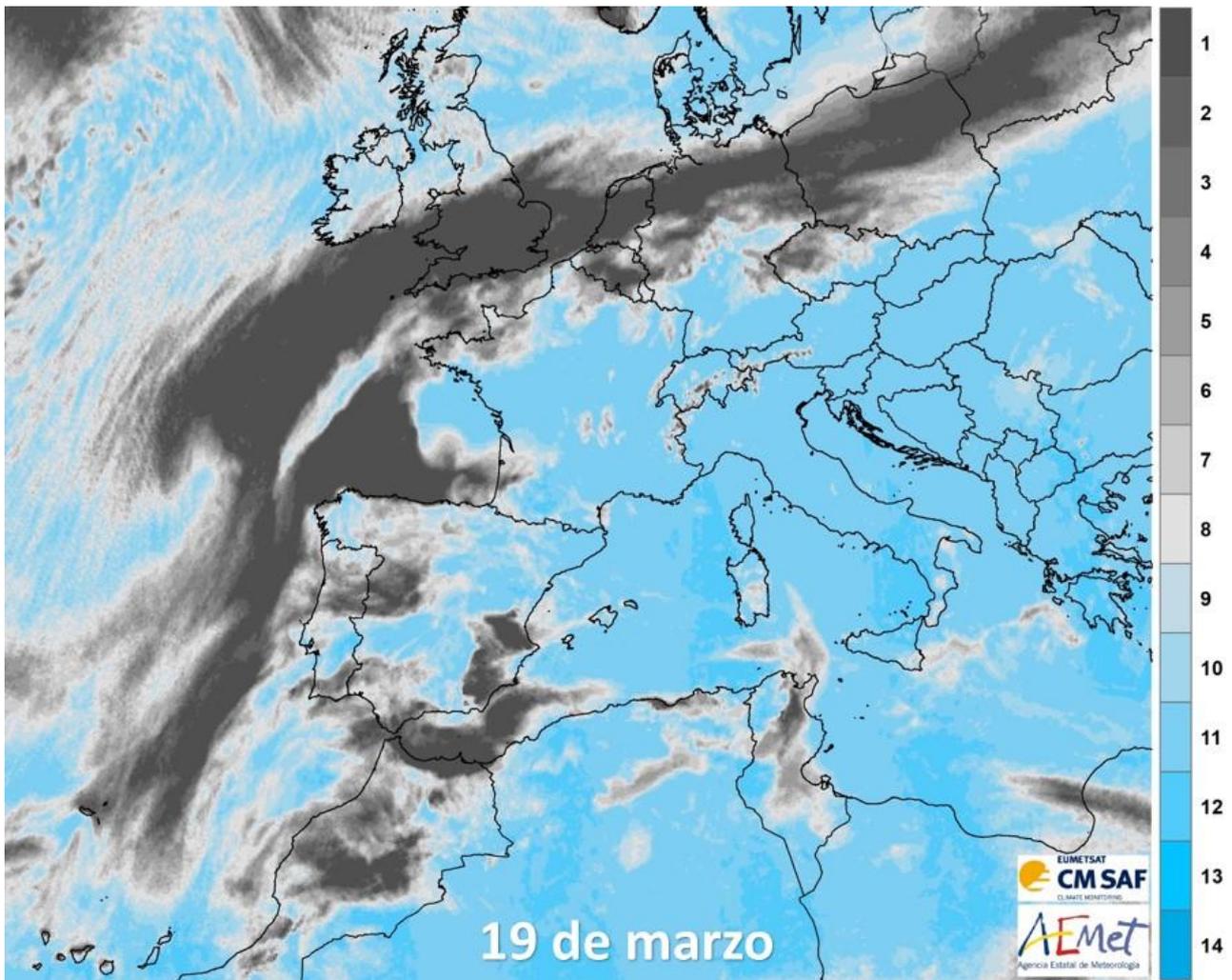


Imagen 18: insolación total diaria en horas el 19 de marzo de 2020.

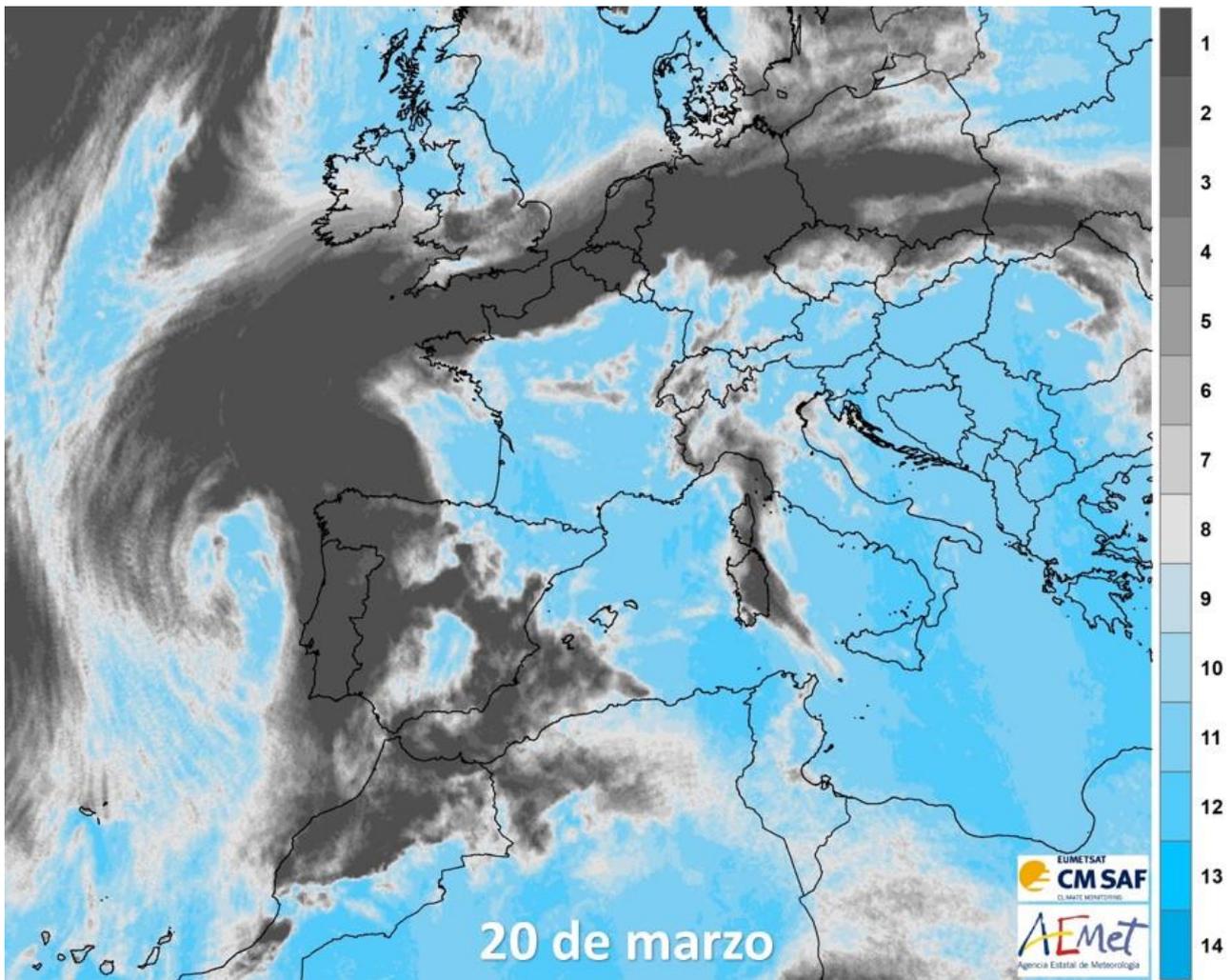


Imagen 19: insolación total diaria en horas el 20 de marzo de 2020.

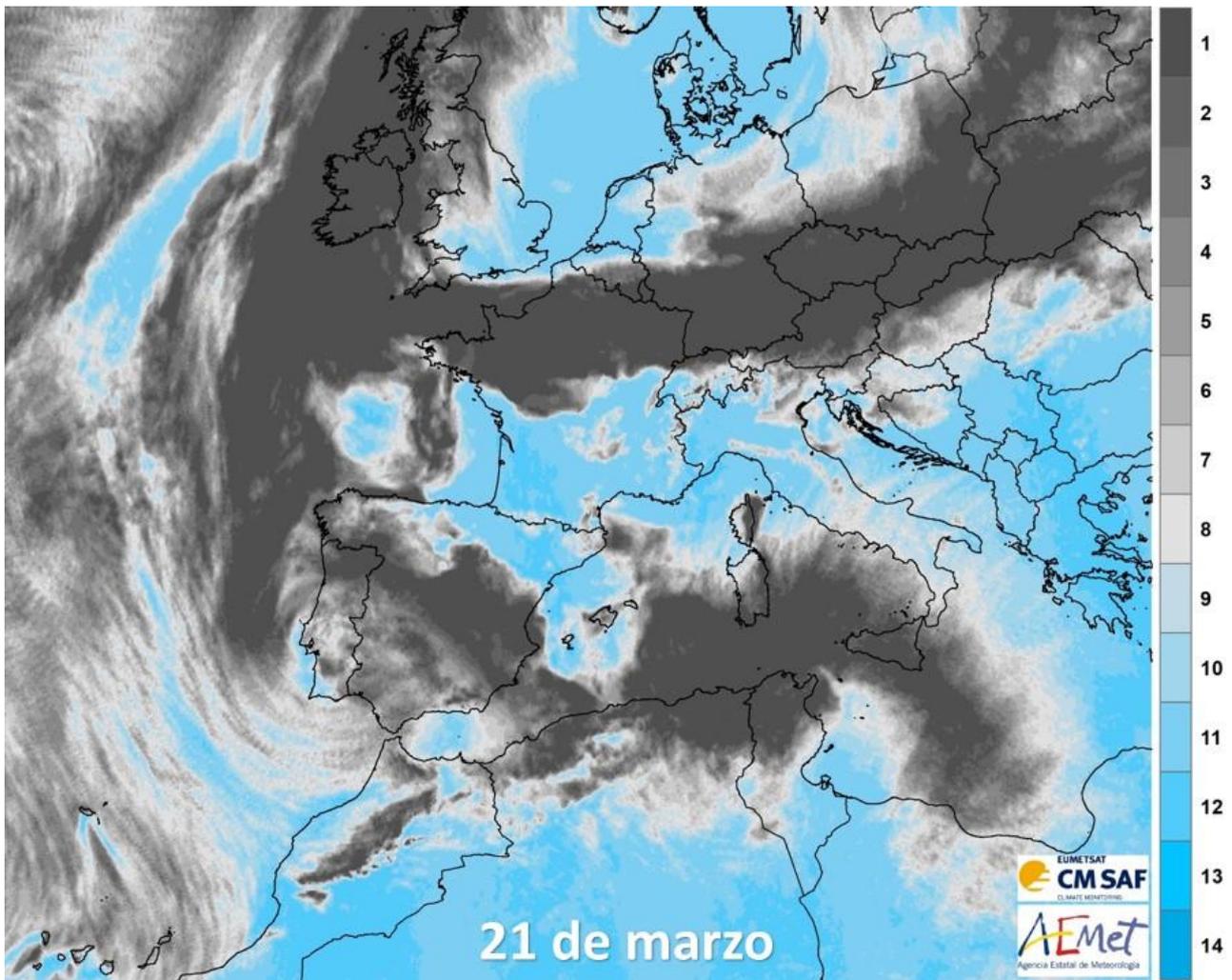


Imagen 20: insolación total diaria en horas el 21 de marzo de 2020.

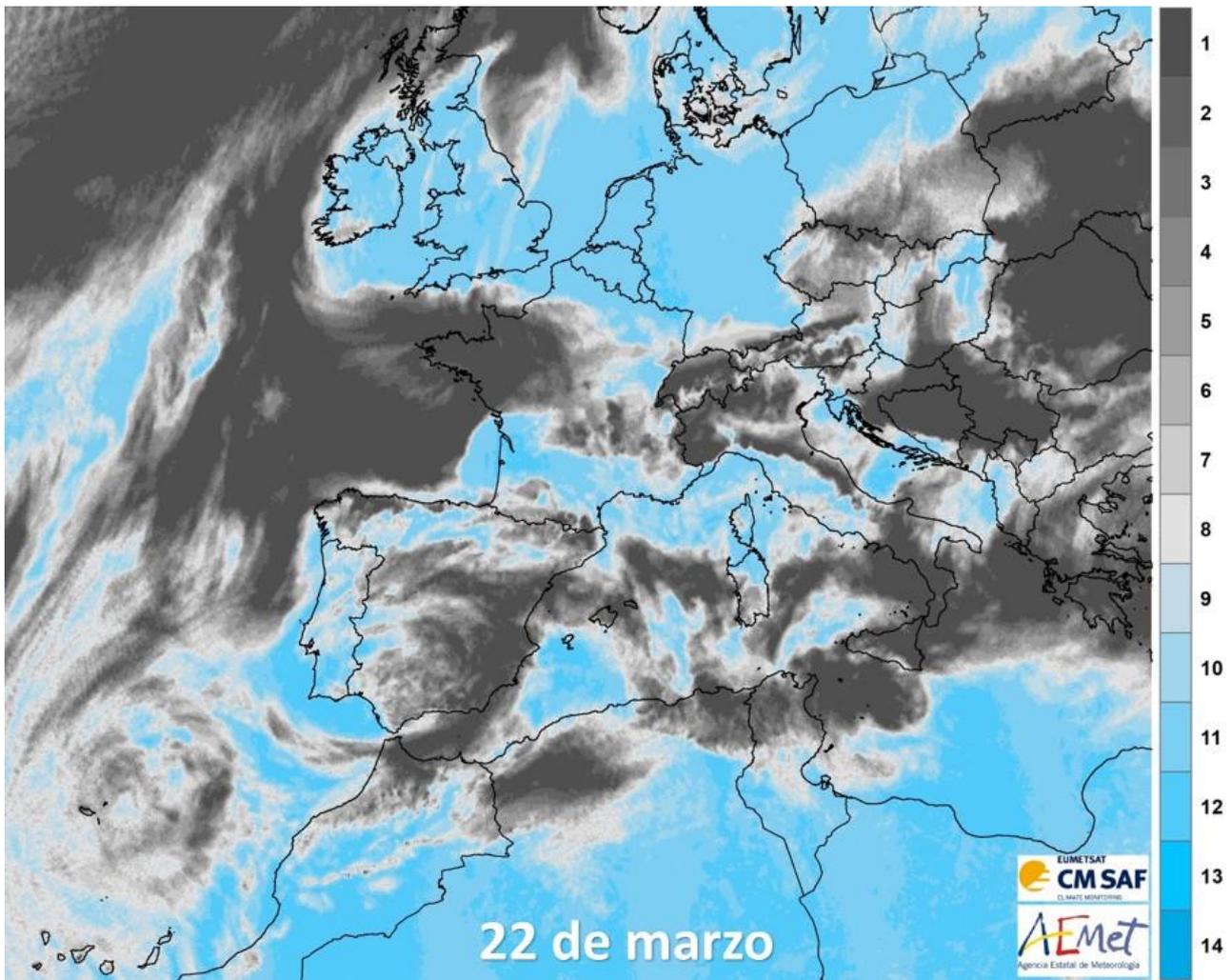


Imagen 21: insolación total diaria en horas el 22 de marzo de 2020.

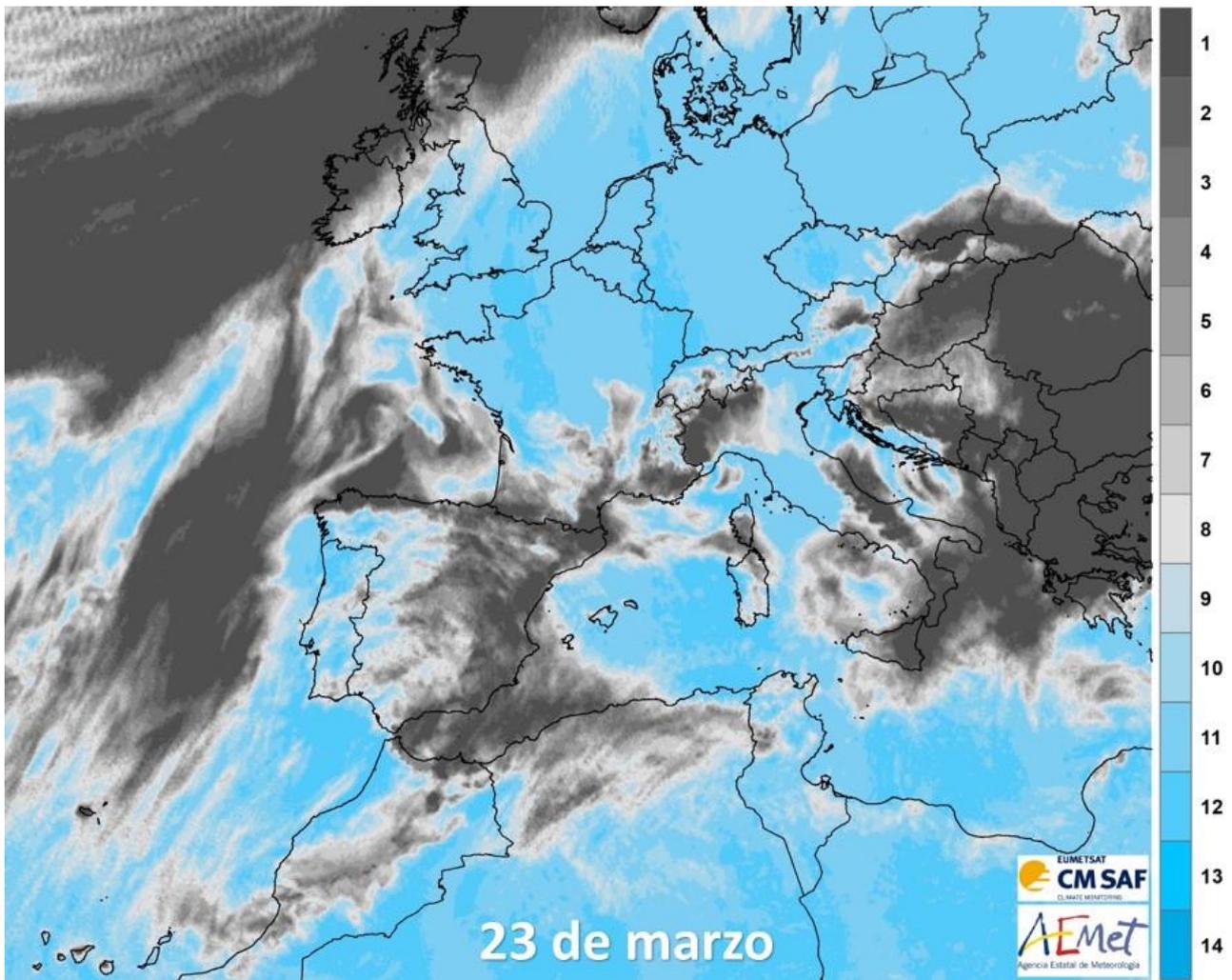


Imagen 22: insolación total diaria en horas el 23 de marzo de 2020.

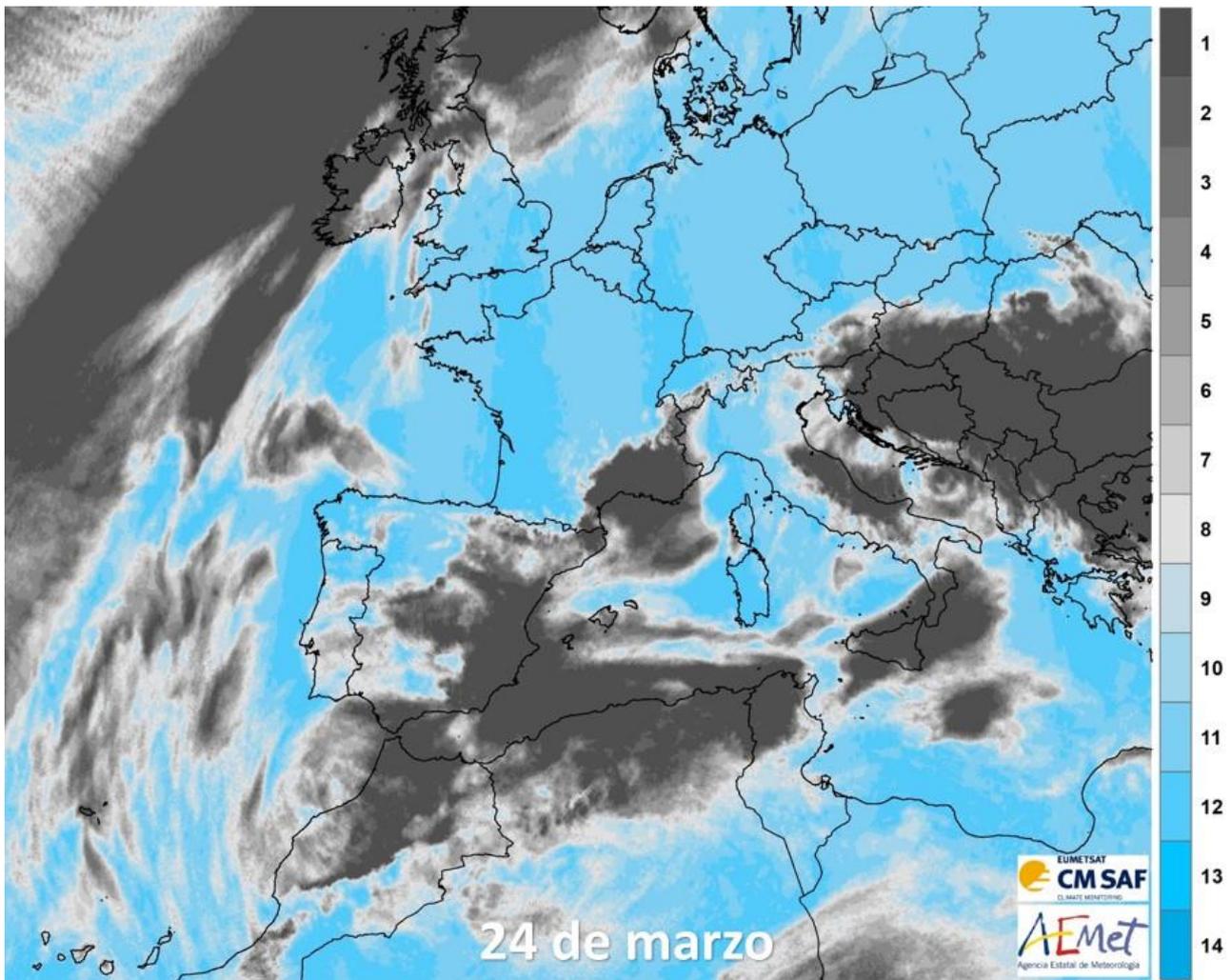


Imagen 23: insolación total diaria en horas el 24 de marzo de 2020.

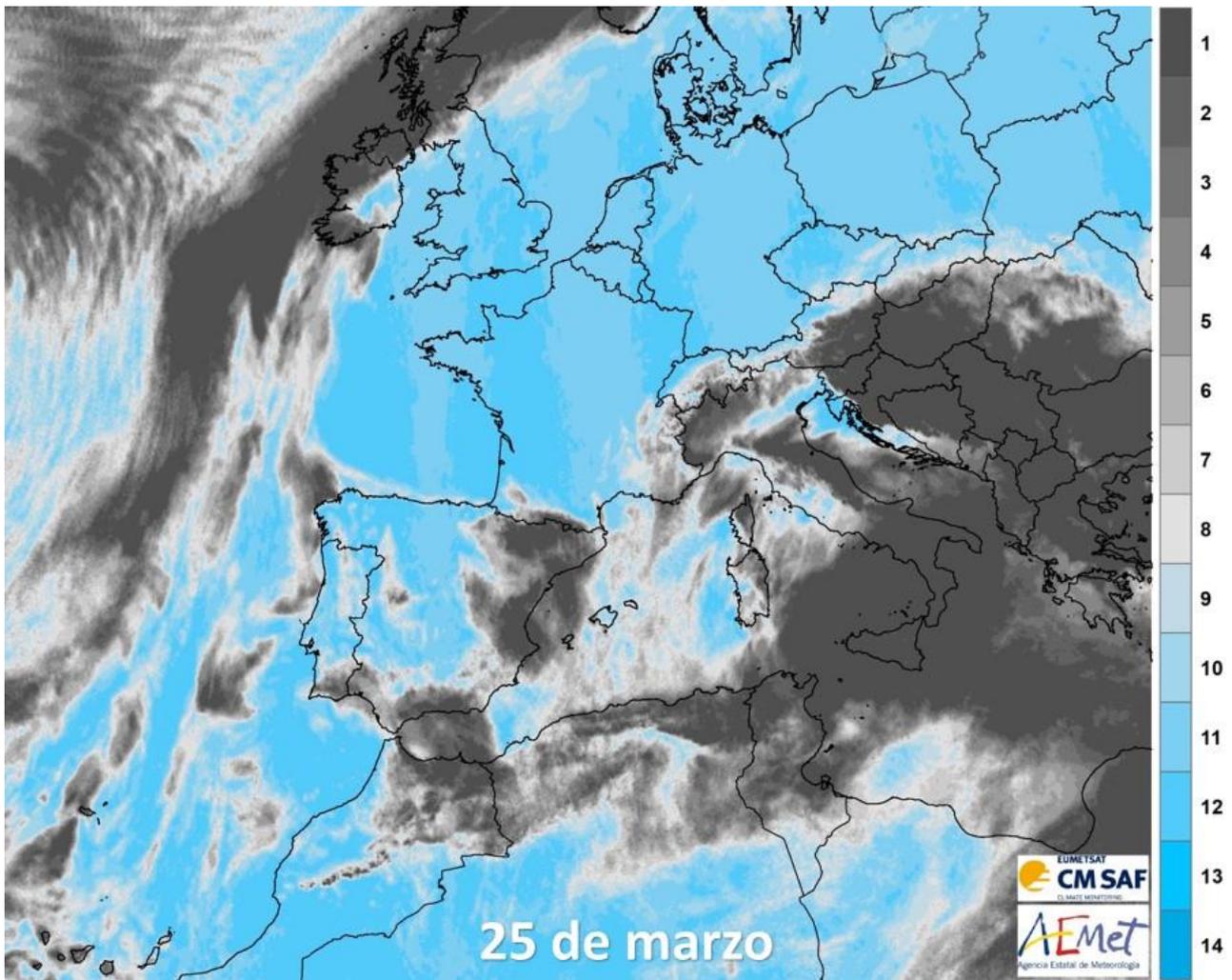


Imagen 24: insolación total diaria en horas el 25 de marzo de 2020.

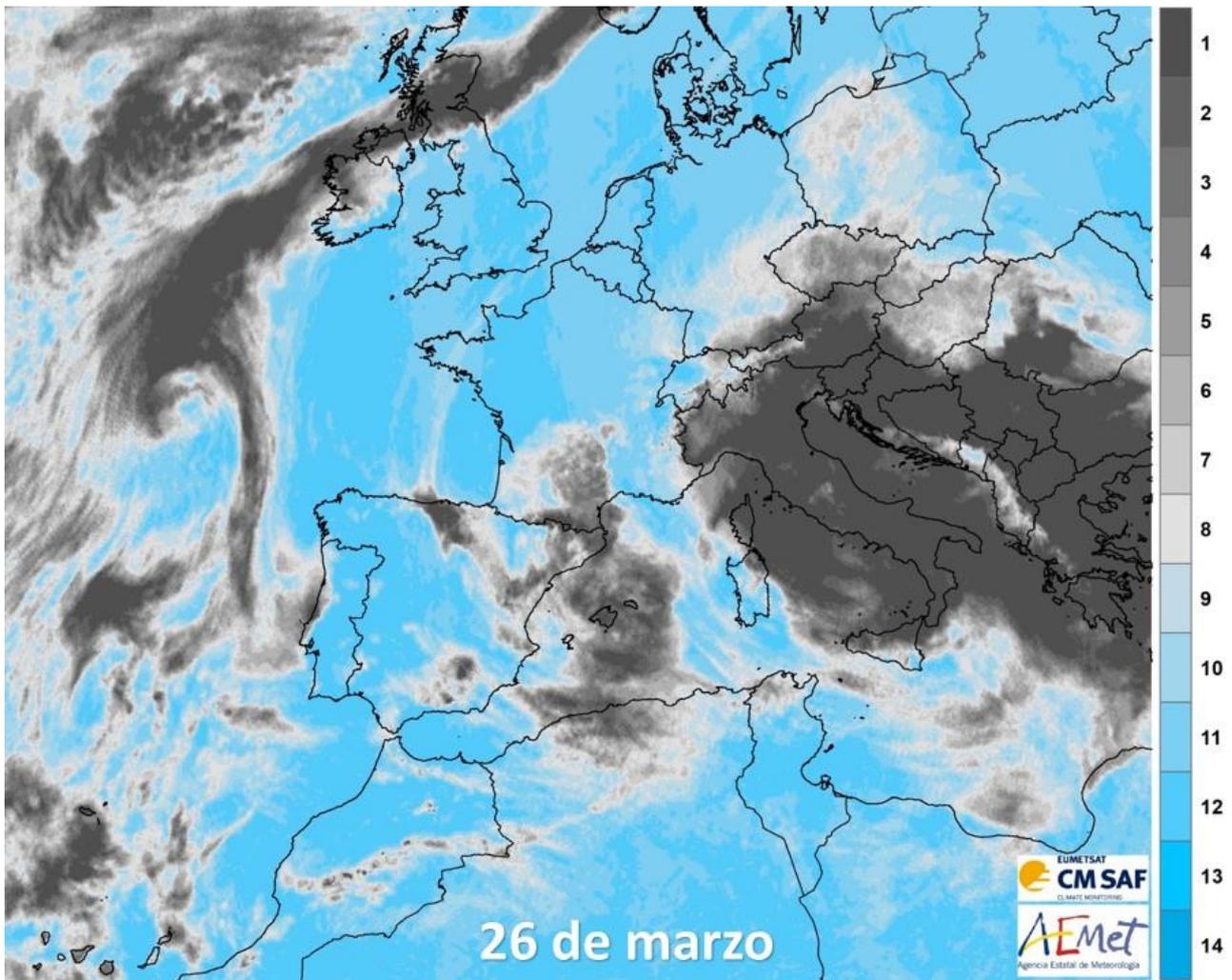


Imagen 25: insolación total diaria en horas el 26 de marzo de 2020.

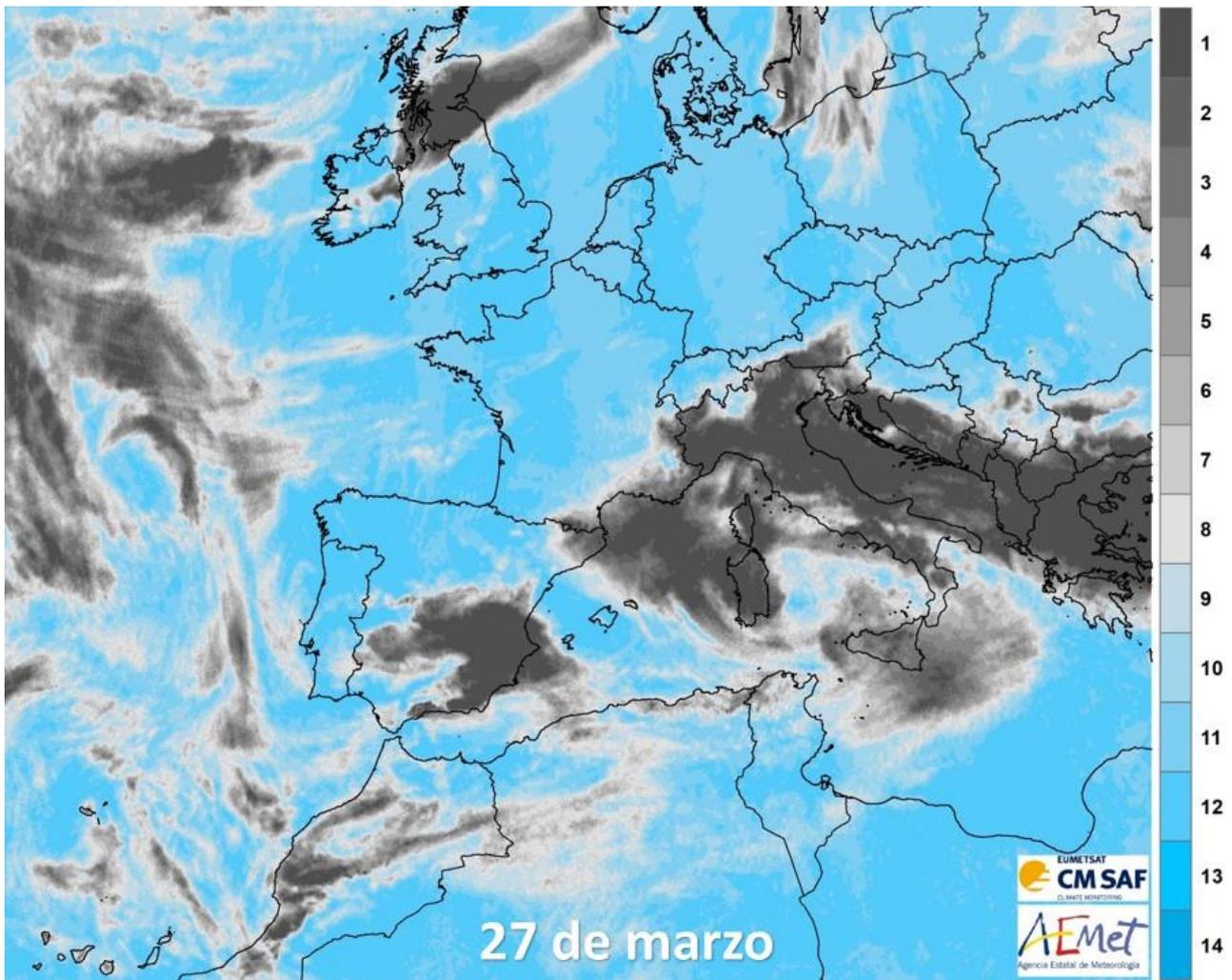


Imagen 26: insolación total diaria en horas el 27 de marzo de 2020.

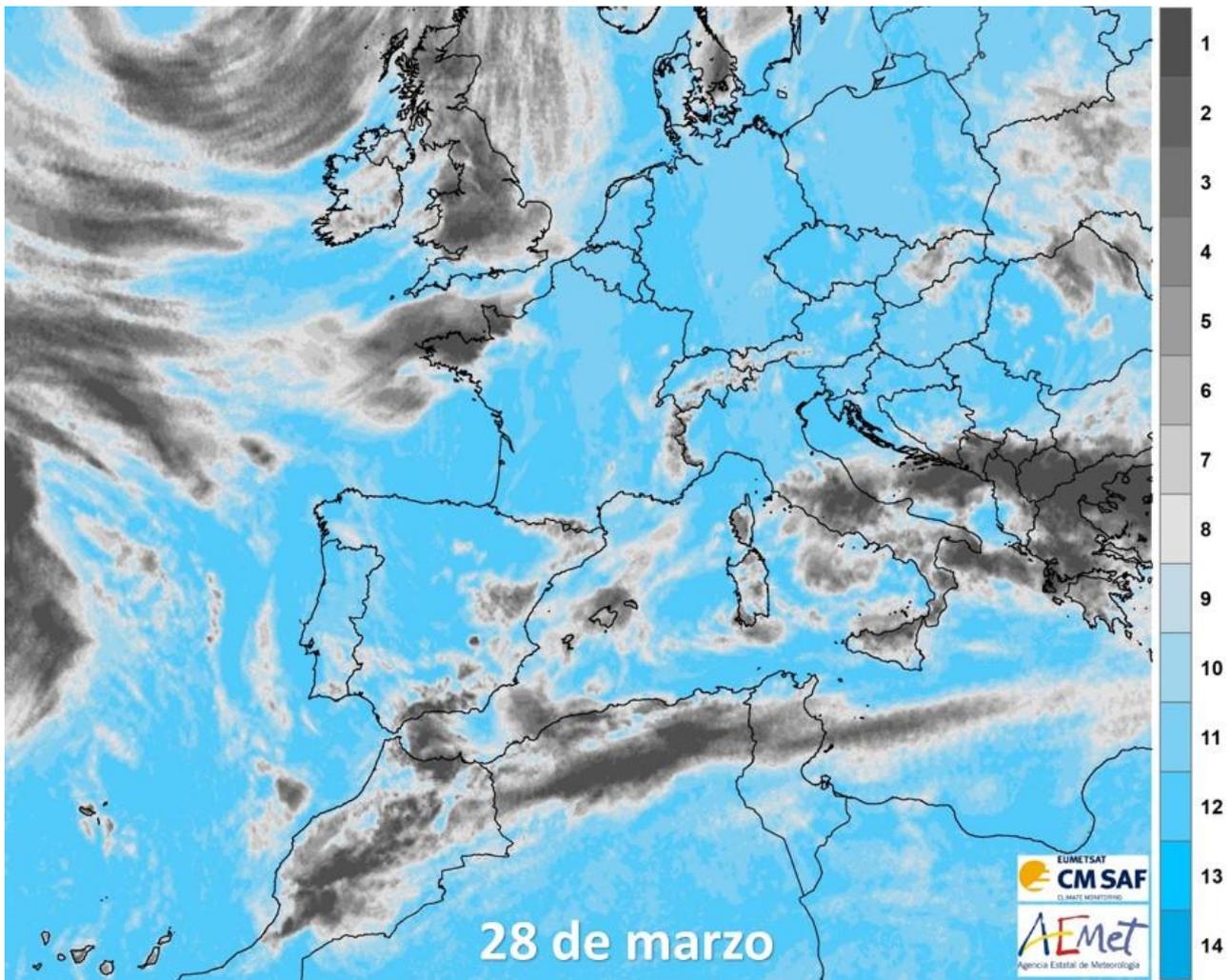


Imagen 27: insolación total diaria en horas el 28 de marzo de 2020.

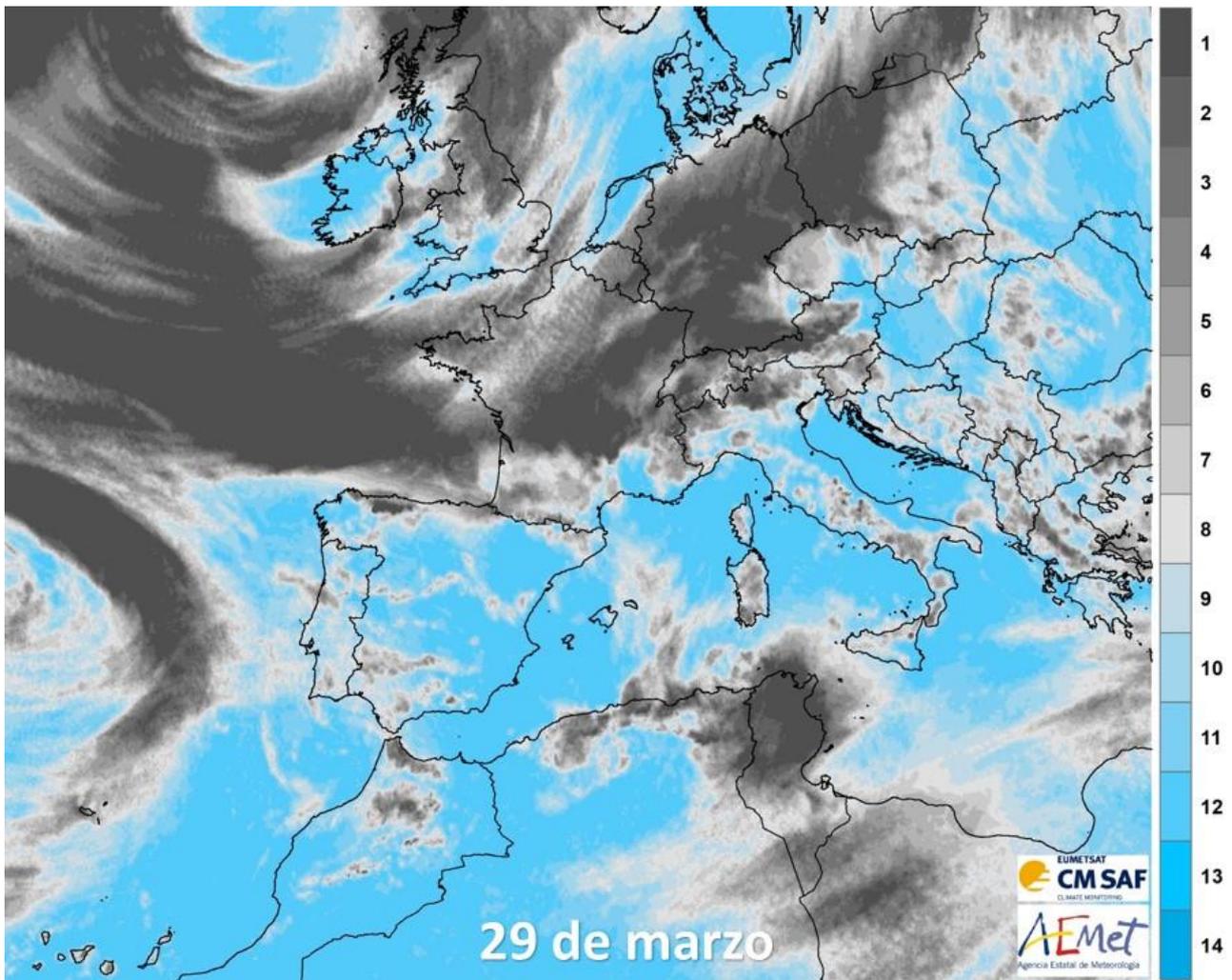


Imagen 28: insolación total diaria en horas el 29 de marzo de 2020.

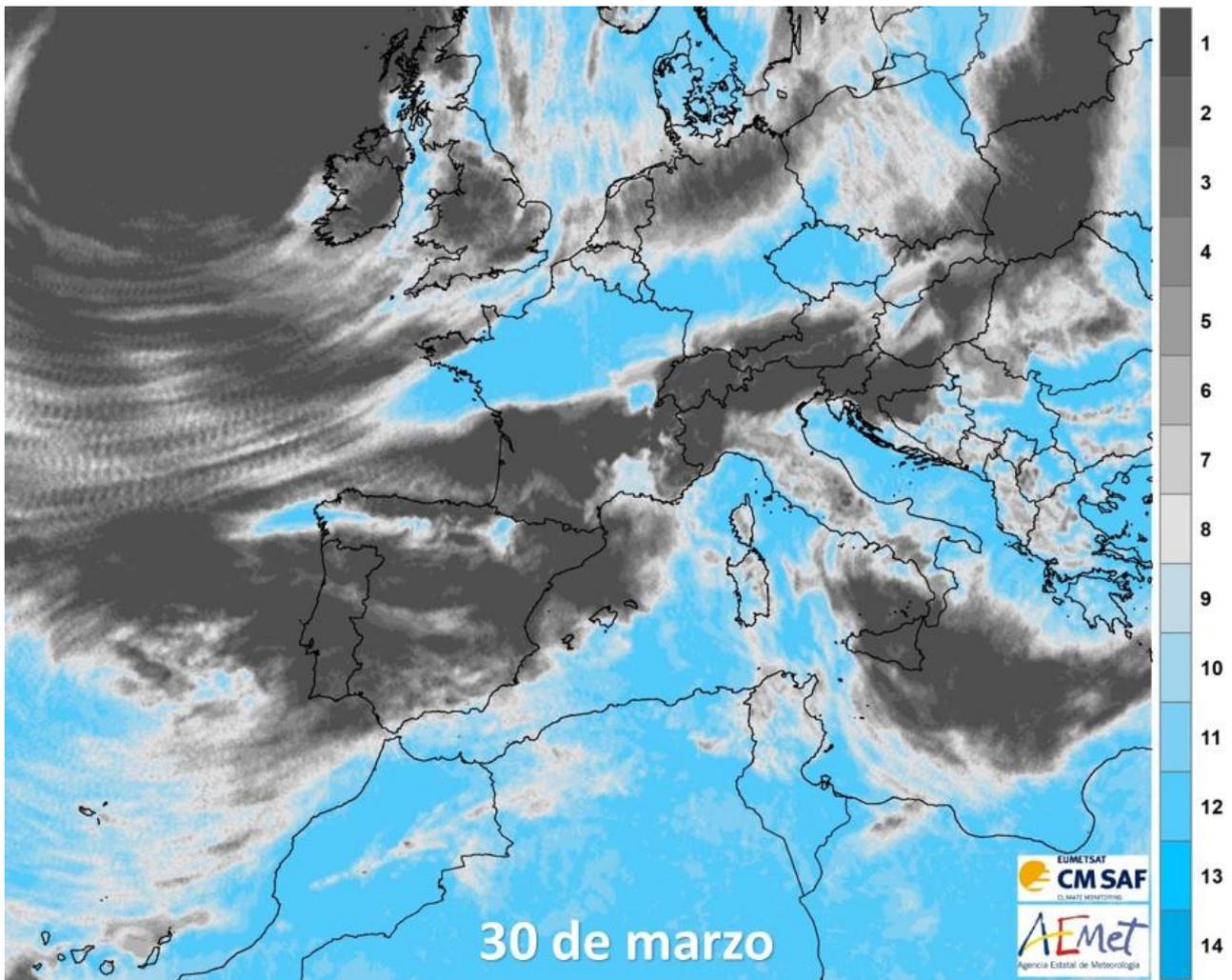


Imagen 29: insolación total diaria en horas el 30 de marzo de 2020.

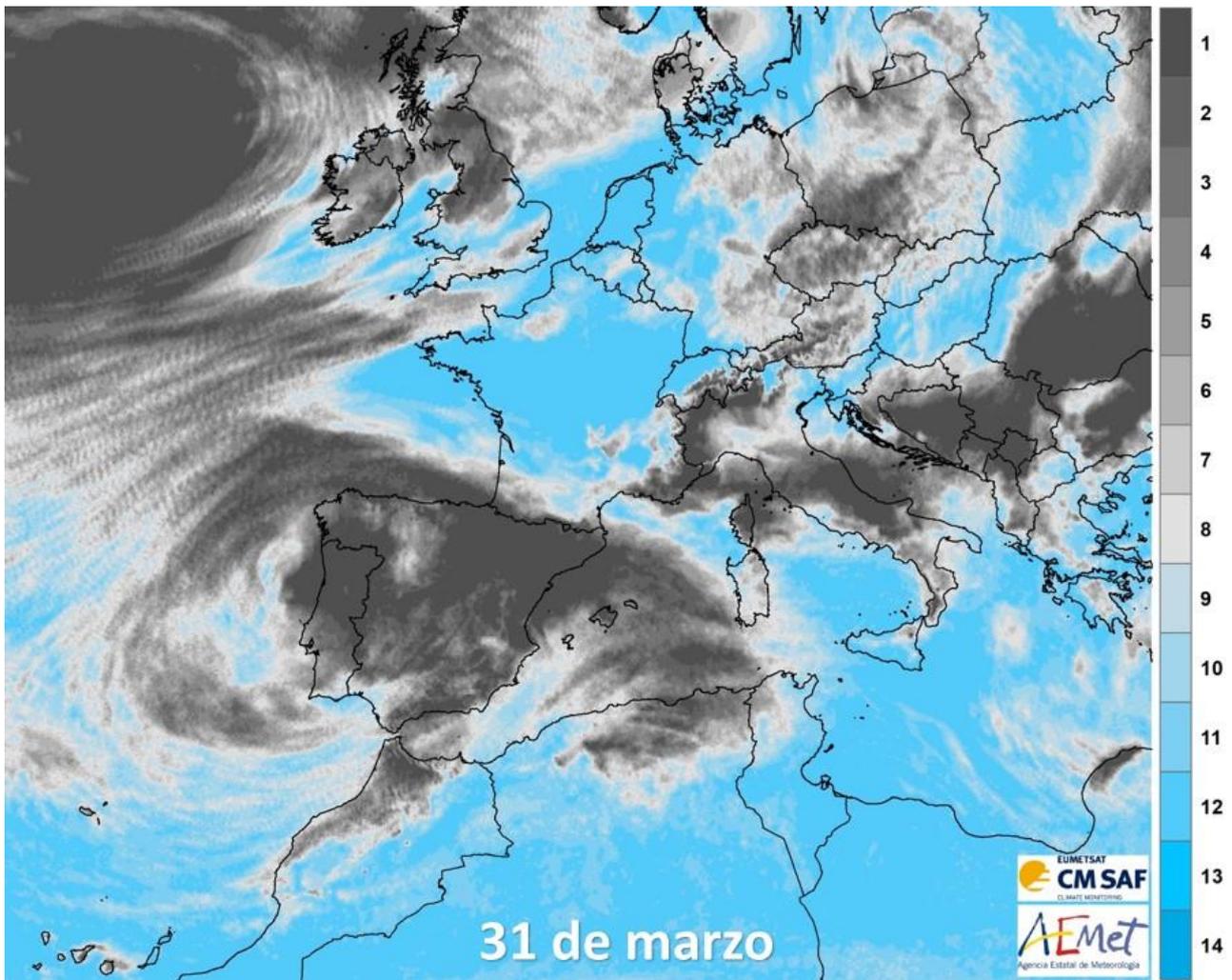


Imagen 30: insolación total diaria en horas el 31 de marzo de 2020.

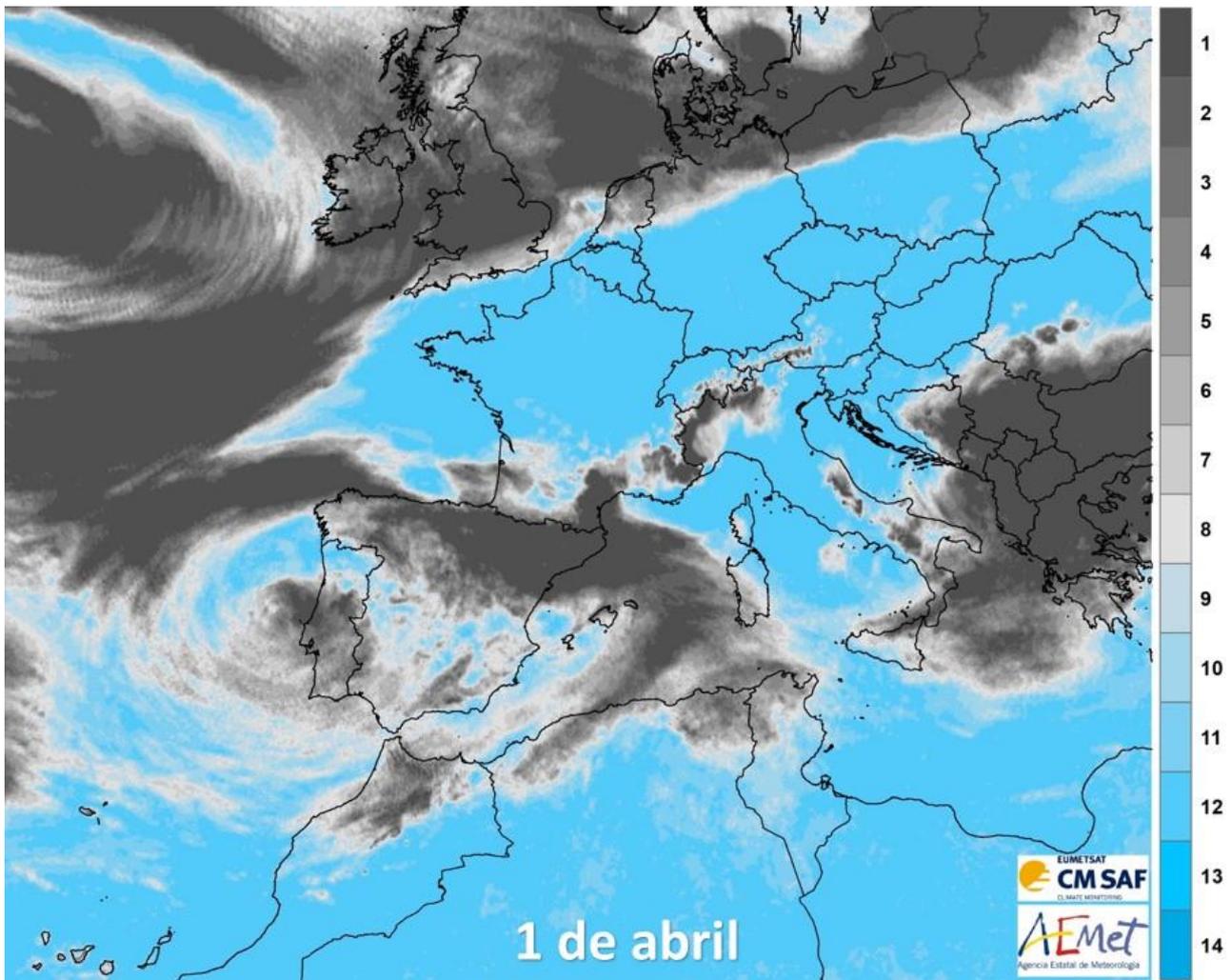


Imagen 31: insolación total diaria en horas el 1 de abril de 2020.

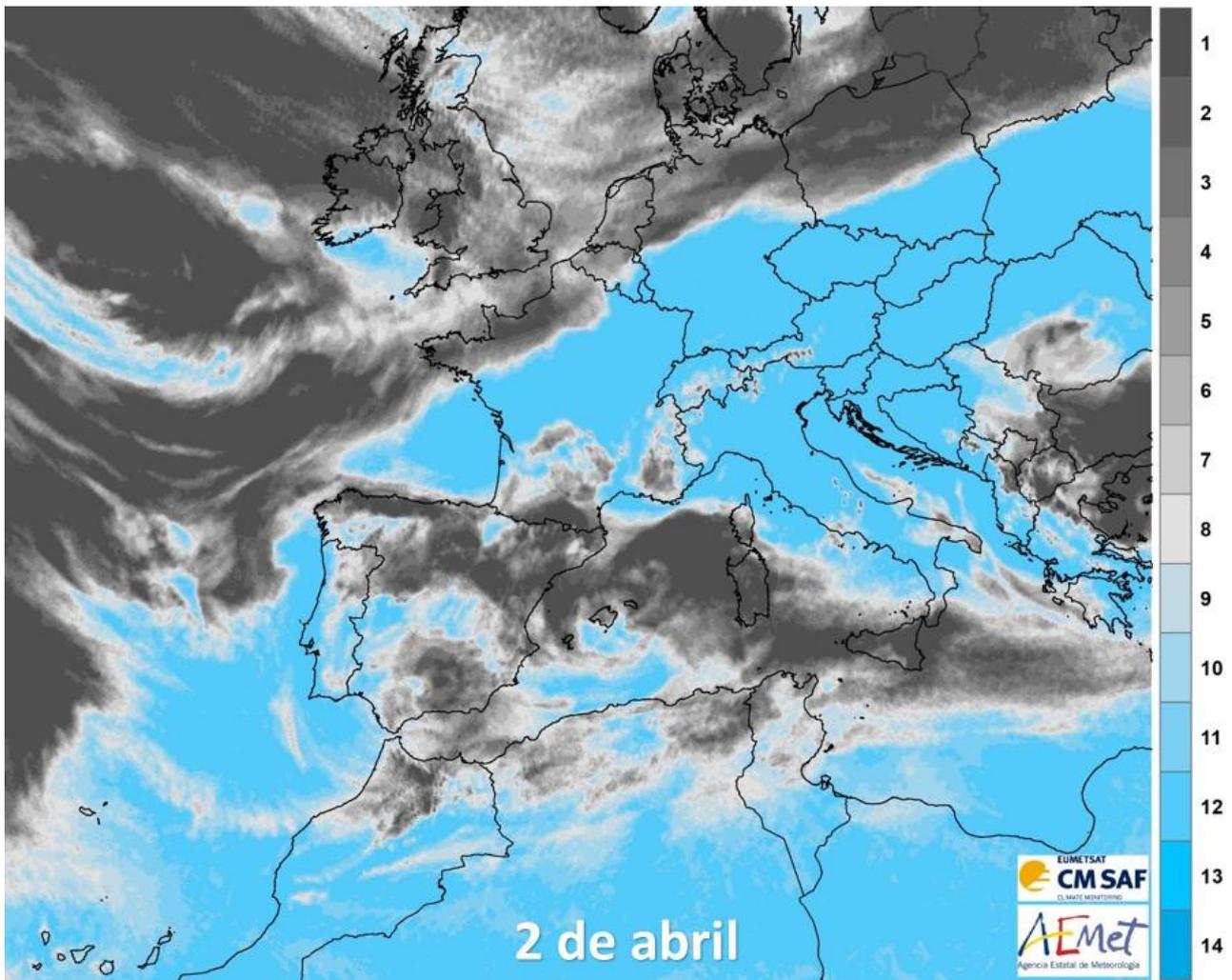


Imagen 32: insolación total diaria en horas el 2 de abril de 2020.

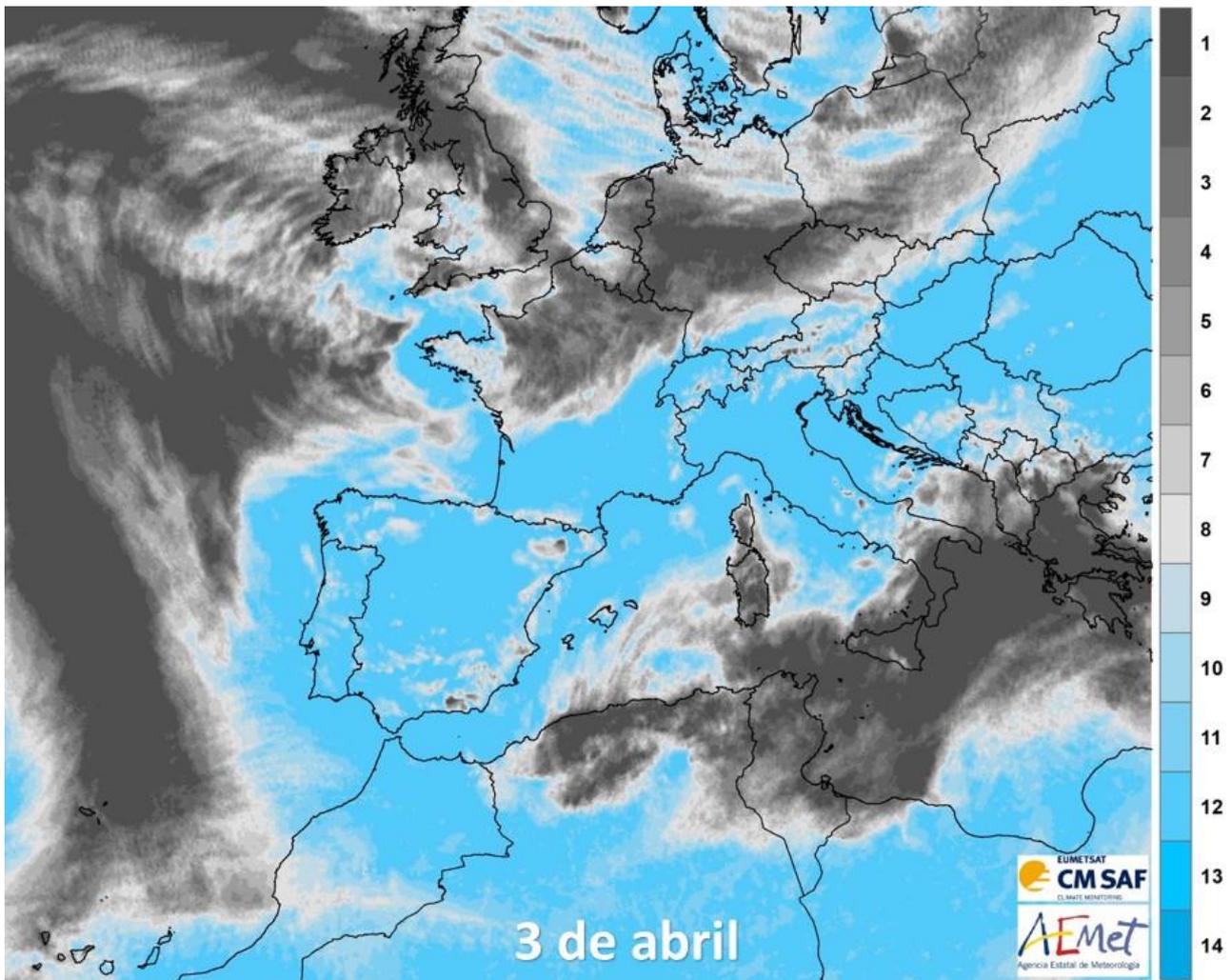


Imagen 33: insolación total diaria en horas el 3 de abril de 2020.

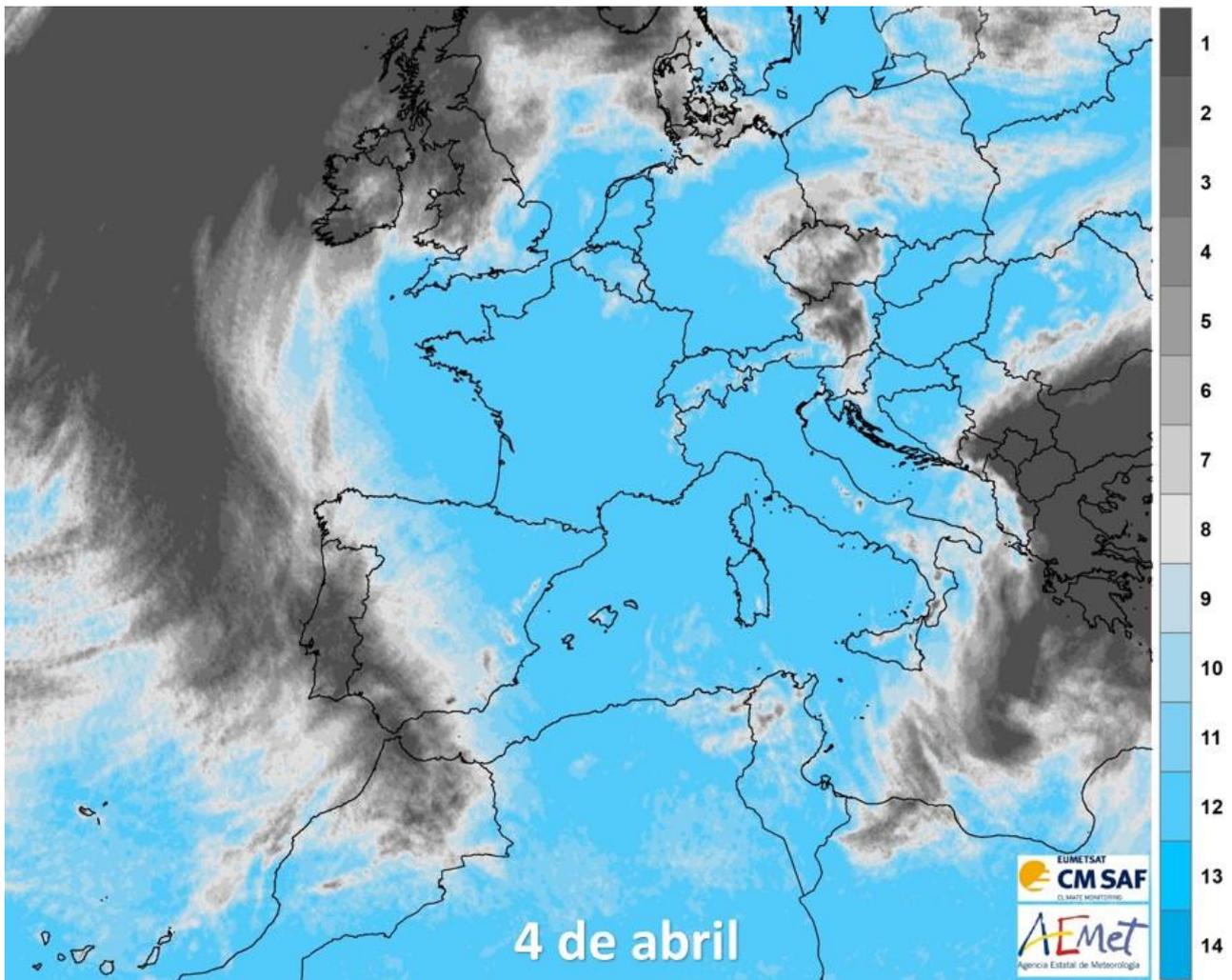


Imagen 34: insolación total diaria en horas el 4 de abril de 2020.

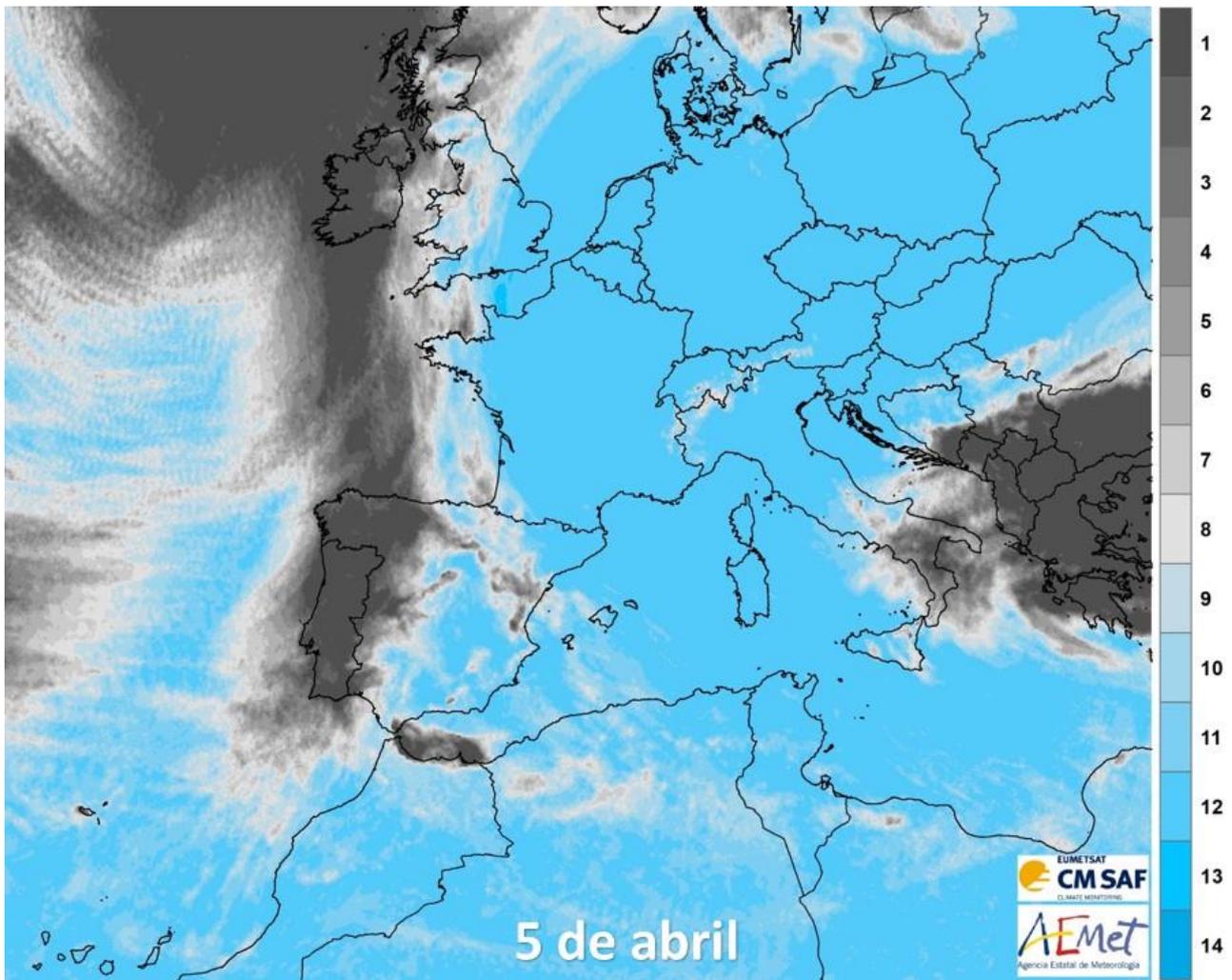


Imagen 35: insolación total diaria en horas el 5 de abril de 2020.

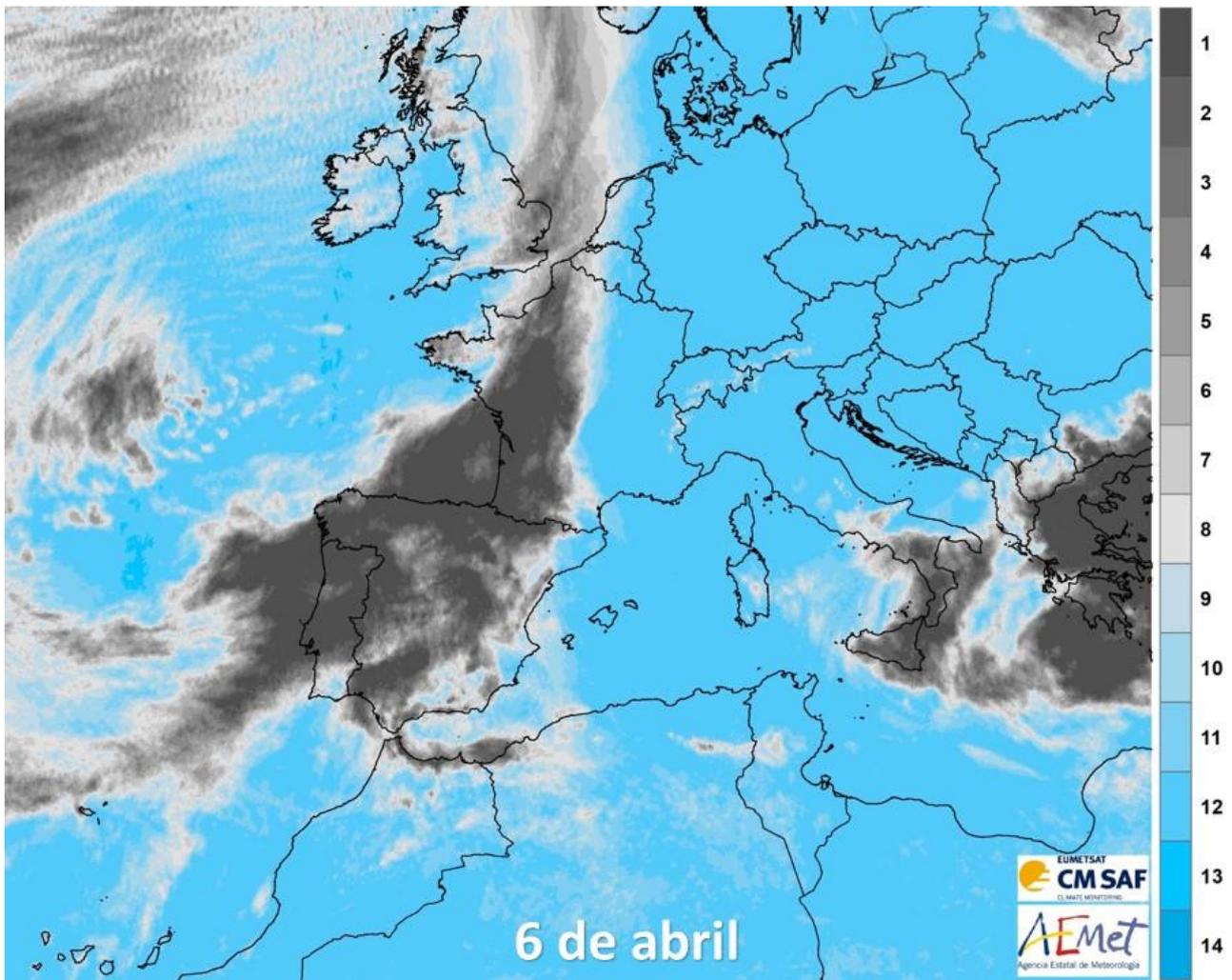


Imagen 36: insolación total diaria en horas el 6 de abril de 2020.

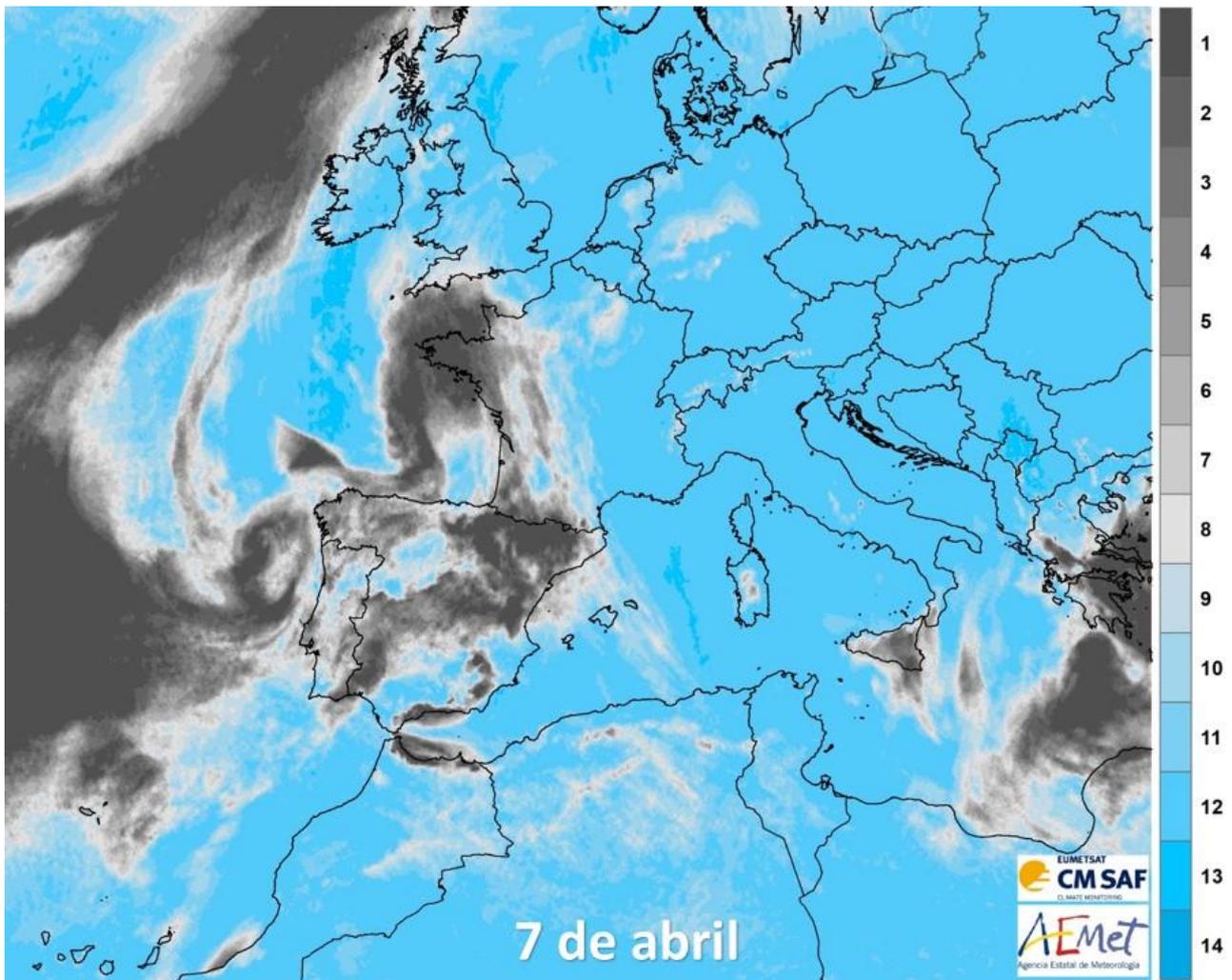


Imagen 37: insolación total diaria en horas el 7 de abril de 2020.

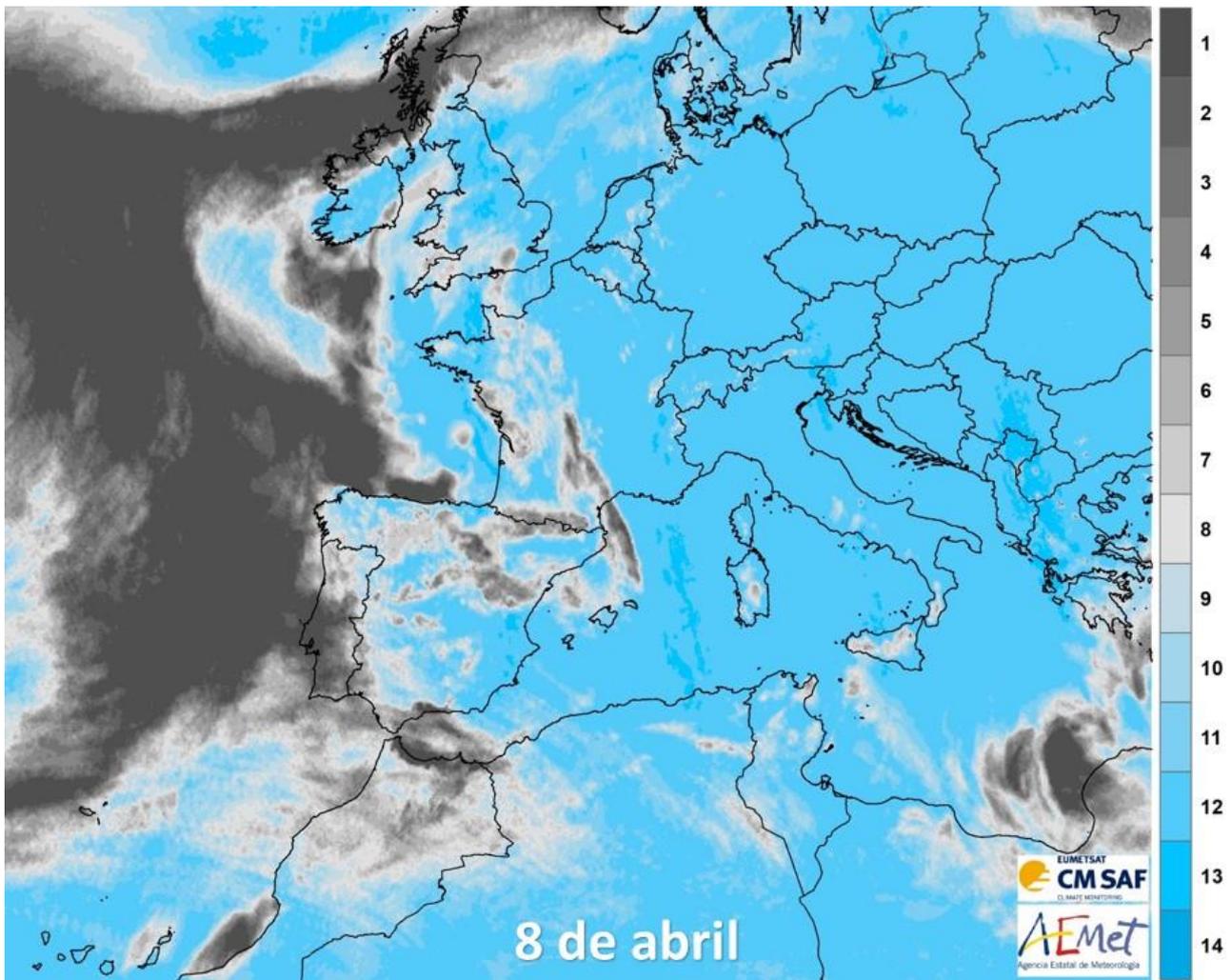


Imagen 38: insolación total diaria en horas el 8 de abril de 2020.

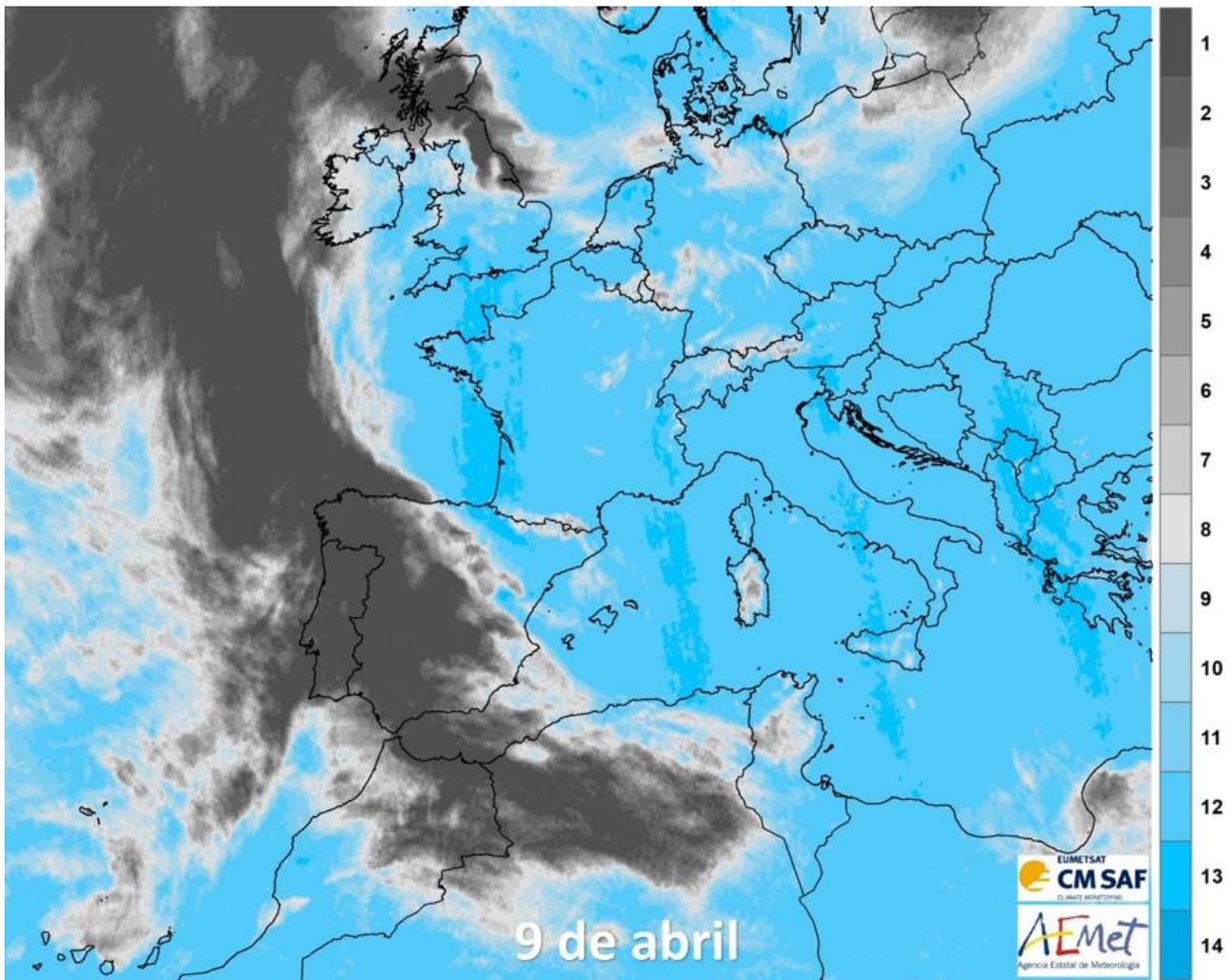


Imagen 39: insolación total diaria en horas el 9 de abril de 2020.

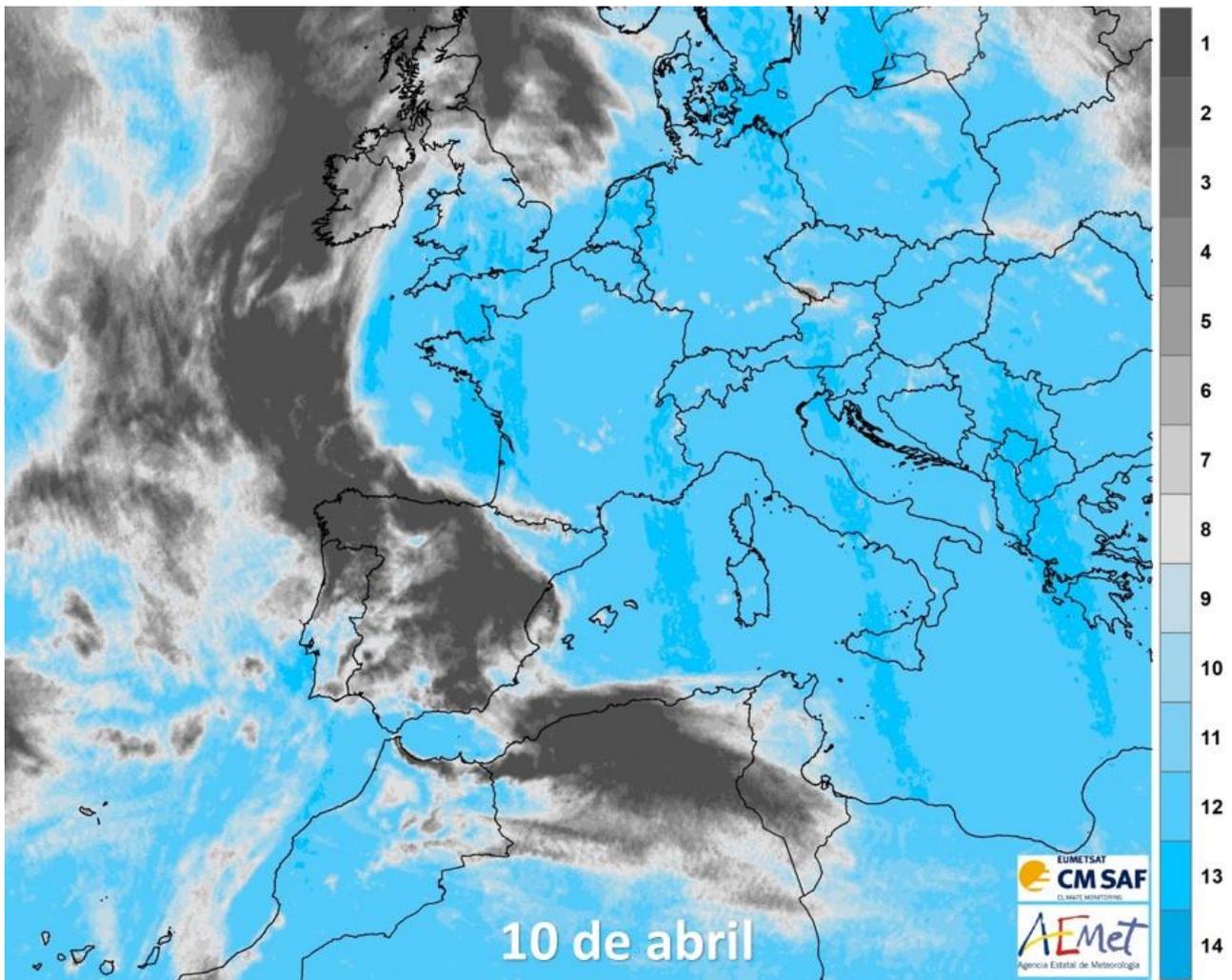


Imagen 40: insolación total diaria en horas el 10 de abril de 2020.

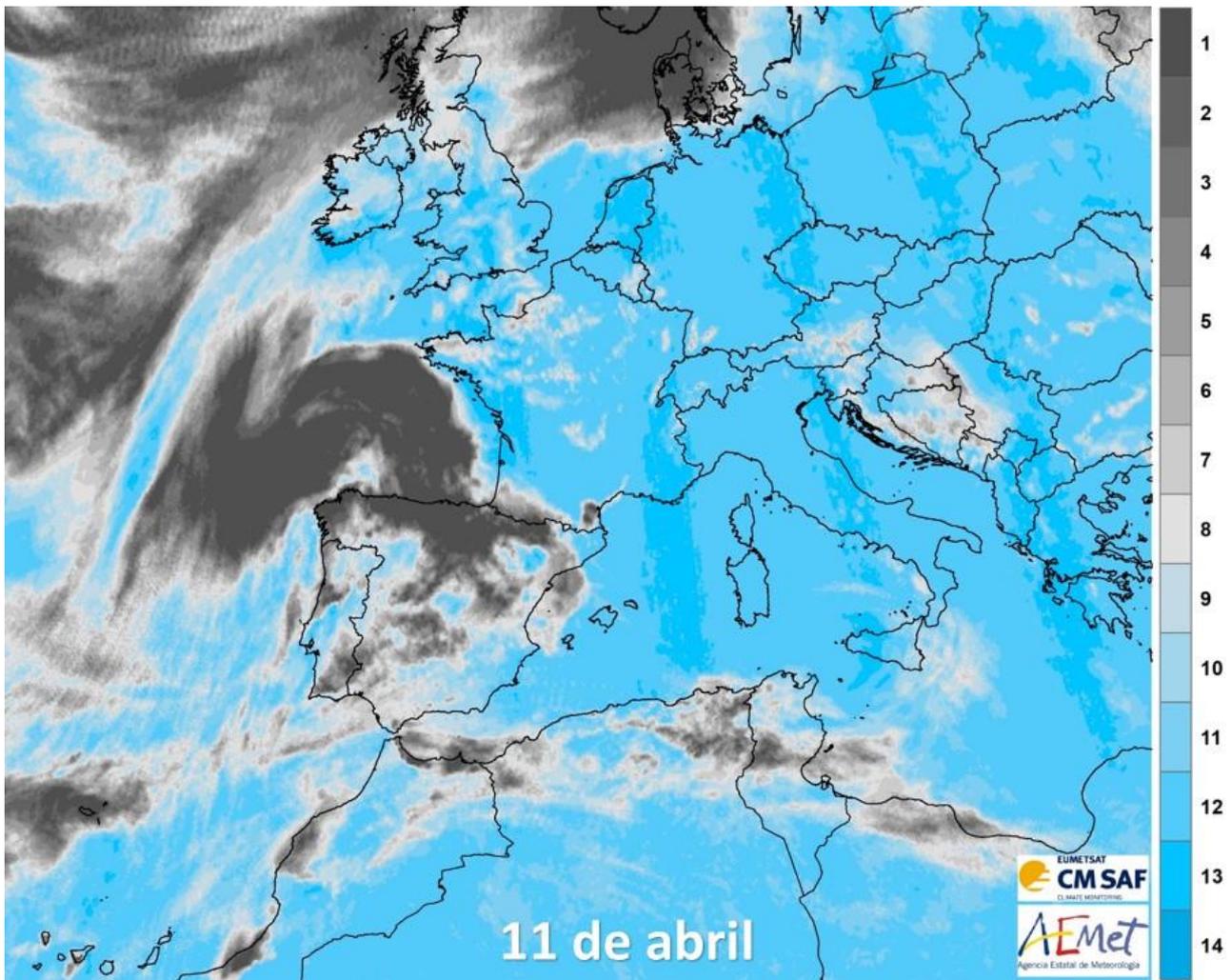


Imagen 41: insolación total diaria en horas el 11 de abril de 2020.

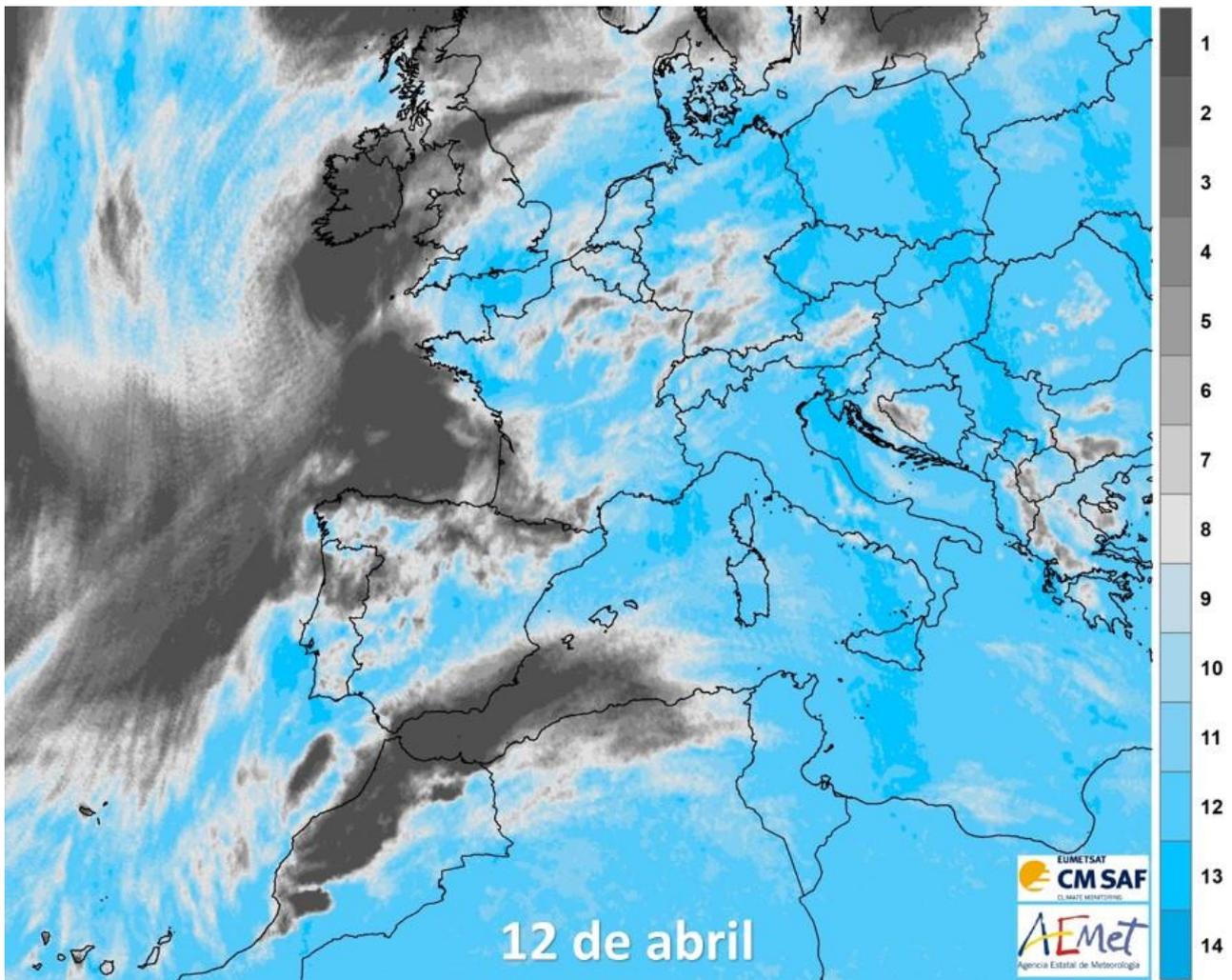


Imagen 42: insolación total diaria en horas el 12 de abril de 2020.

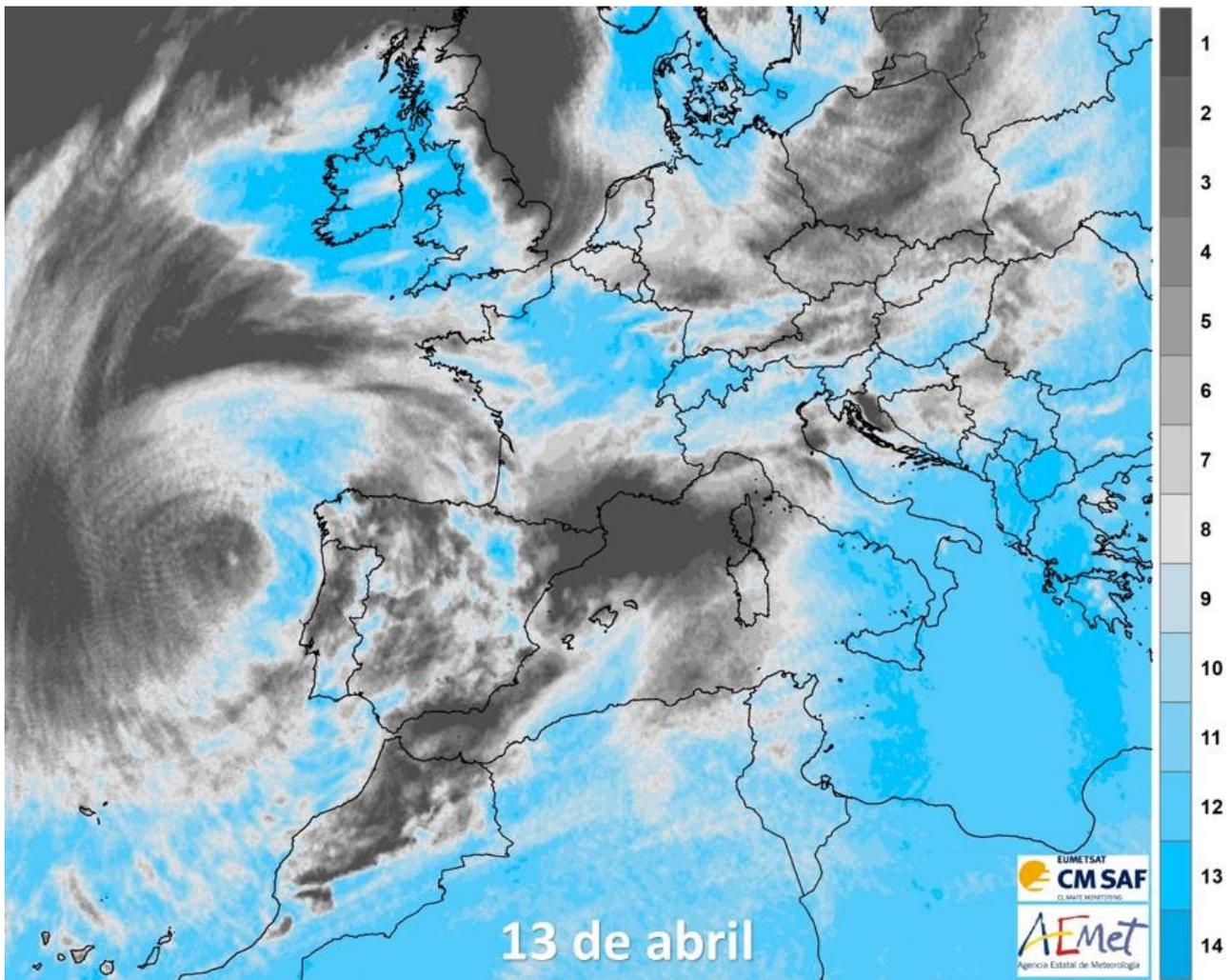


Imagen 43: insolación total diaria en horas el 13 de abril de 2020.

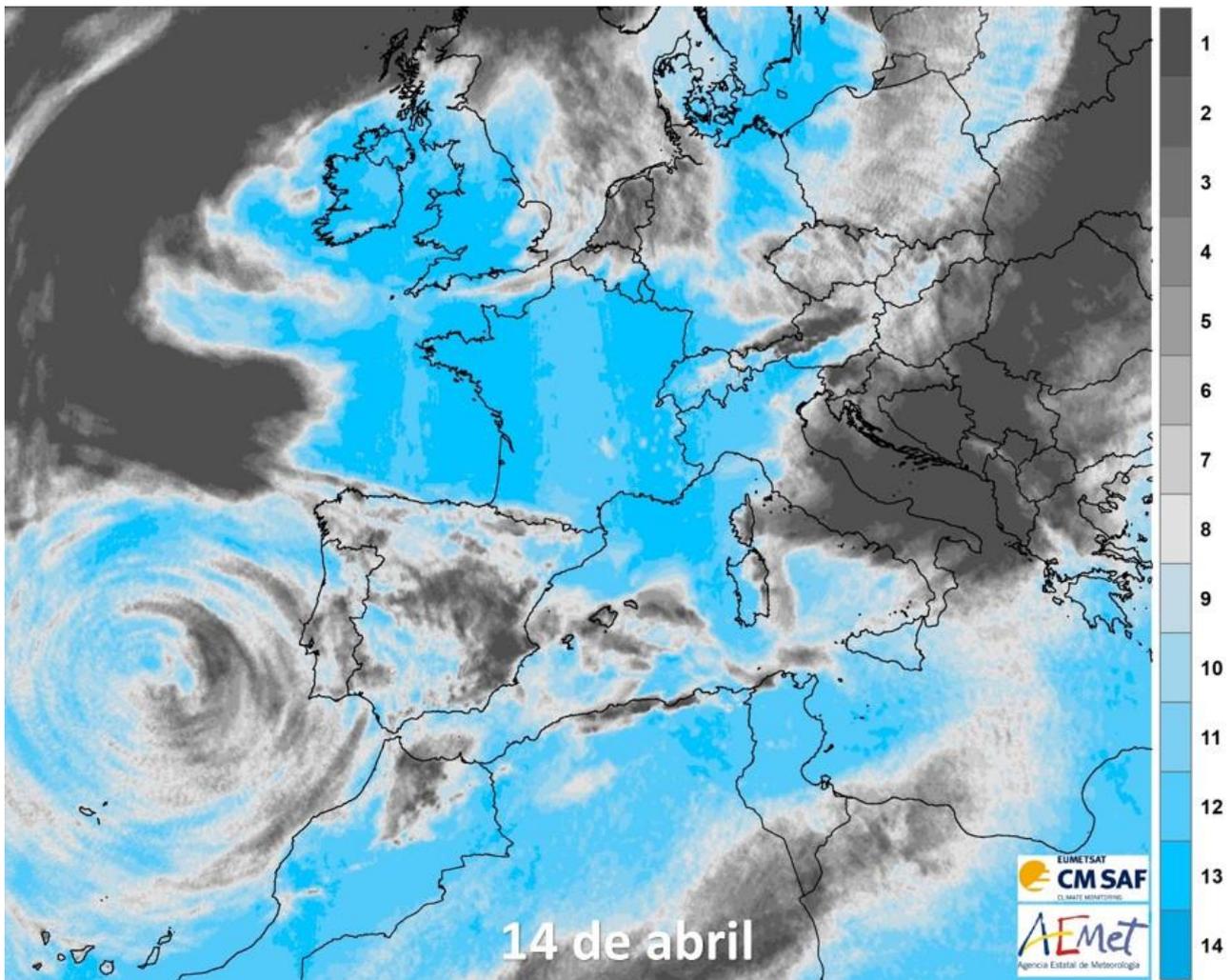


Imagen 44: insolación total diaria en horas el 14 de abril de 2020.

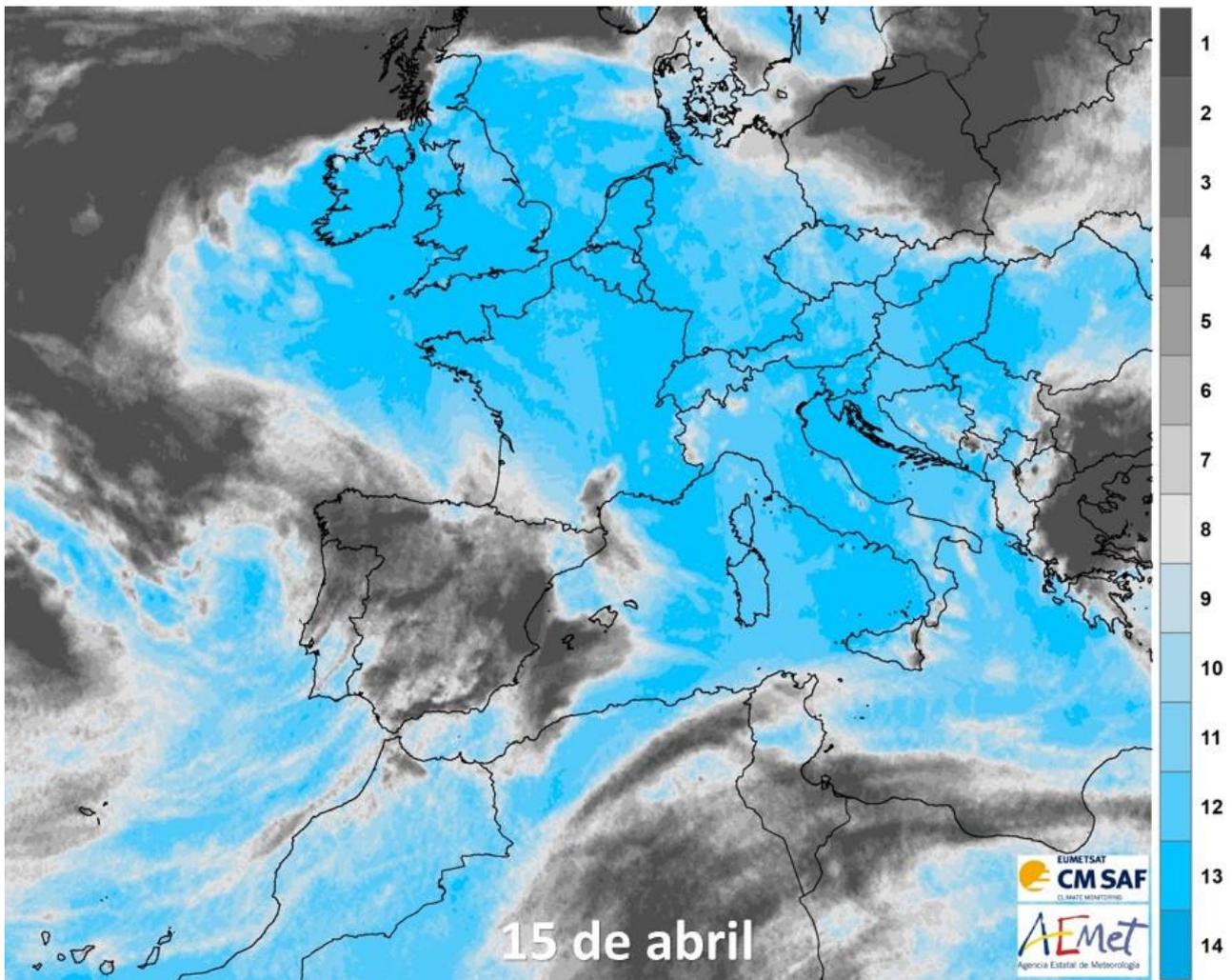


Imagen 45: insolación total diaria en horas el 15 de abril de 2020.

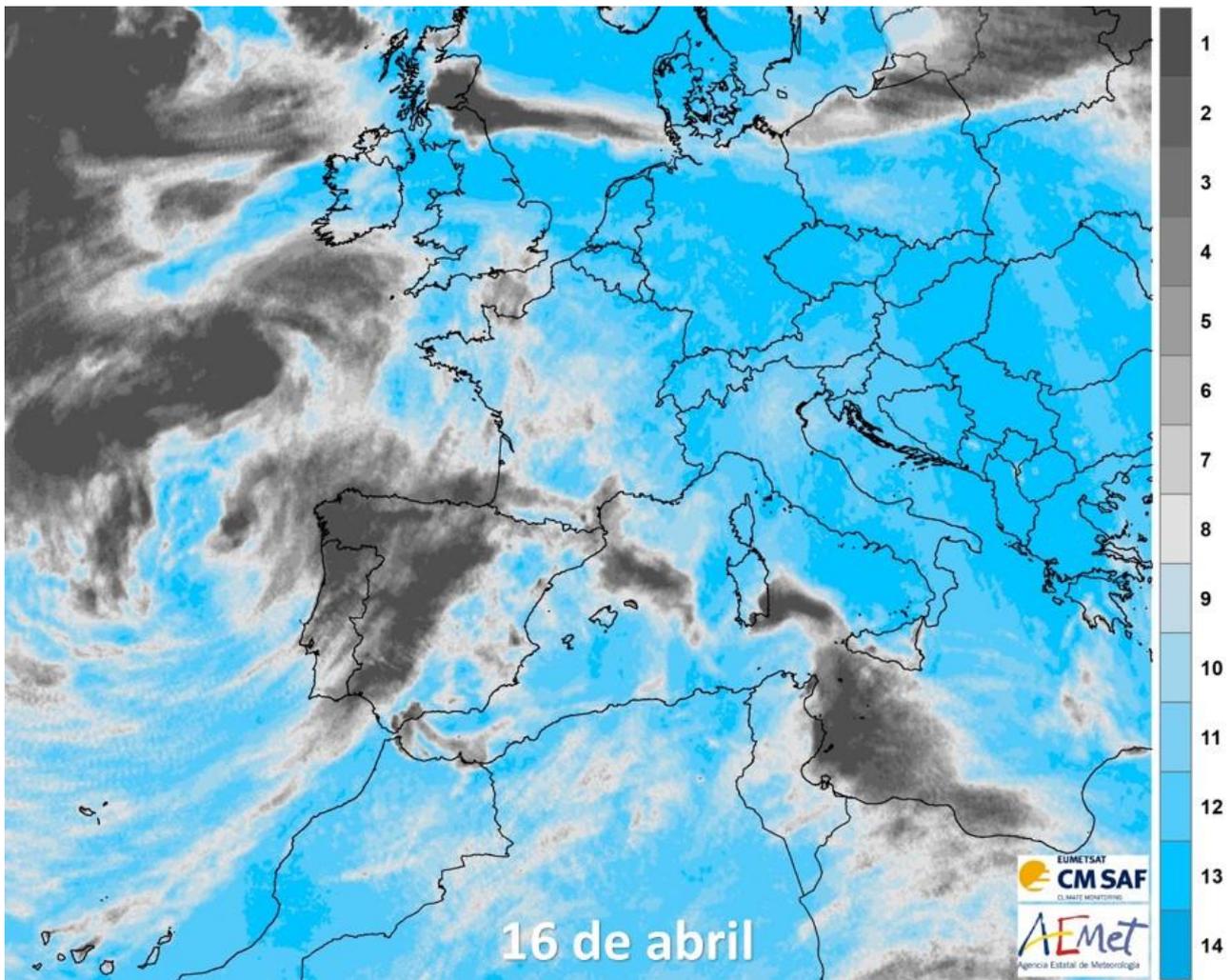


Imagen 46: insolación total diaria en horas el 16 de abril de 2020.

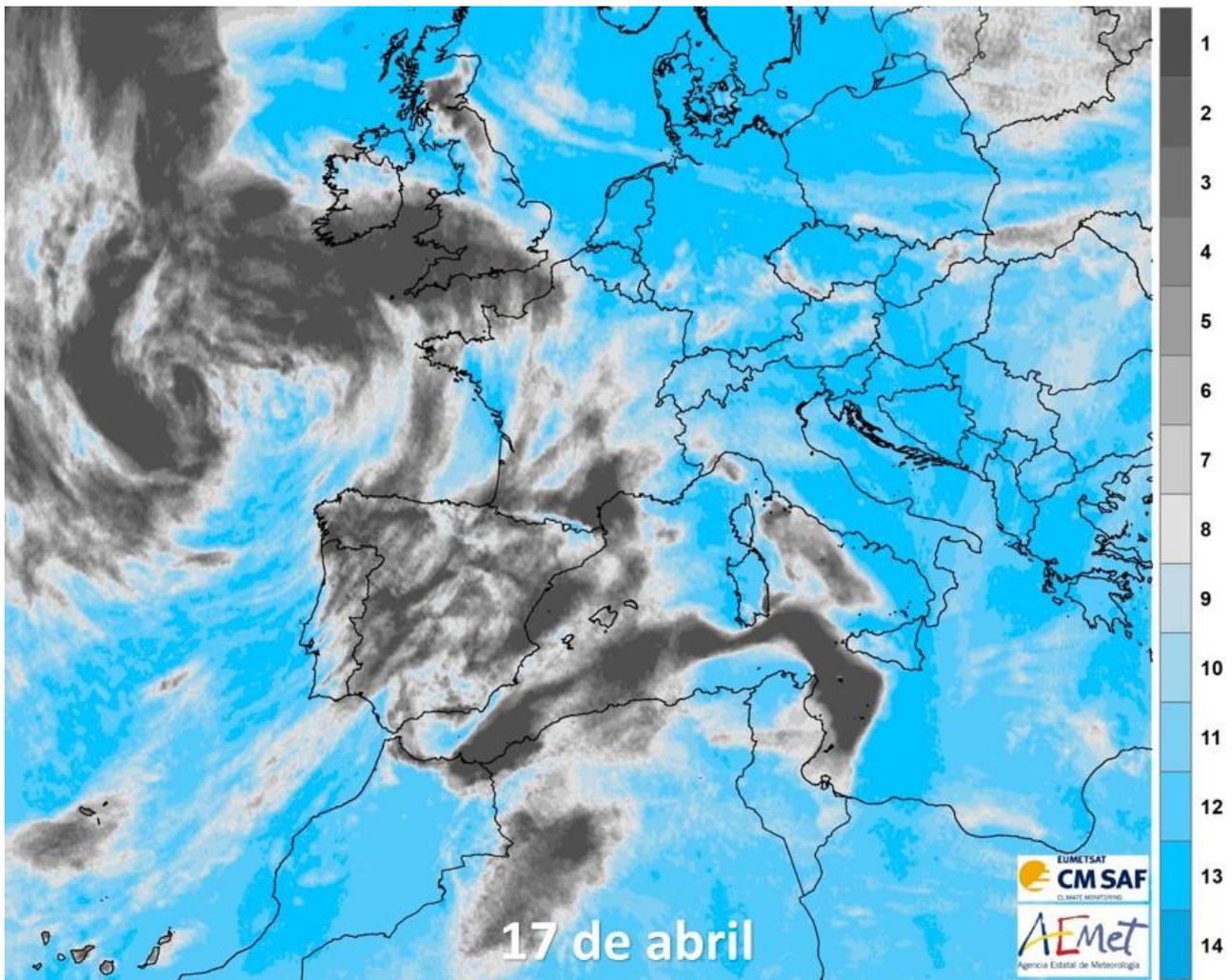


Imagen 47: insolación total diaria en horas el 17 de abril de 2020.

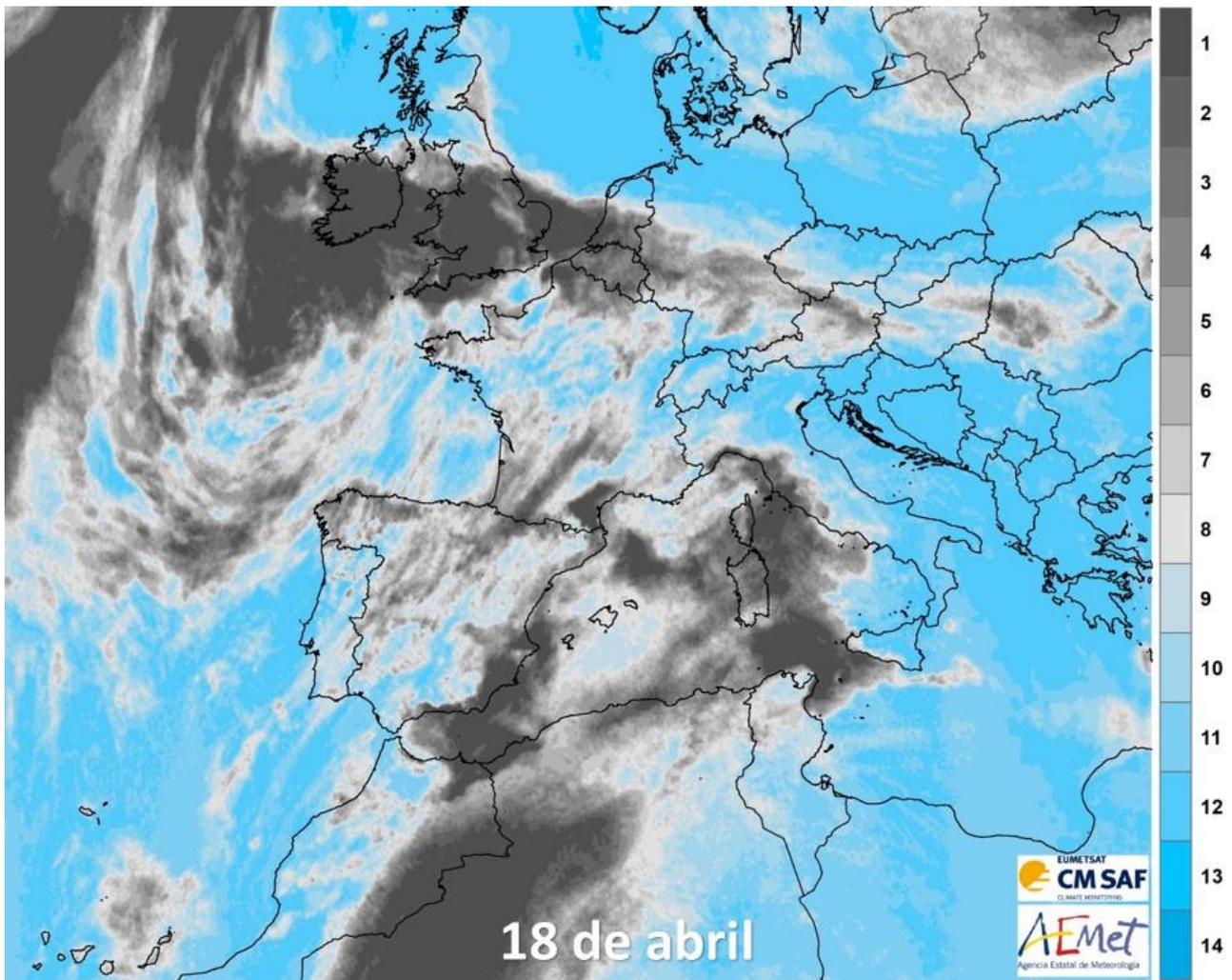


Imagen 48: insolación total diaria en horas el 18 de abril de 2020.

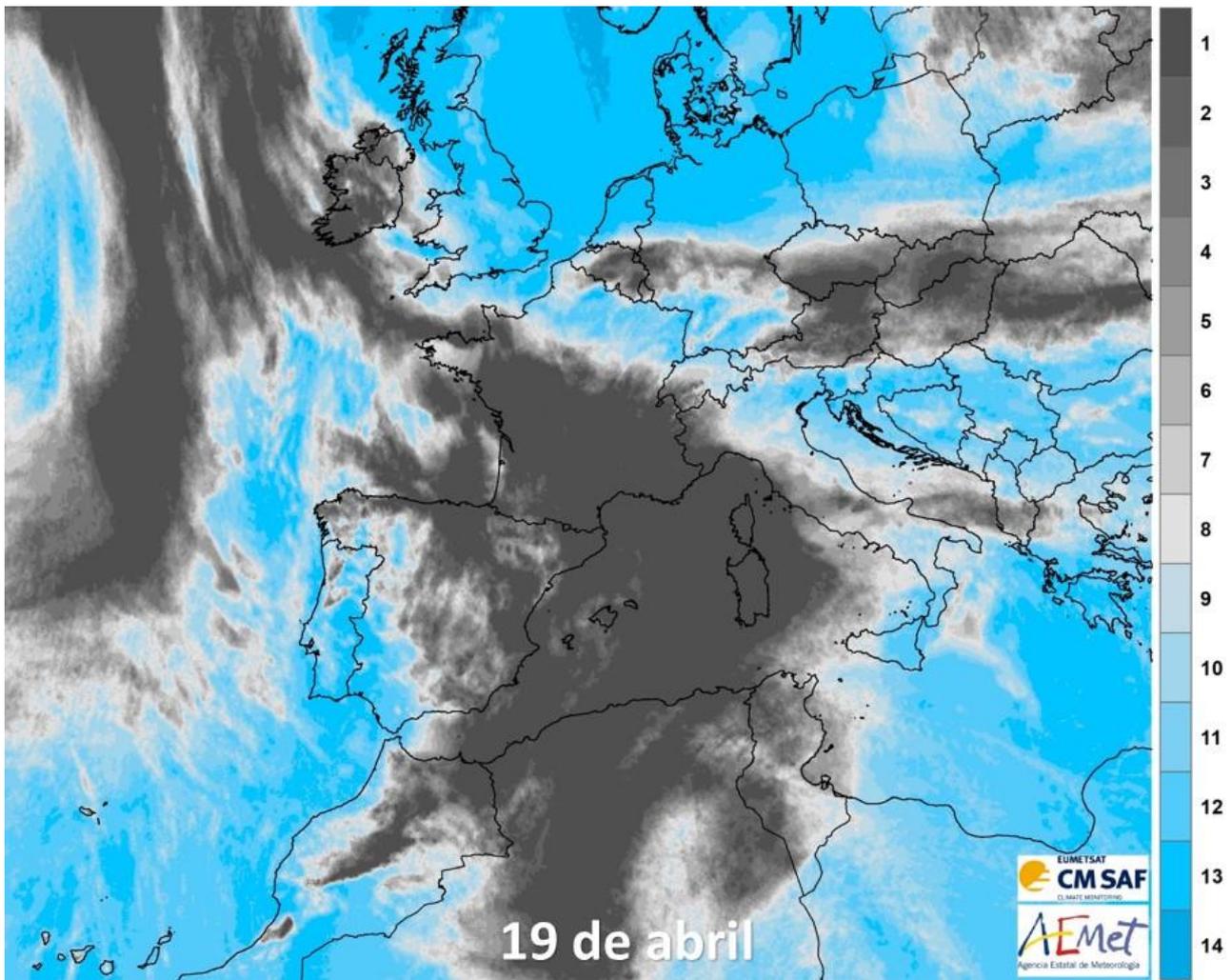


Imagen 49: insolación total diaria en horas el 19 de abril de 2020.

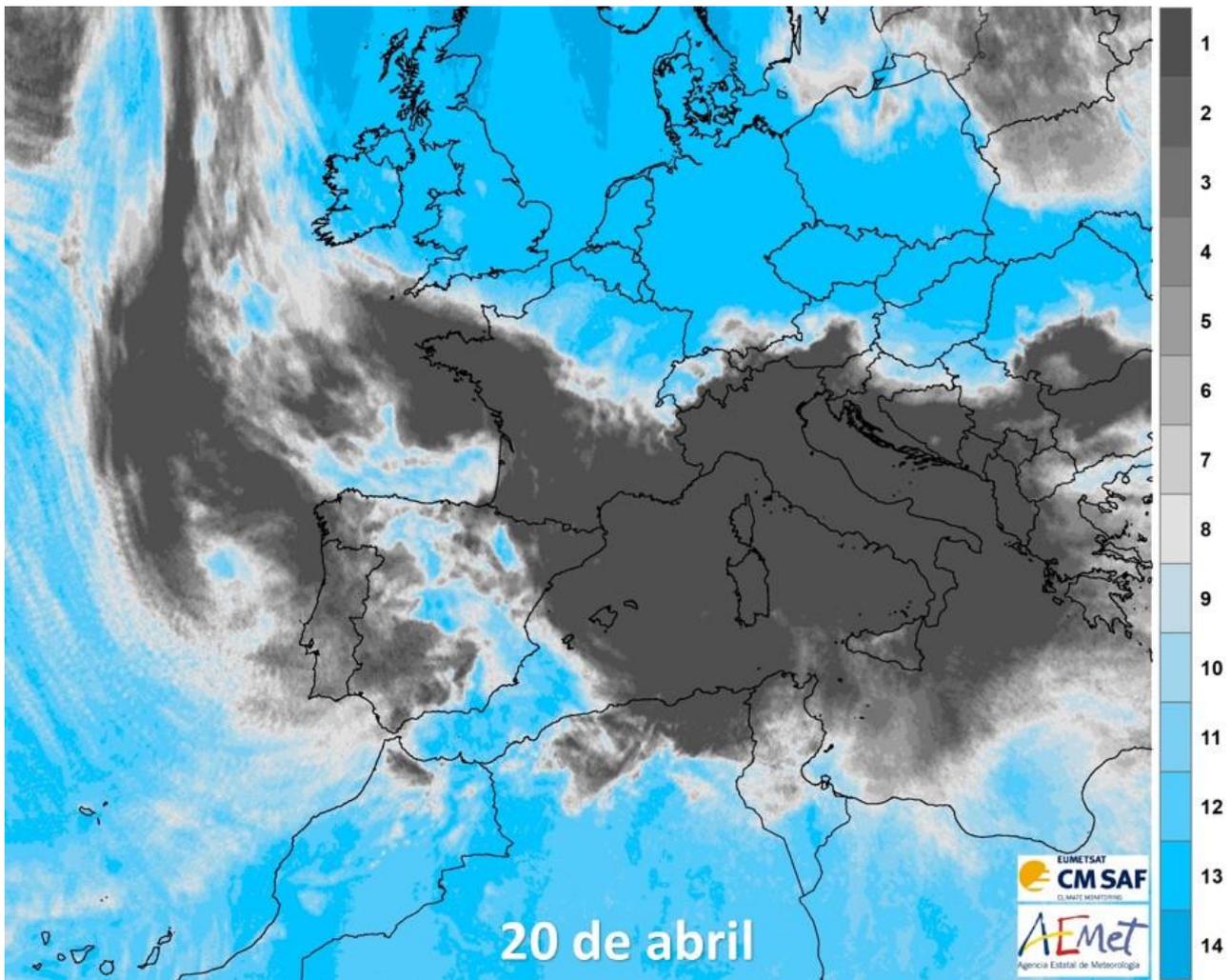


Imagen 50: insolación total diaria en horas el 20 de abril de 2020.

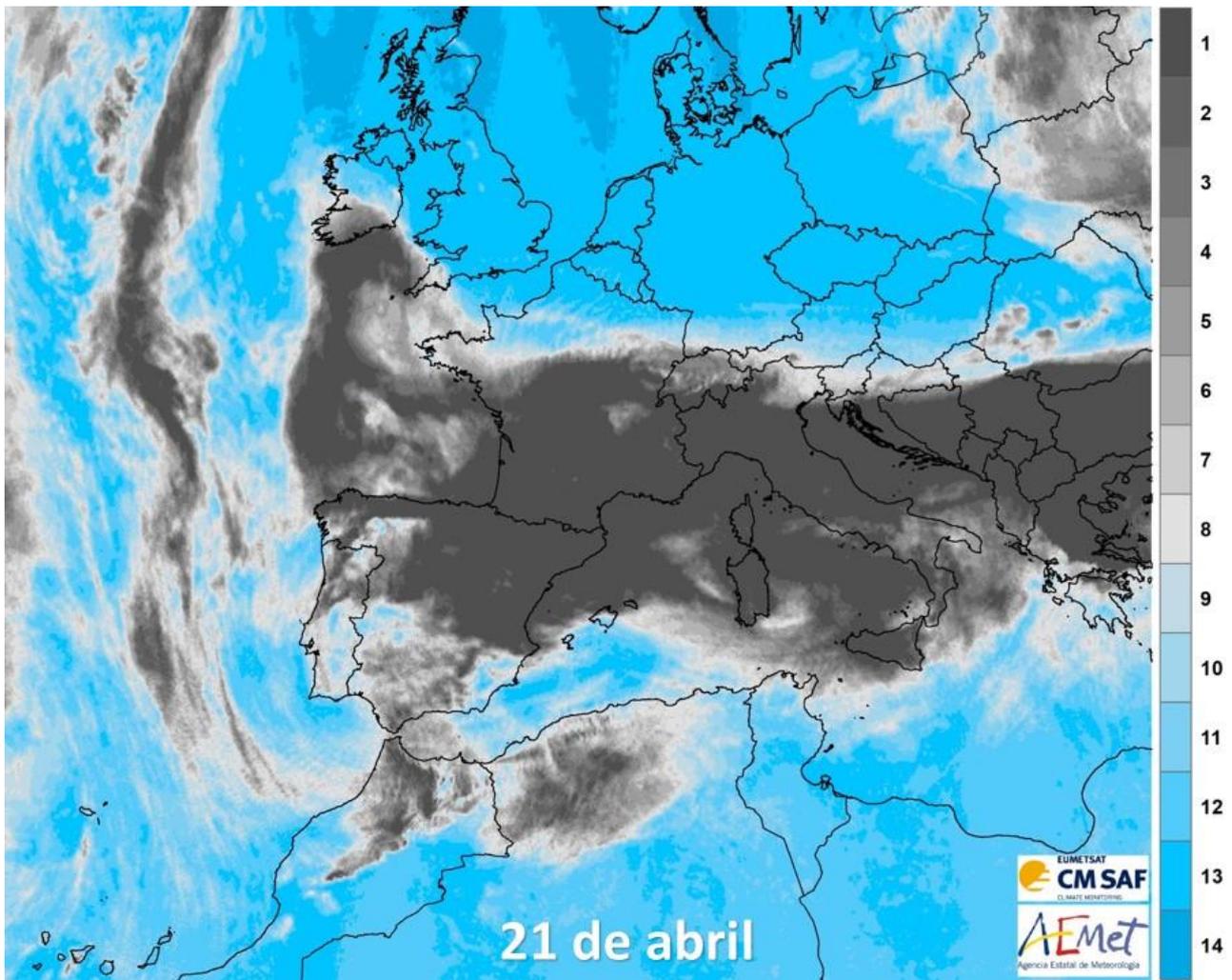


Imagen 51: insolación total diaria en horas el 21 de abril de 2020.

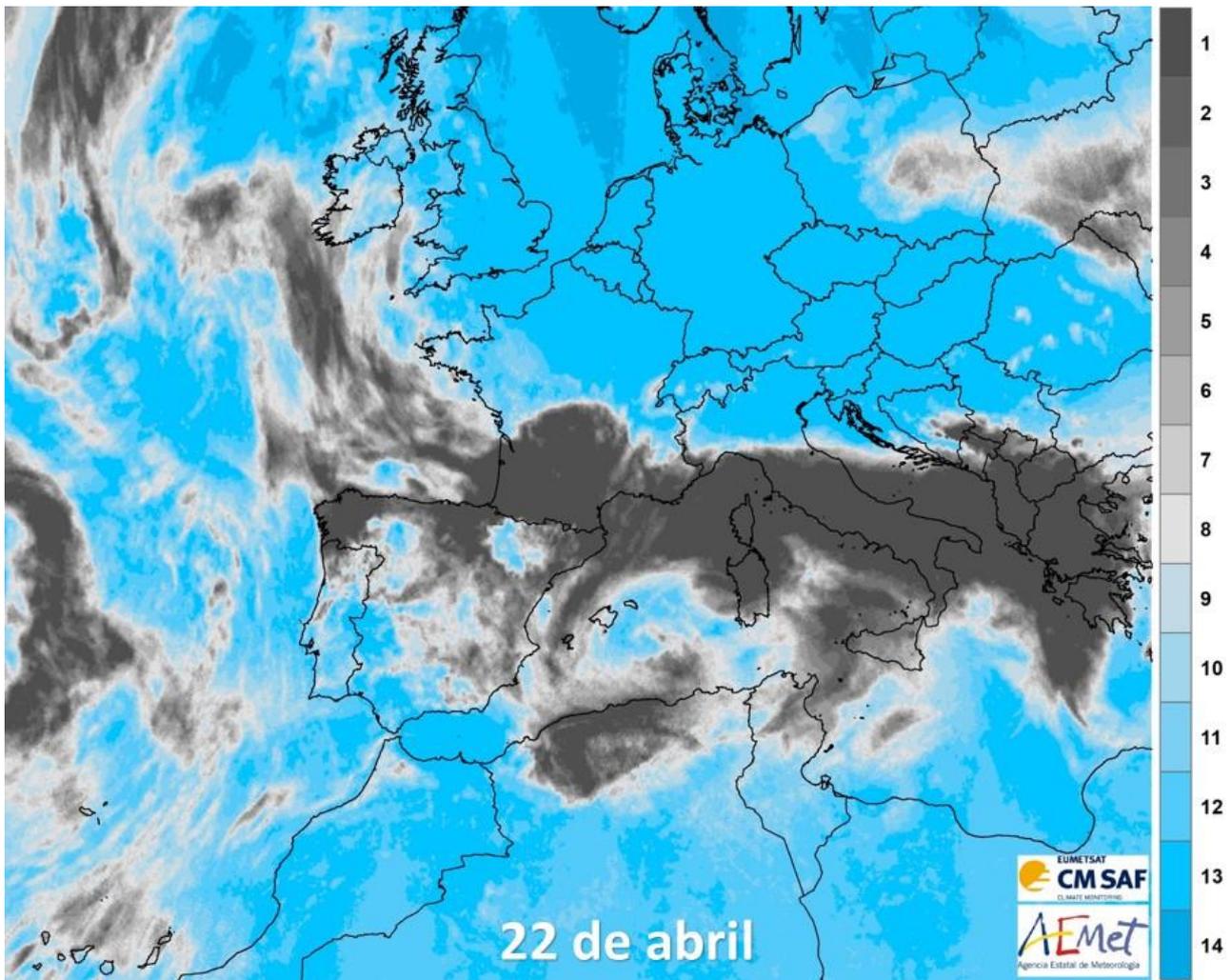


Imagen 52: insolación total diaria en horas el 22 de abril de 2020.

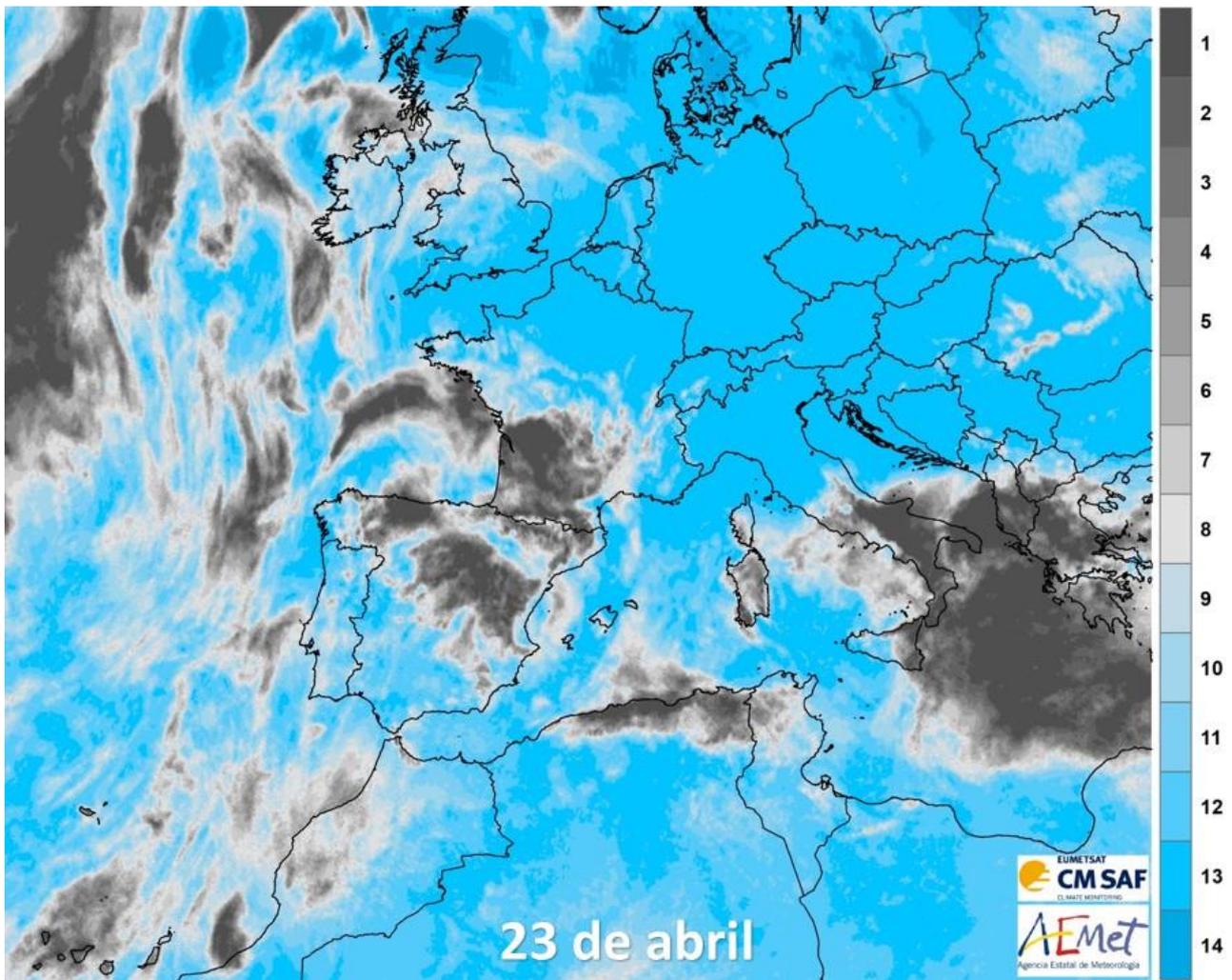


Imagen 53: insolación total diaria en horas el 23 de abril de 2020.