

PM₁₀ Y PM_{2,5} EN ES1219: ÁREA METROPOLITANA DE A CORUÑA EN 2015 Y LA INFLUENCIA DEL AEROSOL MARINO

Superaciones del VLD en la estación 15030027 – Torre de Hércules (A Coruña). Año 2015



ÍNDICE

1. Introducción	Pág. 1
2. Características de A Coruña y su Área Metropolitana	Pág. 2
3. Estaciones de Calidad del Aire en el área Metropolitana de A Coruña	Pág. 3
4. Datos de PM ₁₀ en el Área Metropolitana de A Coruña en 2015	Pág. 8
5. Antecedentes	Pág. 11
6. Análisis del Agua de Lluvia en Torre de Hércules y en Riazor	Pág. 15
7. Metodología para la determinación de la contribución de la sal marina en la fracción PM ₁₀ de la materia particulada	Pág. 24
7.1. Introducción	Pág. 24
7.2. Principios fundamentales	Pág. 25
7.3. Fuentes naturales elegibles	Pág. 28
7.4. Metodología de descuento de las contribuciones de fuentes naturales	Pág. 29
7.5. Superaciones medidas y modelizadas	Pág. 34
7.6. Documentación e informes	Pág. 35
8. Obtención de Datos para la Demostración de la contribución del Aerosol Marino a las Superaciones del VLD de PM ₁₀ en el Área Metropolitana de A Coruña en 2015.	Pág. 36
8.1. Instalación de captadores gravimétricos de PM	Pág. 36
8.2. Procedimiento y Resultados de la Gravimetría	Pág. 38
8.3. Determinación de la concentración de Na ⁺ en los filtros	Pág. 41
8.4. Cálculo de la concentración de sal marina	Pág. 42
9. Análisis de los datos	Pág. 45
9.1. Análisis de los datos de PM y relación con la concentración de Na ⁺ y el porcentaje de sal marina	Pág. 45
9.2. Análisis de la concentración de PM ₁₀ en función de la dirección del viento	Pág. 55
9.3. Análisis de la concentración de PM ₁₀ y de sal marina con respecto a la altura de las olas y la intensidad del viento (eventos meteorológicos)	Pág. 58
10. Aplicación de los descuentos de sal marina a la concentración de PM ₁₀ .	Pág. 65
10.1. Aplicación del descuento correspondiente al aporte de sal marina a la concentración de PM ₁₀ .	Pág. 65
10.2. Aplicación del descuento correspondiente al aporte de polvo sahariano a la concentración de PM ₁₀ .	Pág. 68
11. Descripción de los Episodios de Superación del Valor Límite diario de PM ₁₀ en la Estación Torre de Hércules en 2015.	Pág. 71
11.1. Síntesis de la descripción de los episodios de superación del VLD	Pág. 225
11.2. Episodios destacables en las superaciones del VLD	Pág. 228
12. Conclusiones y Plan de Trabajo para 2016	Pág. 229
Anexos	Pág. 231
Referencias	Pág. 233

1. INTRODUCCIÓN

La estación Torre de Hércules junto con las estaciones A Grela, Riazor y San Pedro, cuyos códigos se muestran en la Tabla 1, evalúa la calidad del aire en la zona ES1219, coincidente con el área metropolitana de A Coruña, ya que según el artículo 5 de la Ley 8/2002, de protección del medio atmosférico de Galicia, se define aglomeración como el área con una concentración de población de más de 50.000 habitantes.

Tabla 1. Códigos Eol, local y código de zona de las estaciones de calidad del aire en el área metropolitana de A Coruña.

	Eol station code	Local station code	Zone code(s)
RIAZOR	ES1138A	15030001	ES1219
A GRELA	ES1798A	15030021	ES1219
TORRE DE HÉRCULES	ES1957A	15030027	ES1219
SAN PEDRO	ES20148A	15030028	ES1219

Durante el año 2015, se registraron valores elevados de PM₁₀ en la estación urbana de fondo de Torre de Hércules, 15030027, en A Coruña, que condujeron a la superación del valor límite diario (VLD) para este contaminante.

Se registraron un total de 63 superaciones, cuando según el apartado C del anexo I del Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, la media diaria de PM₁₀ sólo puede superar el valor de 50 µg/m³ en 35 ocasiones a lo largo del año.

Esta circunstancia, se dio también durante diciembre de 2013 y el primer trimestre de 2014, momento en que coincidió en el tiempo con un encadenamiento de borrascas atlánticas infrecuente. La investigación de los hechos realizada tras estos sucesos, se refleja en el informe “PM₁₀ y PM_{2,5} en A Coruña en 2014 y la influencia del aerosol marino. Superaciones del VLD en la estación 15030027-Torre de Hércules (A Coruña). Año 2014.”, disponible en http://www.meteogalicia.es/datosred/infoweb/caire/informes/ESTUDIO/GL/Informe_Aerosol_Marino_Coruna.pdf

En un primer momento, el trabajo estuvo centrado en la búsqueda de las causas de las superaciones del valor límite diarios de PM₁₀ en A Coruña y una vez encontradas, se planteó el objetivo explícito de dar cumplimiento al artículo 20 de la Directiva 2008/50/CE. El citado informe sirvió para demostrar que las superaciones del VLD de PM₁₀ en 2014 en más ocasiones de las 35 permitidas eran atribuibles a una fuente natural, el aerosol marino.

De manera análoga, continuando con la sistemática de trabajo iniciada en 2014, con el presente informe se pretende, facilitar información acerca de las concentraciones y las fuentes y las pruebas que demuestren que, en la zona ES1219 (Área Metropolitana de A Coruña), las superaciones del valor límite diario de PM₁₀ en más ocasiones de las 35 permitidas a lo largo del año en 2015, son atribuibles a fuentes naturales, por lo que esta superación del valor límite legislado no se debe considerar como tal a los efectos de la mencionada Directiva.

El organismo designado en virtud del artículo 3 de la Directiva 2008/50/CE para la evaluación de la calidad del aire ambiente, en la zona ES1219 (Área Metropolitana de A Coruña), afectada por la superación del VLD de PM₁₀ en 2015 es, según el Decreto 167/2015, de 13 de noviembre, por el que establece la estructura orgánica de la Consellería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, la Secretaría Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental, que asigna a la Subdirección Xeral de Meteoroloxía e Cambio Climático entre otras, las funciones de control de las redes de calidad del aire y del Registro Gallego de Emisiones y fuentes contaminantes.

2. CARACTERÍSTICAS DE A CORUÑA Y SU ÁREA METROPOLITANA

A Coruña, ciudad capital de la provincia homónima, es un puerto histórico situado en la costa noroeste de la península ibérica, en las Rías Altas. El centro de la ciudad se extiende sobre una península unida a tierra firme por un estrecho istmo, por lo que presenta dos fachadas marítimas distintas: la portuaria (hacia la ría de A Coruña) y otra de mar abierto, hacia la Ensenada del Orzán, y sobre la que se extienden las principales playas urbanas (Riazor y Orzán).



Imagen 1. Vista aérea de A Coruña. Fuente: bloggertrotters-coruna-vista-de-pajaro

El municipio de A Coruña tiene una población de 244.810 habitantes (INE 2014), el segundo de Galicia tras Vigo. No obstante, la ciudad, con 221.988 habitantes, constituye el núcleo urbano más poblado de Galicia. Alrededor de la ciudad se ha desarrollado el área metropolitana homónima por los municipios vecinos Oleiros, Culleredo y Cambre, que forman la zona ES1219 (Área Metropolitana de A Coruña), que cuenta con 332.836. Esta área metropolitana junto a la cercana área metropolitana de Ferrol, forma una conurbación de 655.251 habitantes que aglutina algo más de la mitad de la población total de la provincia. La densidad de población de A Coruña es la mayor de Galicia y de las más altas de España (6471,32 hab/km²), ya que el término municipal cuenta con una extensión de 37,83 km². Si tenemos en cuenta al Área Metropolitana en conjunto, que cuenta con tiene 184 km², su densidad de población es de sensiblemente inferior (1809.9 hab/km²). Una buena parte de la superficie dedicada a la actividad industrial se ha ubicado en el limítrofe municipio de Arteixo, uno de los más industrializados de Galicia. De este modo, A Coruña y su área metropolitana están centradas mayoritariamente en el sector servicios. Su sector secundario se concentra fundamentalmente en el Puerto de A Coruña y la refinería de petróleo de Repsol en A Coruña. Su clima es de tipo oceánico en su variedad meridional, con temperaturas suaves todo el año.



3. ESTACIONES DE CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE A CORUÑA

Durante todo el año 2015, la Red de Calidad del Aire de Galicia dispuso de cuatro estaciones en la ciudad, dos de ellas pertenecientes a la red gestionada y mantenida por la Xunta de Galicia (Torre de Hércules y Riazor) y otras dos pertenecientes a la subred industrial mantenidas por SGL Carbón y Air Liquide, (A Grela y San Pedro) cuyos datos se reciben a tiempo real en la Subdirección de Meteoroloxía e Cambio Climático. En la Imagen 2 se muestra su ubicación en la ciudad, que coincide con la dirección de vientos predominante, el eje SE-NW, aunque tenemos que tener en cuenta para la elaboración de este informe, que las borrascas atlánticas entran en A Coruña con dirección NW.



Imagen 2. Localización de las estaciones de calidad del aire en A Coruña y área metropolitana.



La estación **Torre de Hércules** pertenece a la red de la Xunta de Galicia, es decir, está gestionada y mantenida con recursos de Calidad del Aire de la Xunta de Galicia. Está dotada de analizadores en continuo de dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno y dióxido de nitrógeno (NO_x/NO_2), ozono (O_3), partículas de diámetro inferior a 10 micras (PM_{10}) y a 2,5 micras ($\text{PM}_{2.5}$) y monóxido de carbono (CO). Tanto sus datos a tiempo real, como los datos validados, se pueden consultar en la página web www.meteogalicia.es/Caire.

Imagen 3. Estación Torre de Hércules, en A Coruña.

Se trata de una estación de fondo en área urbana (UF), situada a 200 m del mar, cerca del paseo marítimo y de la Torre de Hércules, en el recinto del C.I.F.P. Ánxel Casal de Monte Alto, como podemos ver en la Imagen 4. En esta estación se realiza el cálculo del IME (índice de exposición media), según el anexo XIII del Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.



Imagen 4. Localización de la estación Torre de Hércules, en A Coruña.



La estación **Coruña-Riazor** también pertenece a la red de la Xunta de Galicia. Está dotada de analizadores en continuo de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno y dióxido de nitrógeno (NO_x/NO₂), ozono (O₃), partículas de diámetro inferior a 10 micras (PM₁₀), monóxido de carbono (CO) y benceno (C₆H₆). Los datos a tiempo real, como los datos validados, se pueden consultar en la página web www.meteogalicia.es/Caire.

Imagen 5. Estación Riazor, en A Coruña.

Riazor es una estación de tráfico en área urbana (UT) situada en la Delegación de Sanidad, en la calle Gregorio Hernández, como mostramos en la Imagen 6. Está próxima al estadio de fútbol y en una calle con gran densidad de tráfico.



Imagen 6. Localización de la estación Riazor, en A Coruña.



En cuanto a la estación A Grela, se trata de una estación perteneciente a la subred industrial gestionada por varias instalaciones industriales. SGL Carbón cuenta con un analizador de PM₁₀, Alcoa Inespal SA con un analizador de HF y Gas Natural SDG CTCC Sabón con analizadores de SO₂, NOx/NO₂ y PM_{2,5}. Las subredes industriales transmiten sus datos a tiempo real a la Xunta de Galicia y el personal de Calidad del Aire los supervisa y se asegura de que cumplan los criterios de calidad establecidos en el RD 102/2011, de manera que se utilizan las estaciones industriales para evaluar la calidad del aire de Galicia.

Imagen 7. Estación A Grela, en A Coruña.

Sus datos validados se pueden consultar en la página web www.meteogalicia.es/Caire. Esta estación se encuentra en el Polígono Industrial de A Grela, dentro del recinto del propio Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia, rodeada de instalaciones industriales, como se muestra en la Imagen 8.



Imagen 8. Localización de la estación A Grela, en A Coruña.



Imagen 9. Estación San Pedro, en A Coruña.

Por último, la estación de San Pedro, perteneciente a la subred industrial de Air Liquide, es la de más reciente incorporación a la Red de Calidad del Aire de Galicia. Cuenta con analizadores de PM₁₀, SO₂ y NO_x/NO₂ que transmiten sus datos a tiempo real a la Xunta de Galicia desde el 31/07/2014. Sus datos validados se pueden consultar también en la página web www.meteogalicia.es/Caire

Esta estación está situada en el Parque do Monte de San Pedro, en el Concello de A Coruña. Se encuentra en una zona suburbana, a unos cuatro kilómetros hacia el noroeste del complejo industrial de Air Liquide y del Polígono de A Grela-Bens. La estación se localiza a escasos dos kilómetros del centro de la ciudad y muy cerca del barrio residencial de Los Rosales.



Imagen 10. Localización de la estación San Pedro, en A Coruña.



4. DATOS DE PM₁₀ EN EL ÁREA METROPOLITANA DE A CORUÑA EN 2015

En la Tabla 2 se muestra el resumen de los datos de las cuatro estaciones de Calidad del aire en la zona ES1219 (área metropolitana de A Coruña) durante 2014. Vemos que en Torre de Hércules se supera el valor límite diario (VLD) para la protección de la salud establecido en el apartado C del anexo I del RD 102/2011 en más ocasiones de las 35 permitidas a lo largo del año.

Tabla 2. Estadístico de PM₁₀ en las estaciones de A Coruña durante 2015.

PM ₁₀	Torre Hércules	Riazor	A Grela	San Pedro
Superaciones de 50 µg/m ³ en un día	63	4	5	5
Media en ug/m ³	37	23	25	18
Percentil 90.4	60	34	37	31
Porcentaje de datos válidos	97%	100%	98%	99%

En la Gráfica 1 se representan en negrita dentro del calendario, los días del año 2015 en los que hubo superación del valor límite diario en cada estación de A Coruña.

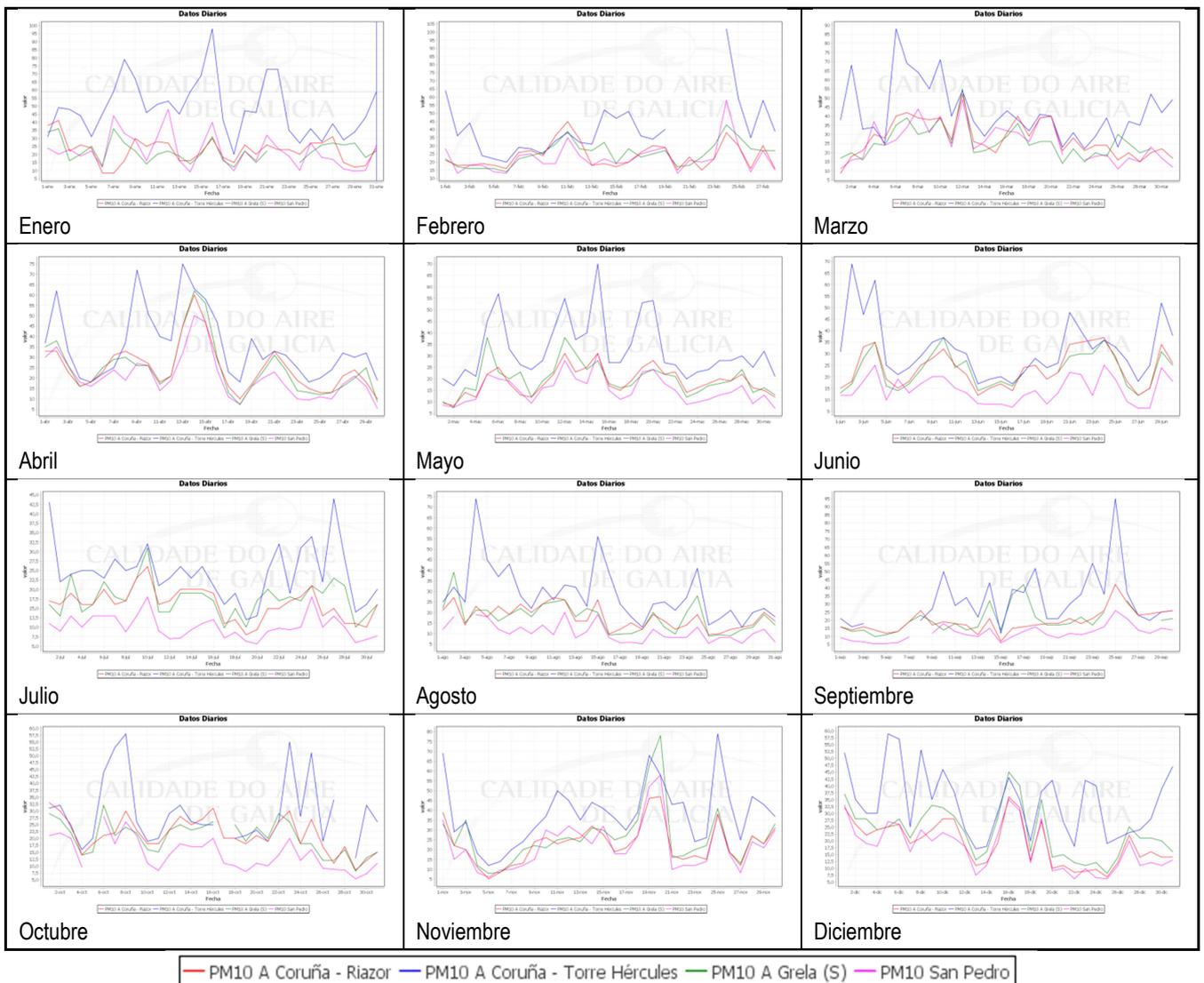


Gráfica 1. Concentración diaria de PM₁₀ en las estaciones de A Coruña representadas en forma de calendario para 2015.



Arriba a la izquierda se muestra el calendario de superaciones de Torre de Hércules. En esta estación se registran superaciones del VLD de PM₁₀ de manera casi continuada entre enero y marzo. Entre abril y junio se detectan varias superaciones cada mes, pero después de esta fecha, prácticamente no se registra ninguna superación del VLD hasta el otoño, donde observamos que a partir de septiembre vuelve a haber superaciones del VLD de PM₁₀ pero sin ser tan continuas como durante la primera parte del año.

Comparando estos resultados con los obtenidos en A Grela, que se representan abajo a la izquierda de la Gráfica 1, y con San Pedro y A Grela que se representan en la parte inferior de la Gráfica 1, a la derecha y a la izquierda, respectivamente, vemos que el número de superaciones es muy inferior en estas tres estaciones, y las que hay, se repiten en por lo menos dos de las tres estaciones. Vemos que A Grela, Riazor y San Pedro, aunque son estaciones de diferente clasificación porque una es industrial, otra de tráfico y la última suburbana, tienen datos de PM₁₀ comparables, que en ningún caso se pueden comparar con los datos de PM₁₀ de Torre de Hércules.



Gráfica 2. Concentración diaria de PM₁₀ en las estaciones de A Coruña representadas mes a mes durante 2015.



En la Gráfica 2 se representan las concentraciones diarias de PM_{10} medidas mensualmente en las cuatro estaciones del área metropolitana de A Coruña. El trazo azul representa la media diaria de PM_{10} obtenida en la estación Torre de Hércules cada mes, el rojo los de Riazor, el verde los de A Grela y el fucsia los de San Pedro. Durante todos los meses del año, Riazor, A Grela y San Pedro van prácticamente a la par, mientras que las concentraciones diarias registradas son muy superiores en Torre de Hércules. Esta situación se da sobre todo en los meses de otoño e invierno, mientras que en primavera y verano, esta diferencia de concentración disminuye e incluso en verano hay muchos días en que las cuatro estaciones se comportan de la misma manera.

5. ANTECEDENTES

En la Tabla 3 se muestra el resumen estadístico anual de los resultados de la concentración de PM_{10} en la estación Torre de Hércules con respecto a los valores límite desde 2010, año en que se comenzó a medir este parámetro.

Tabla 3. Resumen estadístico de la concentración diaria de PM_{10} en Torre de Hércules 2010-2015.

PM_{10}	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Superaciones de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un día	63	63	17	20	30	0
Media en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	37	36	29	27	31	12
Percentil 90.4	60	50	43	45	53	21
Porcentaje de datos válidos	97%	87%	67%	93%	75%	48%

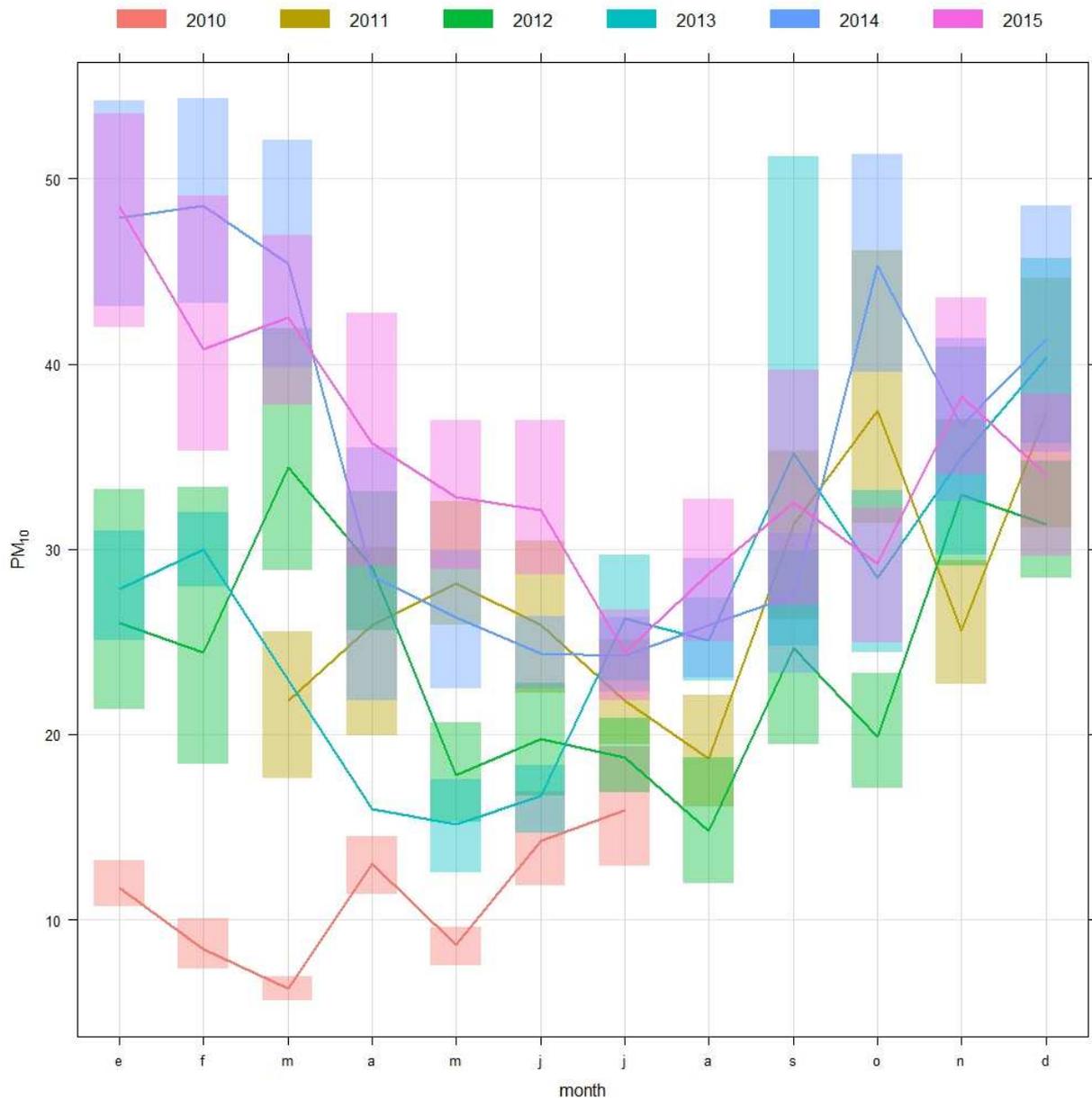
En los casos en los que el porcentaje de datos no es del 100%, podemos emplear el valor del percentil para saber cómo de cerca o lejos está la estación de calidad del aire de alcanzar el valor límite o si por el contrario se supera. El percentil X-ésimo identifica un dato de la serie ordenada de menor a mayor que deja por debajo suyo el X% de los datos de la serie y el estadístico asociado al valor legislado del VLD de PM_{10} es el percentil 90.4. Se calcula teniendo en cuenta que la media diaria de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no se podrá superar en más de 35 días al año, por lo tanto el valor del percentil se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Si un año tiene 365 días, menos 35 días son } 330, \quad 330/365=90,4$$

El P90,4 indica el valor de una serie de datos ordenada de menor a mayor por debajo del cual se encuentra 90,4% de los datos de la serie y en este último caso, si el valor del percentil es superior al valor límite es cuando se precisa saber el número de veces que se supera y para ello se incluye como información asociada a la estación el número de superaciones del valor límite que se registra ese año.

En la Tabla 3 vemos que en el año 2011 el valor del percentil 90.4 fue 50, pero durante este año el analizador sufrió múltiples averías y el porcentaje de datos fue bajo. Tanto la media como el número de superaciones del VLD en 2014 y 2015 destacan sobre los demás.

En la Gráfica 3 se representa la media mensual de cada año analizado. Observamos que 2010, que dispone de un bajo porcentaje de datos, sólo durante la mitad del año no sigue la misma tendencia que los demás, ya que las medias mensuales son muy bajas en todos los casos. En el resto de los años, se observa que las concentraciones de los meses de invierno son superiores a las de los meses de verano, y que todos se encuentran en el mismo orden, salvo 2014 y 2015, que destacan por encima de los demás con diferencias importantes en la concentración.



Gráfica 3. Concentración media mensual de PM_{10} en Torre de Hércules 2010-2015.

En la Gráfica 4 representamos en diagramas de cajas las medias diarias de PM_{10} obtenidas cada año entre 2010 y 2015 en la estación Torre de Hércules. Observamos también aquí que los datos de 2010 no son similares a los de los demás años, pero teniendo en cuenta que sólo se dispone de datos durante la mitad del año, no se extraerán conclusiones de los mismos. 2014 destaca porque presenta una mayor dispersión de los datos y un percentil 75 muy superior a los demás años, y a la vez, presenta menos casos extremos, al igual que 2015, salvo que este último año presenta más casos extremos.



formadas por la posterior evaporación del agua en el aire, causada por la acción del viento sobre el mar. Uno de los indicios que avalaban esta teoría era que aparecía sal cristalizada en los cabezales, como podemos ver en la Imagen 11. También había que tener en cuenta que se trataba de un fenómeno local, que no se daba en las otras estaciones y que coincidía en el tiempo con los temporales.



Imagen 11. Papel de filtro y cabezal de PM_{10} del analizador automático de Torre de Hércules con sal cristalizada

La comprobación de la veracidad de la hipótesis y el establecimiento de la metodología de trabajo se detallan también en el estudio citado anteriormente.



6. ANÁLISIS DEL AGUA DE LLUVIA EN TORRE DE HÉRCULES Y EN RIAZOR.

Determinar la composición química de la lluvia nos proporciona información sobre las fuentes que contribuyen a la química de la lluvia y enriquece el conocimiento de la dispersión local y regional de los contaminantes y sus potenciales impactos sobre los ecosistemas a través de los procesos de deposición. En la red de agua de lluvia de la Xunta de Galicia se están llevando a cabo las determinaciones de los siguientes parámetros analíticos: fluoruros, cloruros, nitritos, nitratos, bromuros, fosfatos, sulfatos, sodio, amonio, potasio, magnesio, calcio, pH y conductividad específica.

Para comprobar si existía una mayor conductividad en el agua de lluvia de Torre de Hércules y una mayor concentración de iones que pudiéramos asociar con el aerosol marino, instalamos un colector de agua de lluvia en esta estación en el mes de mayo de 2014. Así pudimos comparar los resultados obtenidos en Torre de Hércules con los de la estación de Riazor, donde ya existía un colector de agua de lluvia de deposición total como el que se muestra en la Imagen 12.



Imagen 12. Equipo colector de agua de lluvia (captador de polvo sedimentable) en Riazor.

En la Imagen 12 se muestra el colector de agua de lluvia localizado en la estación Riazor, que es igual al situado en Torre, que se muestra en la Imagen 13. Se trata de un equipo para la captación de polvo sedimentable atmosférico, cuyas características están recogidas en la Orden de 10 de agosto de 1976 (BOE núm. 266, del 5 de noviembre) y que es el equipo utilizado más ampliamente. Consta de un soporte, una garrafa con capacidad para 10 l y un embudo de teflón con una superficie de 700 cm².



Imagen 13. Equipo colector de agua de lluvia (captador de polvo sedimentable) en Torre de Hércules.

En la Imagen 14 se muestran los puntos de muestreo de agua de lluvia por deposición total.

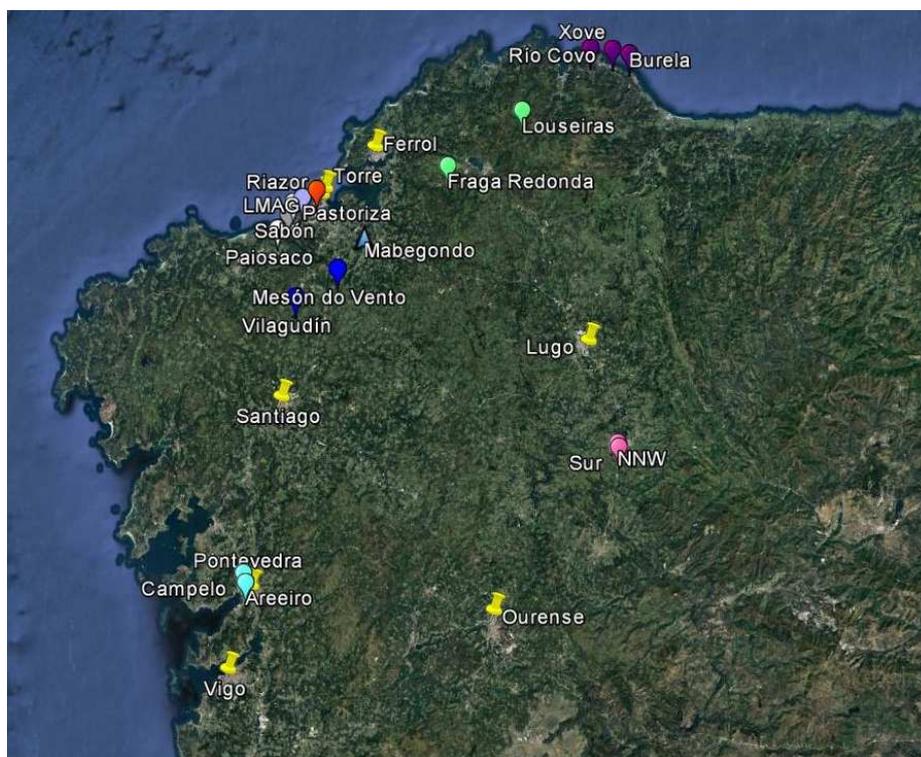
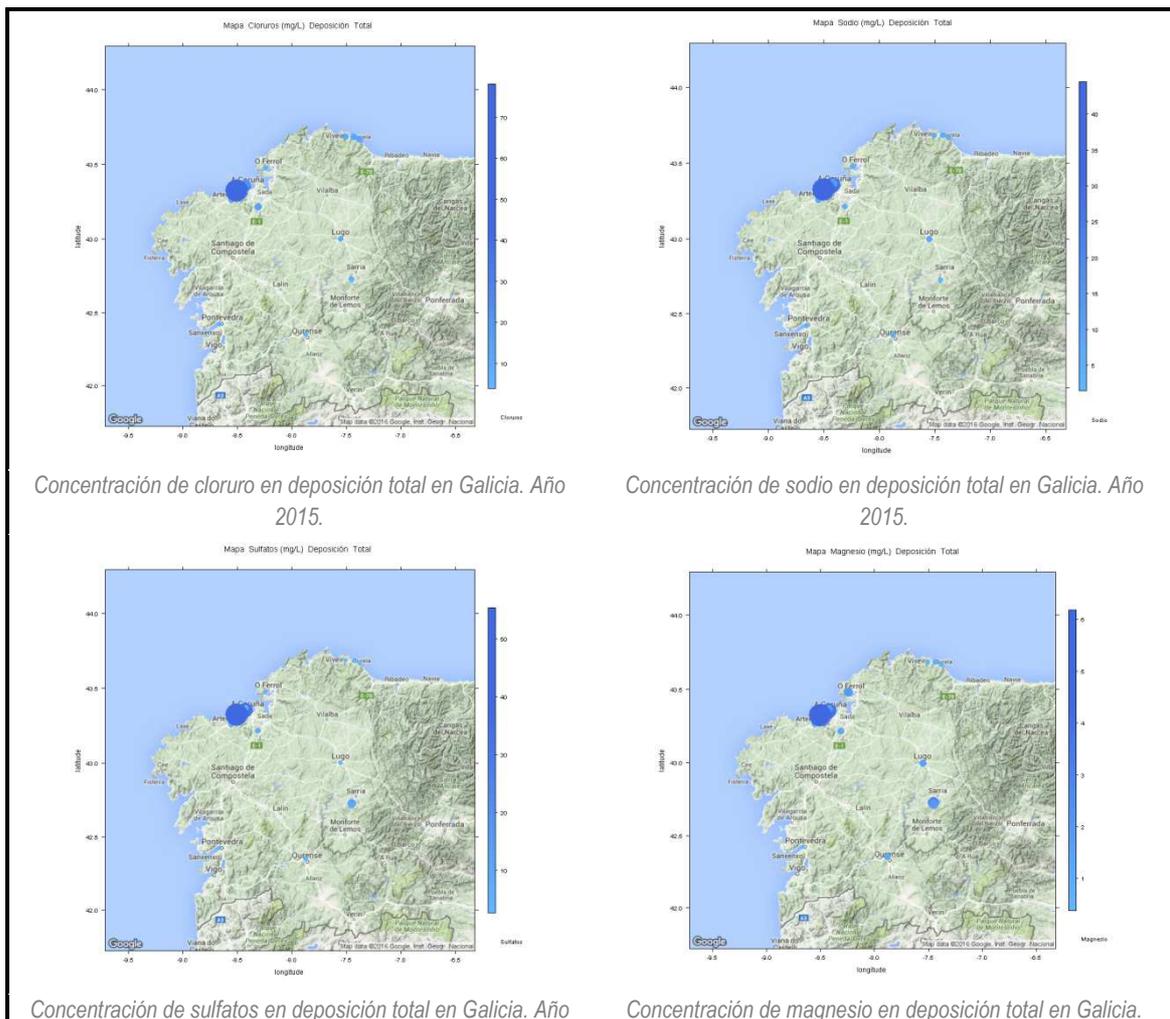


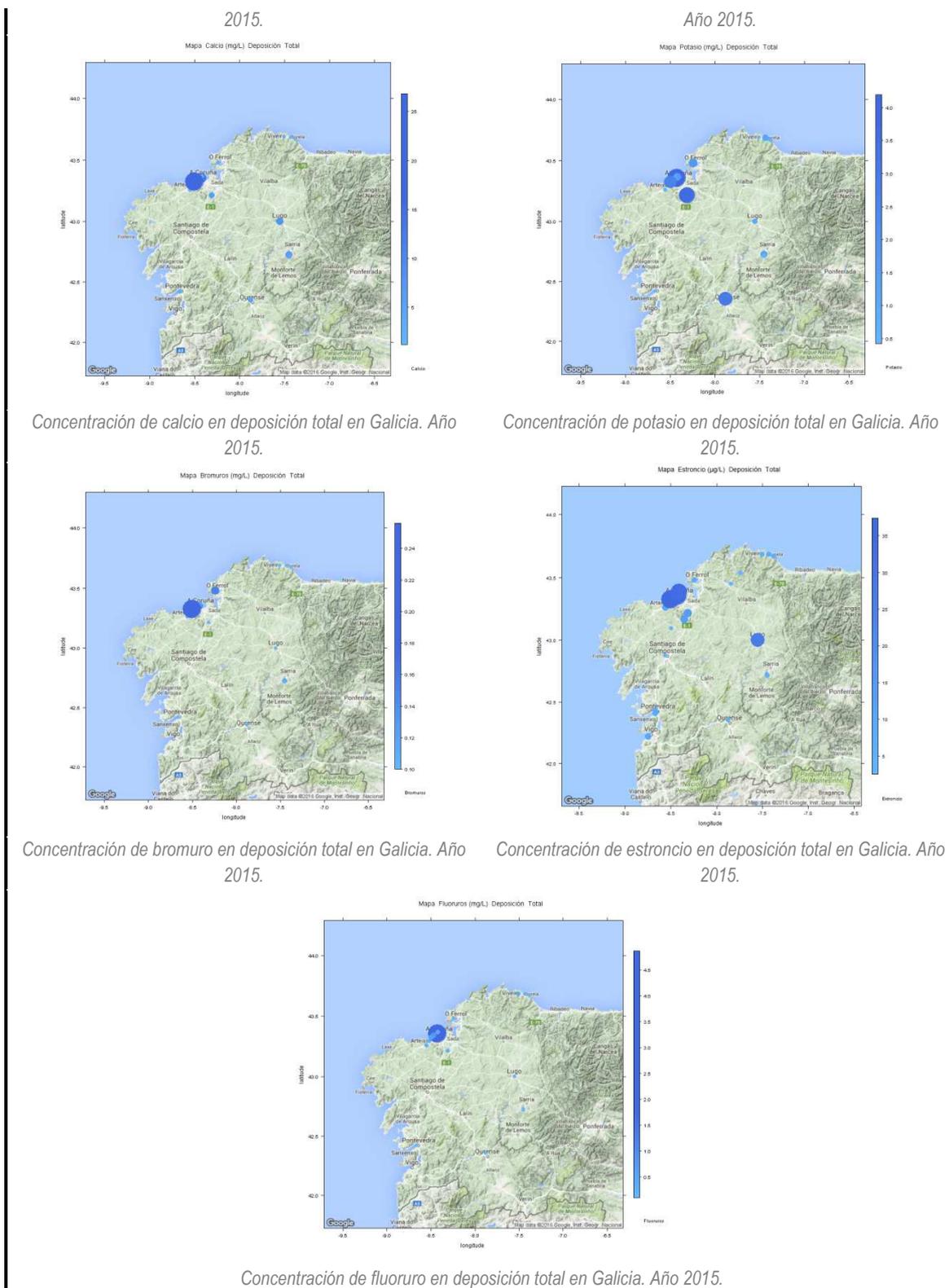
Imagen 14. Puntos de muestreo de agua de lluvia en Galicia de deposición total.



Los principales iones en las muestras de aerosol marino, según se indica en el documento de trabajo de la comisión de 15/02/2011 y que se reproducen en la Tabla 5 son cloruro, sodio, sulfato, magnesio, calcio y potasio, y en menos cantidad bicarbonato, bromuro, borato, estroncio y fluoruro, que se analizan de manera rutinaria por cromatografía iónica o por ICP-OES o ICP-MS, tanto en el caso del agua de lluvia como en la fracción PM₁₀ de la materia particulada. El agua de lluvia en las zonas costeras debe estar influenciada en su composición por el aerosol marino y la concentración de estos elementos deben ser mayor que en zonas del interior de Galicia.

Esta circunstancia aprecia en la Grafica 5, donde se representan en mapas de Galicia la concentración en agua de lluvia, en mg/L, de cloruro, sodio, sulfatos, magnesio, calcio, potasio, bromuro, estroncio y fluoruro en deposición total para el año 2015. Vemos que la Costa Ártabra es la que presenta mayores concentraciones de todos estos componentes característicos del agua de mar. Como salvedades, cabe señalar la concentración de potasio, que además de en la zona de A Coruña, es elevada en Mabegondo y Ourense. La causa es que el potasio es un componente característico de los abonos, y se encuentra en todas las zonas en las que se llevan a cabo labores agrícolas. También la concentración de magnesio en Oural, en el interior de la provincia de Lugo, que tiene como fuente una explotación de magnesita cáustica. La última salvedad es la concentración de estroncio en Lugo, cuyas causas de momento, son desconocidas.

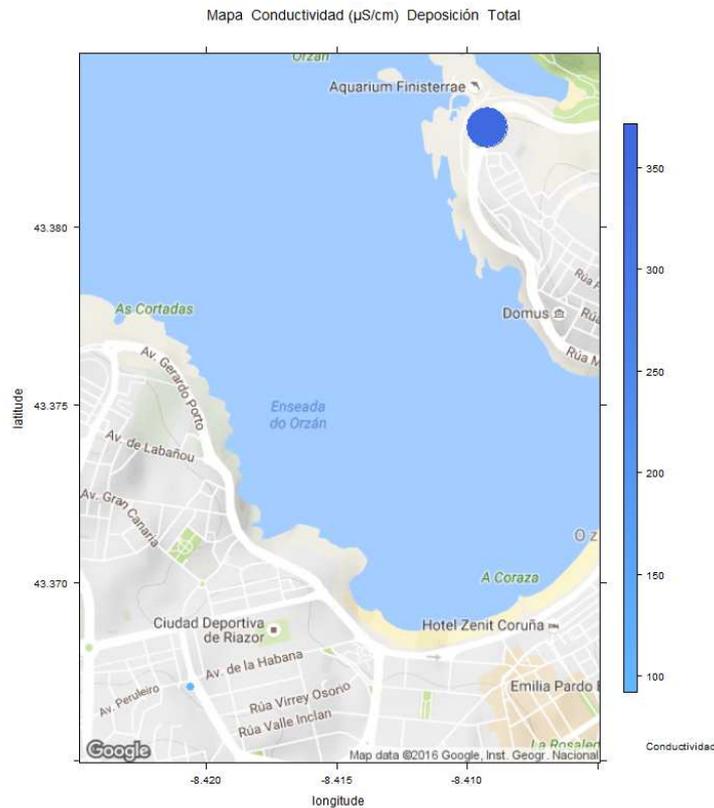




Gráfica 5. Concentración, en mg/L, de los principales componentes del agua de mar obtenidos por deposición total en el agua de lluvia en Galicia en 2015.



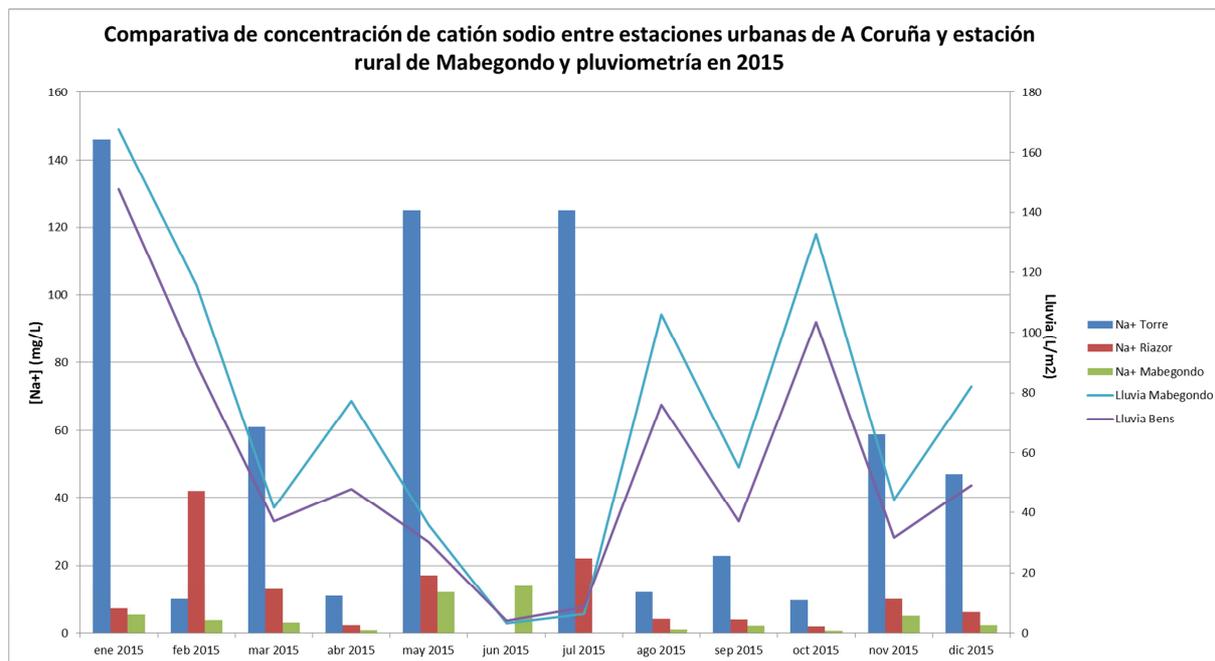
El agua de mar proporciona al agua de lluvia una salinidad mayor de la que tendría si no existiera este aporte, lo cual se traduce en una mayor conductividad. En la Gráfica 6 comparamos la conductividad del agua de lluvia, en $\mu\text{S/cm}$, recogida en Riazor con la de Torre. Vemos que la conductividad en Torre es mucho mayor que en Riazor, lo cual nos muestra que el aporte del agua de mar al agua de lluvia también decae muy rápidamente con la distancia.



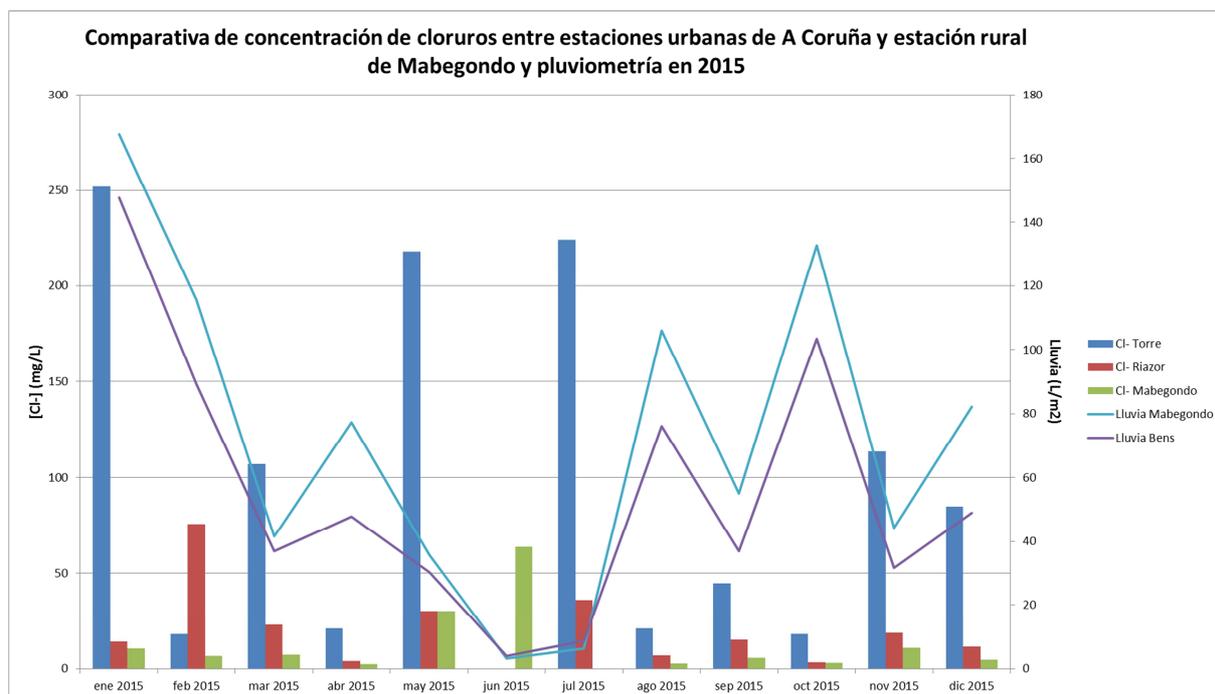
Gráfica 6. Conductividad, en $\mu\text{S/cm}$, obtenida en deposición total en las estaciones urbanas de Torre y Riazor. Año 2015.

El componente mayoritario del agua de mar es NaCl . En las Gráficas 7 y 8 se muestran las concentraciones de Cl^- y Na^+ en las estaciones de A Coruña Torre de Hércules y Riazor y las comparamos con las concentraciones de estos iones en Mabegondo, que es una estación rural, más alejada del mar que las otras dos. Para mejorar la comprensión de los datos se incluye la pluviometría, en L/m^2 recogidas en las estaciones de Mabegondo y Bens. Observamos que no hay datos para el mes de junio en Torre ni Riazor porque no llovió en A Coruña, pero si en Mabegondo.

Observando las distintas concentraciones de estos iones cada mes del año 2015 vemos que, salvo en el mes de febrero, en el resto de ocasiones la concentración tanto de Na^+ como de Cl^- es mayor en Torre que en Riazor, y que siempre son menores en Mabegondo.



Gráfica 7. Concentraciones mensuales de sodio, en mg/L, en las estaciones urbanas de Torre, Riazaor y en la rural de Mabegondo y pluviometría mensual en L/m², en Mabegondo y Bens. Año 2015.

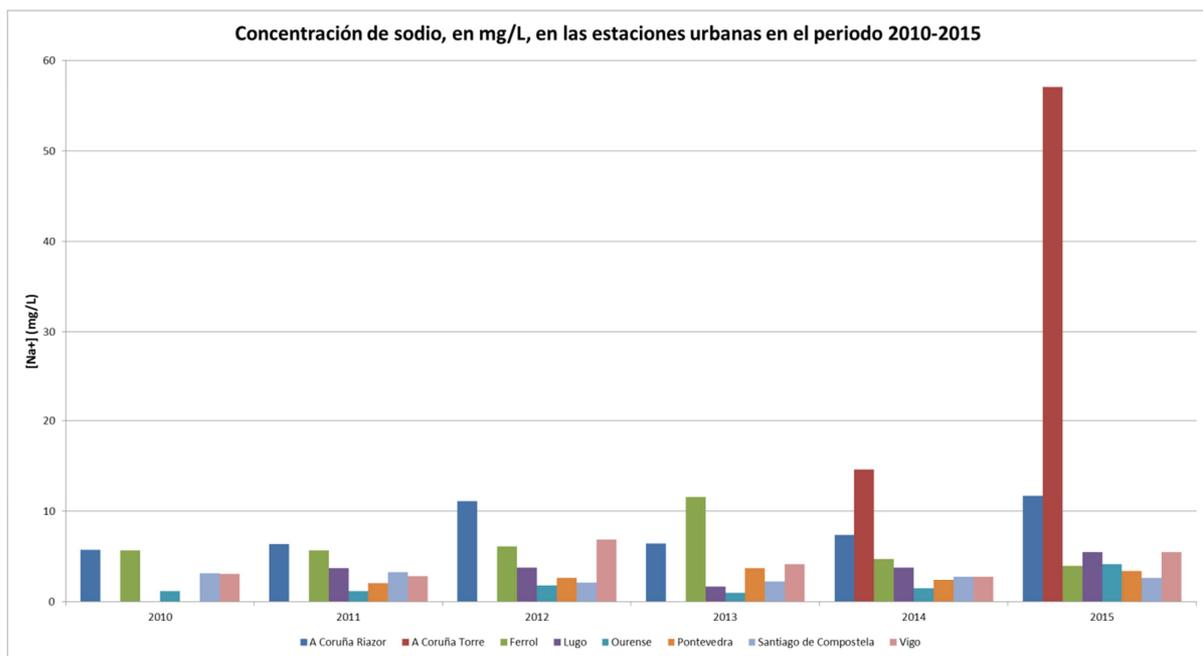


Gráfica 8. Concentraciones mensuales de cloruro, en mg/L, en las estaciones urbanas de Torre, Riazaor y en la rural de Mabegondo y pluviometría mensual en L/m², en Mabegondo y Bens. Año 2015.



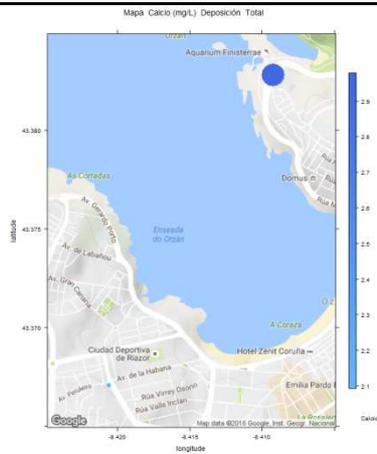
Se elige como trazador del aerosol marino en PM₁₀ el Na⁺ porque sabemos que el Na⁺ puede tener origen mineral (fracción insoluble), pero el Na⁺ soluble suele ser marino, sobre todo cuando se está muy cerca de la fuente, como es el caso de la estación Torre de Hércules. Utilizamos el Na⁺ como trazador del aerosol marino extrapolando al agua de lluvia las indicaciones del documento de Trabajo de la Comisión, de 15/02/2011, que establece las directrices para la demostración y sustracción de las superaciones atribuibles a fuentes naturales conforme a la Directiva 2008/50/CE relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmosfera más limpia para Europa.

Se muestra la evolución de la concentración media anual del Na⁺ en agua de lluvia entre los años 2010 y 2015 en deposición total en las estaciones urbanas en la Gráfica 9. Vemos que las estaciones urbanas del interior de Galicia tienen menos influencia del aerosol marino en todos los años analizados. La estación de Pontevedra se encuentra cerca de la ría, así que no se ve demasiado influenciada por los decrecimientos de las olas que forman las partículas de aerosol marino. Podemos comprobar que las estaciones de A Coruña, Ferrol y Vigo son las que presentan mayor concentración de Na⁺, destacando por encima de las demás Torre de Hércules. La concentración de Na⁺ en torre es muy superior en 2015 que en 2014 porque para 2014 se comenzó el muestreo de agua de lluvia en junio, por lo que faltan los aportes del primer trimestre del año, cuando se dieron las borrascas atlánticas más fuertes.

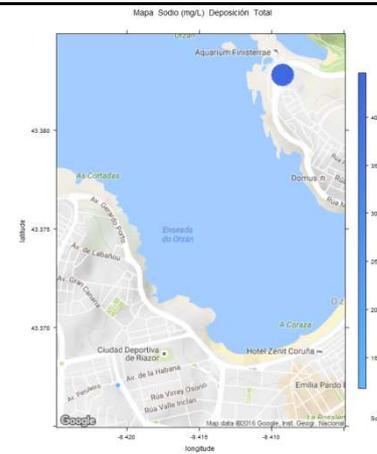


Gráfica 9. Concentración de Na⁺ en deposición total en las estaciones urbanas entre los años 2010-2015.

En la Gráfica 10 se representan en un mapa las concentraciones medias, en mg/L, de sulfatos, cloruros, sodio, potasio, magnesio, calcio, bromuro, estroncio y fluoruro obtenidas en el agua de lluvia recogida durante el periodo 01/01/2015-31/12/2015 en las estaciones de Torre y Riazor. Para todos los parámetros estudiados, que coinciden con los componentes principales del agua de mar según la Tabla 5, observamos que la concentración es muy superior en la estación de Torre que en la de Riazor, circunstancia que se puede explicar dada la cercanía al mar de la estación Torre de Hércules y que la contribución del aerosol marino decae muy rápidamente con la distancia.



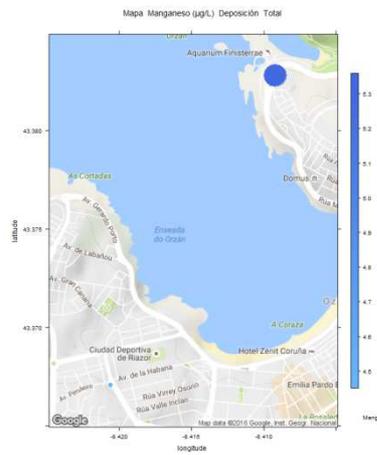
Concentración de cloruro en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.



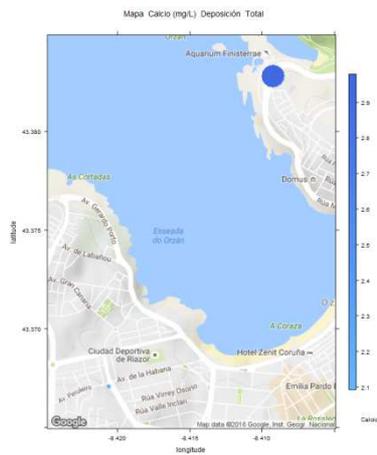
Concentración de sodio en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.



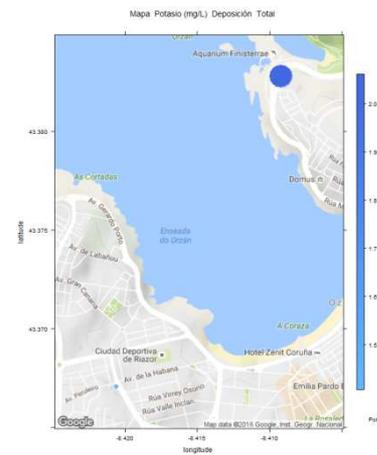
Concentración de sulfatos en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.



Concentración de magnesio en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.



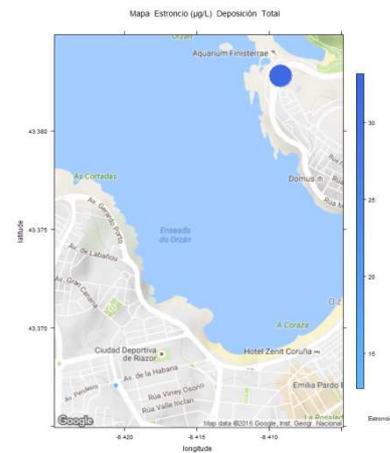
Concentración de calcio en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.



Concentración de potasio en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.



Concentración de bromuro en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.



Concentración de estroncio en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.



Concentración de fluoruro en deposición total en Torre y Riazor, A Coruña. Año 2015.

Gráfica 10. Concentración, en mg/L, de los principales componentes del agua de mar obtenidos por deposición total en el agua de lluvia en Torre y Riazor, A Coruña en 2015.

Este análisis nos muestra que en A Coruña, el agua de lluvia está muy influenciada por la presencia del aerosol marino, comparando con el resto de Galicia. Esto se comprobó revisando la concentración de sulfatos, cloruros, sodio, potasio, magnesio, calcio, bromuro, estroncio y fluoruro, que son los principales componentes de agua de mar, y específicamente con el Na⁺ utilizado como trazador del aerosol marino. Además, esta influencia decae muy rápidamente con la distancia al mar, porque la concentración de estos componentes es muy superior en Torre que en Riazor.



7. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA SAL MARINA EN LA FRACCIÓN PM₁₀ DE LA MATERIA PARTICULADA.

7.1. INTRODUCCIÓN.

Para determinar la contribución de la sal marina en PM₁₀, seguimos el Documento de Trabajo de la Comisión del 15/02/2011, donde se establecen las directrices para la demostración y sustracción de las superaciones atribuibles a fuentes naturales conforme a la Directiva 2008/50/CE relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia para Europa.

En ocasiones, las superaciones de los valores límite establecidos en la legislación de calidad del aire pueden estar causadas en parte por fuentes naturales, en particular en el caso de las partículas y el dióxido de azufre. Las contribuciones de fuentes naturales pueden evaluarse pero no controlarse, por eso la Directiva 2008/50/CE da la posibilidad de aportar pruebas de que las superaciones son atribuibles a las fuentes naturales y en este caso, las superaciones no se consideran como tal para el propósito de cumplir con la disposición pertinente de la Directiva. En dicha Directiva se ofrece a los Estados miembros la posibilidad de restar la contribución de las fuentes naturales bajo ciertas condiciones antes de la comparación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente con sus respectivos valores límite. El documento de trabajo de 15/02/2011 tiene por objeto dar orientación sobre qué fuentes se pueden considerar naturales en este contexto y sobre los métodos para cuantificar y restar la contribución de estas fuentes.

El fundamento jurídico de restar las contribuciones de fuentes naturales se establece en el artículo 20 de Directiva 2008/50/CE, que establece lo siguiente:

- “Los Estados miembros transmitirán a la Comisión las listas correspondientes a un año determinado, de las zonas y aglomeraciones en las que las superaciones de los valores límite de un contaminante sean atribuibles a fuentes naturales. Los Estados miembros facilitarán información acerca de las concentraciones y las fuentes y las pruebas que demuestren que dichas superaciones son atribuibles a fuentes naturales.
- Cuando la Comisión haya sido informada de la existencia de una superación atribuible a fuentes naturales con arreglo al apartado anterior, dicha superación no se considerará tal a efectos de lo dispuesto en la presente Directiva.
- La Comisión publicará a más tardar el 11/06/2010 unas directrices para la demostración y sustracción de las superaciones atribuibles a fuentes naturales.”

En el artículo 2 de la Directiva 2008/50/CE se define “aportaciones de fuentes naturales” como las emisiones de agentes contaminantes no causadas directa ni indirectamente por actividades humanas, lo que incluye los fenómenos naturales tales como erupciones volcánicas, actividades sísmicas, actividades geotérmicas o incendios de zonas silvestres, fuertes vientos, aerosoles marinos o resuspensión atmosférica o transporte de partículas naturales procedentes de regiones áridas. Por lo tanto, una de las fuentes a las que se les pueden aplicar explícitamente los descuentos descritos en la guía de la Comisión es el aerosol marino y la metodología para identificar y cuantificar su contribución, que se puede restar de la concentración medida, se describe y discute en esta guía.



7.2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

Para restar las contribuciones naturales es necesario proporcionar la demostración y la cuantificación de esta contribución a las concentraciones reales de manera robusta. Por lo tanto, los Estados miembros deben respetar un conjunto mínimo de requisitos o criterios, en lo sucesivo referido como los "principios fundamentales".

Se establecen seis principios fundamentales que la Comisión tiene que aplicar al evaluar las atribuciones que los Estados Miembros hacen a fuentes naturales:

- las contribuciones no deben ser causadas por actividades humanas directas o indirectas;
- la cuantificación de la contribución natural debe ser suficientemente precisa;
- la cuantificación de la contribución natural debe ser coherente con el periodo promedio del valor límite;
- la cuantificación de las fuentes naturales debe ser atribuida espacialmente;
- las contribuciones se deben demostrar basándose en una evaluación sistemática del proceso;
- la cuantificación de las fuentes naturales debe demostrarse para cada uno de los contaminantes por separado.

LA CONTRIBUCIÓN NATURAL NO DEBE SER CAUSADA POR ACTIVIDADES HUMANAS DIRECTAS O INDIRECTAS:

Para que se permita el descuento, la contribución de una fuente natural no puede ser influenciada, mediada, obstaculizada o limitada por la acción humana. No se restarán de las concentraciones de contaminantes medidas los aportes de partículas formadas por la interacción de compuestos naturales con compuestos antropogénicos, así como todas las emisiones naturales que pueden ser controladas en cierta manera si se toman las medidas apropiadas. En consecuencia la agricultura (incluidos animales de granja de cría) no puede ser considerada una fuente natural porque los animales domésticos pueden ser plenamente controlados por sus amos y por lo tanto no son una fuente natural.

De acuerdo con la definición de contribución natural, deberán facilitarse las siguientes evidencias en la descripción del método:

- que la "contribución identificada" tiene origen natural;
- que la "contribución identificada" no deriva de las interacciones entre compuestos naturales y compuestos antropogénicos;
- que la acción humana no podía evitar o reducir el significativamente la "contribución identificada".

LA CUANTIFICACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN NATURAL DEBE SER SUFICIENTEMENTE PRECISA:

- De conformidad con el artículo 20.2 de la Directiva 2008/50/CE, una superación no será considerada como tal a efectos de la Directiva si la Comisión ha sido informada de que esta excedencia se puede atribuir a fuentes naturales, de acuerdo con el artículo 20.1 de la Directiva. Esto implica que la contribución de un evento natural específico o la contribución de fondo natural necesita ser expresada en términos numéricos con el fin de hacer posible su identificación y distinguir los componentes antropogénicos y naturales de la



las concentraciones observadas. Esto se puede hacer de varias maneras, como se discute en detalle en el capítulo 4 de la guía.

- La cuantificación de la contribución natural debe ser lo más precisa posible. Cada evaluación tiene incertidumbres que los Estados miembros deben considerar. Se debe utilizar en todo momento la mejor estimación, en contraposición a estimaciones bajas o altas. Al abordar las incertidumbres, los Estados miembros deben eliminar todo sesgo de los resultados, en particular, los artefactos introducidos por contribuciones antropogénicas. Los Estados miembros deben tratar de identificar las contribuciones de diferentes fuentes naturales elegibles (y después sumarlas si es necesario) en lugar de a través del proceso de eliminación sucesiva contribuciones antropogénicas conocida. El "desconocido" en la fuente prorrateo no puede ser considerado como contribuciones naturales.
- Las incertidumbres de la cuantificación deben ser proporcionadas al informar.

LA CUANTIFICACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN NATURAL DEBE SER COHERENTE CON EL PERIODO PROMEDIO DEL VALOR LÍMITE.

Cada valor límite tiene un período de promedio definido, que describe el intervalo de tiempo durante el cual las concentraciones medidas se promedian. Los valores límite para los contaminantes regulados y sus períodos medios respectivos se establecen en los anexo XI y XIV de la Directiva 2008/50/CE y en el Anexo I del RD 102/2011. Se resumen a continuación los referidos a partículas:

Tabla 4. Valores límite para PM₁₀ y PM_{2,5}

Compuesto	Valor límite	Concentración	Nº superaciones máximas
PM ₁₀	Media anual	40 µg/m ³	
	Media diaria	50 µg/m ³	35 veces/año
PM _{2,5}	Media anual	25 µg/m ³	

Las contribuciones naturales relevantes para esta guía se pueden dividir en dos subgrupos:

- El primer tipo consiste en eventos que se producen de forma ocasional y con una duración limitada en un período a corto plazo, por ejemplo, un par de días. En consecuencia, este tipo afecta en su mayoría a los valores límite horarios y diarios. Incluye el transporte de polvo al sur del Sahara y los incendios forestales.
- El segundo tipo de aporte natural, por ejemplo aerosol marino, tiene lugar de forma continua, aunque con diferente intensidad. Por tanto, este tipo de contribución puede ser interpretado también como aporte natural de fondo y puede afectar significativamente los valores límite a corto plazo (VLD), así como al valor límite anual.

El hecho de que tenga lugar un evento de contribución natural y su intensidad no es constante en el tiempo. La concentración de la precarga también puede variar considerablemente. Como consecuencia, se debe identificar el aporte de una fuente natural dada a la concentración medida durante el período promedio apropiado para que la contribución se pueda descontar. Si no es así, la contribución no es elegible para el descuento.



Para descontar una contribución de origen natural durante una hora en particular, días u otros períodos de promedio a corto plazo, los resultados del monitoreo deben reconocer todos los eventos a corto plazo de forma independiente.

Se desaconseja el uso de una cantidad media anual para cuantificar la contribución a corto plazo (por ejemplo, la curva estadística que correlaciona la media anual y el número de superaciones). Se puede considerar su uso si se demuestra debidamente que la cantidad sustraída es representativa en cada caso con respecto a las condiciones de la metodología a corto plazo. Por ejemplo, en el caso del aerosol marino, bajas velocidades de viento darán lugar a períodos de baja contribución sal marina, pero simultáneamente puede haber altos valores de PM causados por fuentes antropogénicas y esto podría llevar a una superación del valor límite diario ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En este caso hay una clara anti-correlación entre la contribución sal marina y la superación, lo que demuestra que la contribución al promedio anual del aerosol marino no se puede utilizar para atribuir superaciones individuales de concentraciones medias diarias de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sin embargo, se pueden utilizar en la evaluación del cumplimiento del valor límite anual.

Sin embargo, se considera una práctica aceptable el uso de la 'resta de la concentración' en el término a corto plazo (media diaria) para el cálculo la 'resta de la concentración' del término a largo plazo (media anual). Las medias diarias que se recalculan restando la contribución diaria a partir de fuentes naturales se pueden usar para calcular una nueva media anual.

LA CUANTIFICACIÓN DE LAS FUENTES NATURALES DEBE SER ATRIBUIDA ESPACIALMENTE.

En cada lugar en particular donde se produce una superación del VL, es necesario demostrar que existe una cierta contribución de fuentes naturales. No se puede concluir a partir de la aparición comprobada de una contribución natural en un lugar que esta contribución está presente también en otro sitio diferente.

La determinación de la representatividad de la estación de medición y la modelización desempeñan papeles importantes en la aplicación de este principio, ya que las contribuciones naturales siempre exhiben una significativa variación espacial.

LAS CONTRIBUCIONES SE DEBEN DEMOSTRAR BASÁNDOSE EN UNA EVALUACIÓN SISTEMÁTICA DEL PROCESO.

La ocurrencia de una contribución natural se debe visualizar en un conjunto sistemático y continuo de mediciones. Una contribución natural debe provocar características distintas en la serie de concentraciones medidas que se deben localizar en los procesos de validación de los datos. Por ejemplo, el evento de contribución natural puede exhibir características temporales o una forma química distinta a la habitual.

LA CUANTIFICACIÓN DE LAS FUENTES NATURALES DEBE DEMOSTRARSE PARA CADA UNO DE LOS CONTAMINANTES POR SEPARADO.

La presencia demostrada de una contribución natural para un determinado contaminante no prueba necesariamente que la misma cuantificación se puede extrapolar a cualquier otro contaminante. Por tanto, el descuento para una fuente natural necesita ser demostrada para cada contaminante individualmente.



Ejemplos típicos de este caso son las partículas PM_{10} y su subfracción $PM_{2.5}$. El aerosol marino o el polvo del Sahara tienen características de distribución de tamaños distintas y su impacto debe ser evaluado individualmente para PM_{10} y $PM_{2.5}$.

7.3. FUENTES NATURALES ELEGIBLES

CONCEPTO DE FUENTES ELEGIBLES

En relación con la demostración del cumplimiento de los valores límite, no se decide por el tipo de aporte natural si una contribución natural se puede descontar o no, sino más bien, por la satisfacción con que describen los "principios fundamentales" del apartado anterior. La carga de la prueba recae en los Estados miembros.

En el apartado siguiente se presenta una lista con diferentes tipos de contribución natural que la Comisión considera que se pueden descontar de acuerdo con los requisitos de la Directiva 2008/50/CE. En el apartado 4 de la Guía se describen los métodos disponibles que siguen los principios fundamentales para estas contribuciones naturales. La lista no es exhaustiva y los Estados miembros son libres de ofrecer la cuantificación y la evidencia relacionada de otras contribuciones, siempre y cuando se cumplan los principios fundamentales establecidos. Las contribuciones de las demás fuentes naturales no incluidas en la lista se pueden descontar en consecuencia, pero está sujeto a la aprobación por la Comisión.

Al final de este apartado se da la lista de posibles fuentes naturales para las que la Comisión opina que el nivel actual de conocimientos no puede justificar que se considere ninguna contribución para el descuento.

LISTA NO EXHAUSTIVA DE CONTRIBUCIONES DE FUENTES NATURALES ELEGIBLES

En la guía de la Comisión se describen las principales características de las contribuciones de fuentes naturales elegibles, que son:

- El transporte de partículas naturales de procedentes de regiones áridas
- El aerosol marino
- Las erupciones volcánicas, actividad sísmica y actividad geotérmica
- Los incendios de zonas silvestres.

Para este informe vamos a centrarnos únicamente en la descripción del aerosol marino. Se caracteriza básicamente por su origen y se distinguen dos grupos:

- a) uno de origen primario, principalmente la sal del mar (una fracción de partículas de azufre orgánicos primarios), y
- b) uno de origen secundario, que consiste principalmente en sulfato de sal no marina y materia orgánica, ambas producidas por la conversión de gas a partícula.

La sal marina es cuantitativamente el principal contribuyente a la masa de aerosol marino. La formación de la espuma del mar se produce con mayor intensidad durante los episodios de viento elevadas, en particular en los Estados miembros del norte de la UE. A la hora de descontar la contribución del aerosol marino debe tenerse en cuenta su variabilidad, junto con la anticorrelación existente entre la concentración de la sal marina y los valores PM causados por fuentes antropogénicas.



LISTA NO EXHAUSTIVA DE CONTRIBUCIONES DE FUENTES NATURALES NO ELEGIBLES

En el apartado 3.3 de la guía de la Comisión se describen las principales características de las llamadas contribuciones de fuentes naturales no elegibles, debido a que según la Comisión, el estado del conocimiento actual no permite aplicar los descuentos.

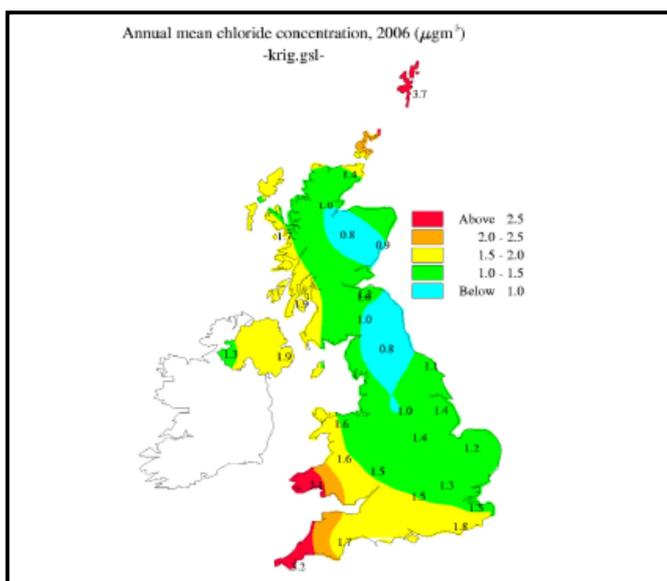
Para este informe, únicamente listamos estas fuentes:

- La resuspensión atmosférica
- Las partículas primarias de aerosol biológico (PBAP)
- Las partículas secundarias de aerosol biológico

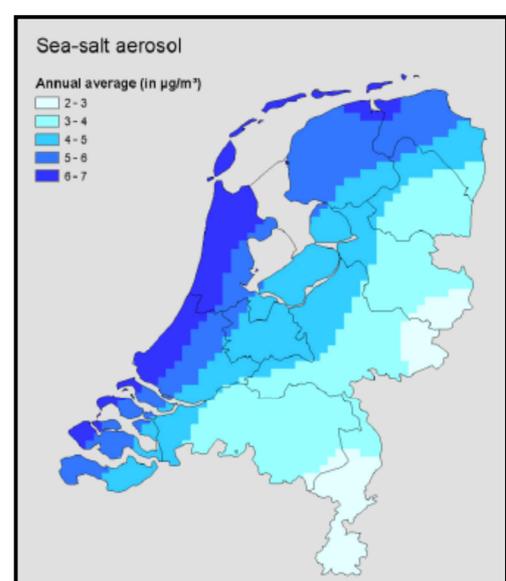
7.4. METODOLOGÍA DE DESCUENTO DE LAS CONTRIBUCIONES DE FUENTES NATURALES.

El apartado 4 de la guía de la comisión describe la metodología que hay que seguir para identificar y aplicar el descuento atribuido a las contribuciones de las distintas fuentes naturales de la lista de las elegibles. Como la guía tiene carácter subsidiario de la Directiva, no pretende prescribir métodos obligatorios ni cubrir todas las fuentes naturales específicas que puedan existir en todos los Estados miembros. Las metodologías presentadas en este capítulo derivan de los métodos existentes utilizados en algunos Estados miembros para identificar y cuantificar la contribución natural, que se han elegido y presentado con el objetivo principal de mostrar cómo una metodología puede cumplir con los requisitos mínimos establecidos por los principios fundamentales describen en el Apartado 7.2. Las metodologías descritas deben ser considerados como ejemplos aseados que, cuando se apliquen, se deben adaptar a las especificidades del Estado miembro y se pueden mejorar para aumentar su exactitud y precisión, teniendo en cuenta los conocimientos nuevos y futuros.

Para este informe, únicamente nos vamos a centrar en la **metodología aplicable para la determinación de la contribución del aerosol marino a la materia particulada.**



Gráfica 11. Mapa con la interpolación de la concentración de Cl en 2006 en Reino Unido en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Stedman 2009)

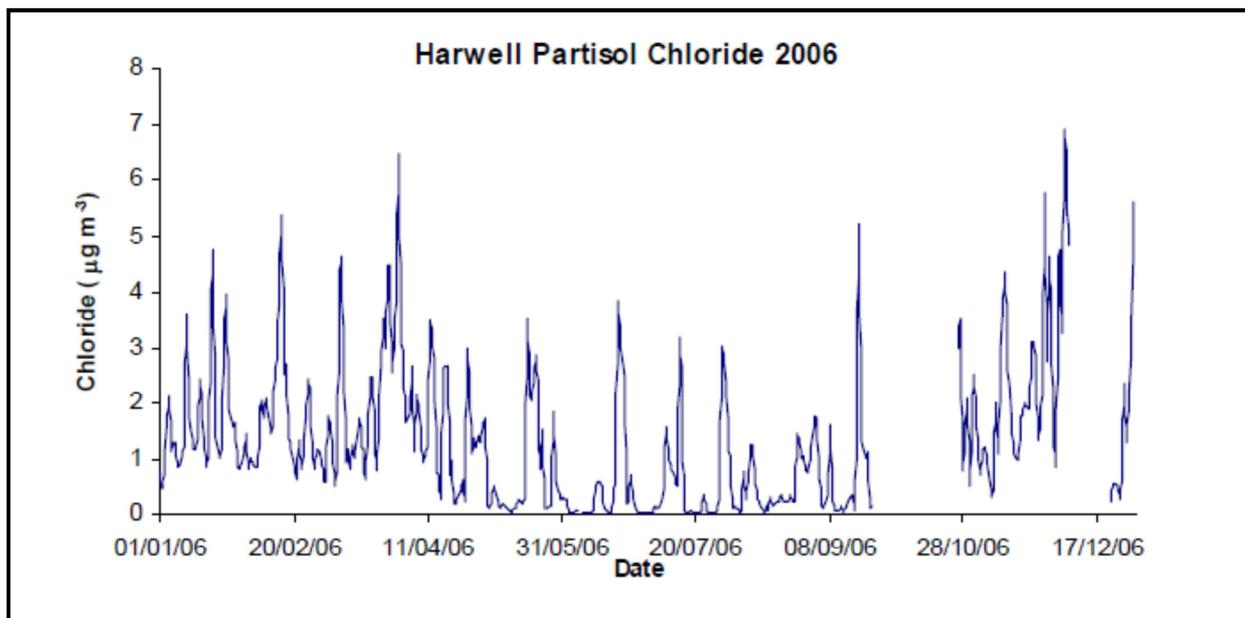


Gráfica 12. Contribución media anual del aerosol marino a la concentración de partículas en los Países Bajos. (Eerens et al. 1998, Eerens 1998)



La sal marina es una fuente natural importante que podría afectar a las concentraciones de material particulado de manera significativa. Se ha evaluado que el descuento de la aportación de sal marina podría tener un impacto relevante en el cálculo de las superaciones del límite de 24 horas para PM_{10} (de Leeuw et al. 2009). La contribución de la espuma del mar varía en todo el territorio ya que suele exhibir un fuerte gradiente de concentración muy cerca de la costa, como se muestra en las Gráficas 11 y 12, extraídas de la Guía de la Comisión del 15/02/2011.

Es importante subrayar que la contribución diaria de la sal marina es claramente muy episódica, con un pequeño número de días con alta concentración superpuesta sobre una concentración de fondo relativamente baja. Esto se ilustra en la Gráfica 13, que muestra mediciones diarias de concentraciones de cloruro en Harwell (Reino Unido) en 2006.



Gráfica 13. Concentración media diaria de Cl en Harwell en 2006.

La formación de la espuma del mar se produce con mayor intensidad durante los episodios de alta velocidad del viento, especialmente en la parte norte de Europa. De ahí que estos eventos ocurran durante concentración de PM_{10} ambiental relativamente baja, debido a las condiciones atmosféricas de mezcla favorables. Por el contrario, las condiciones de baja velocidad del viento, en general, tienden a conducir a niveles más altos de PM_{10} ambiente, mientras que la contribución potencial de la espuma del mar es menor. Los datos que muestran la correlación entre la concentración de Na^+ (utilizado como trazador de la sal), la dirección del viento y velocidad del viento, y la anticorrelación entre la concentración de la sal del mar y la concentración de PM_{10} se han recogido en los Países Bajos y publicado en el informe BOP 'La contribución de sal marina para PM_{10} y $PM_{2,5}$ en los Países Bajos (Manders et al. 2009).

Para descontar la contribución la sal marina de los valores medios diarios de PM_{10} siguiendo los principios fundamentales 3 y 4, es necesario elegir un método que permita cuantificar el impacto de la contribución de la sal marina en base diaria e identificar la variación espacial de esta contribución a través del territorio.

Hay ejemplos disponibles de metodologías que estiman la contribución de sal marina sobre la base de elementos trazadores como el sodio y el cloruro, pero por el momento no hay cobertura espacial suficiente para producir mapas fiables de la concentración de sal marina sobre una base diaria.

El método descrito a continuación se basa en el análisis químico de las muestras de PM₁₀ de 24 horas para determinar las superaciones debidas a la contribución de sal marina en el punto de muestreo de PM₁₀ individual.

La estimación de la contribución natural de la sal marina en una base anual se puede lograr de manera adecuada mediante la aplicación de campañas de medida y la modelización. Sin embargo, estas estimaciones anuales no se pueden interpretar como la contribución a un día en particular. A los Estados miembros también se les recomienda no utilizar este tipo de estimaciones anuales en el prorrateo del origen de las emisiones preceptivo en las medidas de reducción de un plan de calidad del aire, ya que puede conducir a futuras superaciones de los valores límite debido a la sobreestimación de las contribuciones de fuentes naturales durante episodios de alta contaminación.

CUANTIFICACIÓN DE LOS EPISODIOS DE SAL MARINA

La contribución de la espuma del mar puede estar presente durante todo el año, pero con mayor o menor intensidad. En este documento se sugiere realizar el análisis de la composición química de las muestras de aerosol diarias o, al menos de, uno de los componentes principales de la sal marina para identificar y cuantificar su contribución.

El cálculo de la contribución de la sal marina se relaciona con la especiación de los iones inorgánicos en las muestras recogidas de aerosol que están presentes en la composición media del agua de mar y que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Composición iónica de la sal marina

Ión	Valencia	Concentración en mg/kg	% en peso	Peso molecular	Concentración en µmol/kg
Cloruro (Cl ⁻)	-1	19 345	55.03	35.453	546
Sodio (Na ⁺)	+1	10 752	30.59	22.990	468
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	-2	2 701	7.68	96.062	28.1
Magnesio (Mg ²⁺)	+2	1 295	3.68	24.305	53.3
Calcio (Ca ²⁺)	+2	416	1.18	40.078	10.4
Potasio (K ⁺)	+1	390	1.11	39.098	9.97
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	-1	145	0.41	61.016	2.34
Bromuro (Br ⁻)	-1	66	0.19	79.904	0.83
Borato (BO ₃ ³⁻)	-3	27	0.08	58.808	0.46
Estroncio (Sr ²⁺)	+2	13	0.04	87.620	0.091
Fluoruro (F ⁻)	-1	1	0.003	18.998	0.068

Los principales iones en las muestras de aerosol son cloruro, sodio, sulfato, magnesio, calcio y potasio, que se pueden analizar de forma rutinaria, por ejemplo, por medio de cromatografía iónica.

Sabemos que el Na⁺ puede tener origen mineral (fracción insoluble), pero el Na⁺ soluble suele ser marino, sobre todo cuando se está tan cerca de la fuente, como es nuestro caso. El análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire se puede utilizar para validar esta hipótesis.



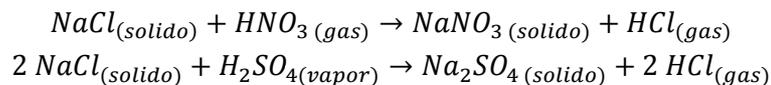
Si tenemos en cuenta que todo el Na^+ tiene origen marino primario, la fracción de otros iones en la sal marina se puede calcular utilizando las relaciones estequiométricas entre el Na^+ y el resto de iones presentes en el agua de mar, como por ejemplo, de sulfato de sal marina (ssSO_4^{2-}).

$$[\text{ssSO}_4^{2-}] = [\text{Na}^+] \times \frac{7.68}{30.59}$$

donde $[\text{Na}^+]$ es la masa de sodio medida y $[\text{ssSO}_4^{2-}]$ es la masa de sulfato debida a la contribución de la sal marina; 7.68 y 30.59 en la expresión anterior son las contribuciones porcentuales de sulfato y sodio a la salinidad del agua de mar. Del mismo modo, la contribución de sal marina para otros iones se puede calcular de acuerdo con los porcentajes indicados en la Tabla 6. La suma de los [ss-iones] es el aporte de sal marina a la concentración total de PM_{10} . No se recomienda el uso de cloruro como un ion de referencia para calcular la contribución de sal marina porque sus observaciones tienen un amplio margen de incertidumbre.

Además, el aerosol marino no es la única fuente que aporta cloruro a partículas atmosféricas. Por ejemplo, el HCl se emite en la quema de carbón, a pesar de que la disminución del uso de carbón y de las medidas de reducción de gases de combustión es probable que hayan reducido las emisiones de HCl atmosféricas considerablemente.

Por otra parte, el cloruro se puede eliminar del aerosol de sal marina debido a las reacciones con HNO_3 y H_2SO_4 :



Por lo tanto, el sodio es un mejor indicador para la sal marina que el cloruro y se debe preferir al analizar la composición de PM. El uso de cloruro es aceptable siempre y cuando se consideran los sesgos potenciales. (Reino Unido impugna explícitamente esta metodología de evaluación y sus supuestos, en particular, las limitadas fuentes de sodio antropogénico. Además, afirma que mediante el uso del sodio es probable realizar una sobreestimación, ya que el ion cloruro perdido en la fase de gas también tendría en cuenta, cuando ya no es una forma de partículas).

Un método más sencillo y ampliamente utilizado para calcular la contribución sal de mar, considera sólo el sodio o el cloruro como trazador para la contribución del aerosol marino. La contribución se calcula suponiendo que la sal marina está compuesta solamente por NaCl y que todos Na^+ y Cl^- se asocian en cloruro de sodio. Por lo tanto, de acuerdo con la composición del agua del mar:

$$\text{Sal marina} = \frac{100}{55} \times [\text{Cl}^-] = 1.8 \times [\text{Cl}^-]$$

O

$$\text{Sal marina} = \frac{100}{30.6} \times [\text{Na}^+] = 3.27 \times [\text{Na}^+]$$

O

$$\text{Sal marina} = ([\text{Na}^+] + [\text{Cl}^-]) \times 1.168$$



La masa de la sal marina calculada con estos procedimientos se puede descontar de la media diaria de PM₁₀ en ese punto de muestreo.

REPRESENTATIVIDAD ESPACIAL, APLICACIÓN EN TODO EL TERRITORIO

La metodología de descuentos presentada anteriormente sólo es aplicable en el área espacial para la cual se determina la representatividad espacial de la medición (punto de medida=estación de calidad del aire). Cualquier aplicación más amplia, debe apoyarse en los resultados de modelo y ser validada a través de un número adecuado de medidas de la composición de PM.

Actualmente no existe una metodología prescrita para la determinación de la representatividad espacial de la medición de la contribución de la sal marina. Las metodologías potenciales incluyen monitorización indicativa en la zona y la dispersión que rodea la modelización del mar como fuente específica. Se supone que las condiciones de topografía y viento locales juegan un papel importante.

DISCUSIÓN CRÍTICA

El cálculo basado solamente en el cloruro está potencialmente sujeto a ambos artefactos, positivos y negativos. Como se mencionó anteriormente, la sal marina no es la única fuente de cloruro a las partículas atmosféricas. Actualmente, el sodio se considera un mejor indicador para la sal marina que el cloruro, sin embargo, hay incertidumbres asociadas con sus fuentes antropogénicas y se puede dar una sobreestimación, ya que el cloruro que se pierde en la fase de gas también se tendría en cuenta, cuando ya no forma parte de las partículas. Si es posible, se deben considerar tanto el sodio como el cloruro, para reducir la incertidumbre.

Con el fin de demostrar que una superación del valor límite diario es atribuible a fuentes naturales (el aerosol marino en este caso), se deberá demostrar que en ese día específico la excedencia fue causada por la contribución natural y esto sólo puede ocurrir a través de su cuantificación.

Se debe tener en cuenta la naturaleza episódica de la contribución de sal marina. Por lo tanto, la cobertura temporal de las mediciones de la composición química de las partículas debe ser lo más amplia posible y se deben seguir las consideraciones sobre los objetivos de calidad de datos para las mediciones cuando la cobertura de tiempo no es del 100%.

La metodología basada en promedios anuales no parece ser suficiente para investigar las causas de las medias diarias, ya que las condiciones meteorológicas que conducen a esas contribuciones elevadas son muy específicas. Por este motivo, no se recomiendan las metodologías basadas en el determinado aporte de otros días (distintos al día en que se produce la superación del VLD) o la relación estadística entre el valor medio anual y el número de días que excedan 50 µg/m³. Esas metodologías sólo se pueden utilizar si se demuestra que sus resultados son representativos de cada día en cuestión, y en particular, que no se sobreestima el número de días en los que la superación del VLD se atribuye a la concentración de la sal marina.

Si bien se supone que el análisis químico de sodio o cloruro junto con la modelización que garantiza la representatividad espacial adecuada, es un método apropiado para cuantificar el impacto de la espuma del mar sobre las concentraciones de PM₁₀, es importante tener en cuenta cualquier sobreestimación potencial. Además



cualquier extrapolación de la evaluación en un punto a una zona más amplia requiere una justificación a través del análisis de representatividad, modelización validada, etc.

7.5. SUPERACIONES MEDIDAS Y MODELIZADAS

La Directiva 2008/50/CE reconoce las mediciones fijas, así como mediciones indicativas y los cálculos de los modelos (o combinaciones de éstos) como métodos jurídicamente válidos para la evaluación de las superaciones de los estándares de calidad del aire ambiente. Antes de realizar un proceso de descuento, se deben llevar a cabo algunas deliberaciones sobre la metodología que se ha utilizado para determinar la superación.

Cuando la evaluación de la calidad del aire se realiza con mediciones fijas o mediciones indicativas, utilizando los controles de calidad adecuados para el aseguramiento de la calidad, el proceso de descuento debe llevarse a cabo sin más al respecto. La contribución física identificada con la metodología adecuada se resta a la concentración medida con el fin de obtener el valor 'neto'.

Cuando la evaluación de la calidad del aire se realiza con el uso de modelos o cuando se combinan dos métodos, tales como la medición y el modelo, debe tenerse en cuenta lo siguiente antes de llevar a cabo el proceso de descuento:

1. Cuando el modelo utilizado para evaluar la calidad del aire tiene en cuenta para sus resultados la contribución de una fuente natural específica adecuada para el descuento (por ejemplo, el modelo contiene un módulo que reproduce la fuente de aerosol marino e incluye su contribución en el cálculo de la cantidad total de PM_{10}), esa cantidad de partículas que el modelo atribuye a la fuente natural específica se puede descontar. En otras palabras, el modelo debe ejecutarse mediante el establecimiento a cero de la contribución de la fuente natural que sea adecuada para el descuento con el fin de obtener la concentración neta.
2. Cuando el modelo utilizado para evaluar la calidad del aire no tiene en cuenta para sus resultados la contribución de una fuente natural específica adecuada para el descuento, no debe llevarse a cabo el descuento de la contribución de esta fuente natural (por ejemplo, no se podrá hacer el descuento por la contribución de la erupción de un volcán las superaciones se han detectado con un modelo que no tiene en cuenta este episodio erupción en su cálculo).
3. Cuando los resultados del modelo utilizado para evaluar la calidad del aire se ajustan a las mediciones o cuando el modelo y las mediciones se combinan en la asimilación de datos, se presenta una situación más complicada: la contribución de una fuente natural específica adecuada para el descuento, así como de todas las demás fuentes, ha sido escalada implícitamente para compensar desajustes entre el modelo y los resultados de la medición. En un caso de descuento de la contribución natural basada en mediciones o en otra técnica específica, se prefiere el método más fiable.

Cuando se utiliza una técnica de modelización para evaluar la calidad del aire, el proceso de descuento debe estar bien documentado, no sólo en cuanto a la cuantificación de la fracción que se va a descontar, sino también en la descripción de cómo se ha calculado la concentración total, asegurando la coherencia y la transparencia del proceso.



7.6. DOCUMENTACIÓN E INFORMES

Para la aplicación de lo dispuesto en el artículo 20 de la Directiva 2008/50/CE, se tiene que documentar la determinación de las contribuciones naturales. Los documentos se pondrán a disposición de la Comisión y al público (en línea o en EIONET CDR20), actualizándolos anualmente si es necesario, para demostrar la contribución natural en las superaciones individuales de los valores límite de los contaminantes en el año reportado.

No hay requisitos específicos para la estructura del documento, pero tiene que incluir:

- una referencia explícita al objetivo (aplicación del artículo 20),
- el papel o la participación de la autoridad competente o el organismo designado en virtud del artículo 3 de la Directiva 2008/50/CE para la evaluación de la calidad del aire ambiente,
- alcance temporal y espacial (zonas de calidad del aire y superaciones individuales),
- descripción de la metodología,
- la identificación y cuantificación de la información incluyendo evidencias de apoyo tales como las el análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire, etc.

La aplicación de los principios fundamentales tiene que ser identificable en el documento. Se debe incluir o referenciar en el documento la información adicional específica para la aplicación del Artículo 20 enfocado a las contribuciones naturales que no se consideran explícitamente elegibles en esta guía (por ejemplo, incendios forestales).

La información sobre las superaciones de los valores límite debidas a las aportaciones naturales se reportan actualmente como parte del cuestionario establecido por la Decisión 2004/461/EC. Incluso si la justificación se proporciona en la documentación separada, la información esencial sobre el impacto cuantificado con referencia al documento explicativo tiene que ser proporcionada en el cuestionario. De lo contrario, la aplicación de la disposición de los Estados miembros en virtud del artículo 20 de la Directiva 2008/50/CE no será considerada a los fines de la evaluación del cumplimiento de los valores límite de la Comisión.

En el Formulario 8 del cuestionario establecido en la Decisión 2004/461/CE se comparan a nivel de zonas, los resultados de evaluación del contaminante "total original" con los valores límite y cualquier margen aplicable de tolerancia, mientras que los valores de PM₁₀ con los descuentos debidos a las contribuciones naturales, pueden hacer que en algunas zonas se cumplan los valores límite.

Se deben proporcionar en el Formulario 23a del cuestionario el número de superaciones del PM₁₀ VLD de 50 µg/m³ total, así como el número de superaciones una vez aplicado el descuento por causas naturales. Las concentraciones medias anuales que superan el valor límite a largo plazo, así como los resultados del descuento por aportes naturales, se deben reportar en el Formulario 23b. Los casos individuales de superación se presentan en los Formularios 11h y 11i.

8. OBTENCIÓN DE DATOS PARA LA DEMOSTRACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DEL AEROSOL MARINO A LAS SUPERACIONES DEL VLD DE PM_{10} EN EL ÁREA METROPOLITANA DE A CORUÑA EN 2015

La comprobación de la veracidad de la hipótesis del aerosol marino y el establecimiento de la metodología de trabajo se detallan también en el estudio “*PM₁₀ y PM_{2,5} en A Coruña en 2014 y la influencia del aerosol marino. Superaciones del VLD en la estación 15030027-Torre de Hércules (A Coruña). Año 2014.*” Seguimos esta metodología y la indicada en Documento de Trabajo de la Comisión del 15/02/2011, donde se establecen las directrices para la demostración y sustracción de las superaciones atribuibles a fuentes naturales conforme a la Directiva 2008/50/CE relativa a la calidad del aire ambiente ya una atmósfera más limpia para Europa con los datos obtenidos en 2015.

8.1. INSTALACIÓN DE CAPTADORES GRAVIMÉTRICOS DE PM

Desde que se encontraron indicios que mostraban como plausible la hipótesis de que el aerosol marino podía ser el causante de las elevadas concentraciones de PM_{10} en la estación Torre de Hércules, se llevaron a cabo una serie de actuaciones instalando captadores gravimétricos y realizando el análisis químico de los filtros para demostrarla. Al conocer la metodología de demostración de las superaciones atribuibles a fuentes naturales del Documento de Trabajo de la Comisión del 15/02/2011, fuimos conscientes de la necesidad de instalar un captador gravimétrico de PM_{10} en la estación Torre de Hércules. Así, como vemos a la derecha en la Imagen 15, el 22/11/2014 se instaló un CAV Digitel DHA-80 en esta estación con el objetivo de analizar la concentración de Na^+ en estos filtros y aplicar la metodología de descuentos. Entre el 05/02/2015 y el 12/06/2015, se colocó un cabezal PM_{10} al equipo Derenda Aguirre LVS-3.1 de la Imagen 15, pero a partir de esta última fecha y hasta final de año, se instaló de nuevo un CAV-A/MSb CAV Digitel DHA-80.



Imagen 15. Captadores gravimétricos con cabezales PM_{10} y $PM_{2,5}$ Torre de Hércules, CAV Digitel DHA-80 y Derenda Aguirre LVS-3.1



En la estación Torre de Hércules se realiza la toma de muestras para el cálculo del IME desde 2011. Para el 2015 se utilizó el CAV Digital DHA-80 con cabezal de $PM_{2,5}$ que vemos en la Imagen 15 entre 01/01/2015-06/04/2015. A partir de esa fecha y hasta el 31/12/2015 se utiliza en Derenda Aguirre LVS-3.1 de la Imagen 15. Una vez que conocimos el trabajo realizado por A. M. M. Manders en el trabajo titulado “La contribución de la sal marina al PM_{10} y $PM_{2,5}$ en Holanda”, pensamos que podíamos utilizar los datos obtenidos en los filtros de $PM_{2,5}$ de Torre para comprobar cuanto sodio presente en la fracción PM_{10} está presente también en la fracción $PM_{2,5}$, y si existe alguna relación entre ambas fracciones. En la Imagen 16 vemos los dos captadores gravimétricos en la estación, con la Torre de Hércules que le da nombre al fondo.



Imagen 16. Captadores gravimétricos con cabezales PM_{10} y $PM_{2,5}$ en la estación Torre de Hércules.

Por último, dado que en Riazor tenemos un LVS con cabezal PM_{10} para analizar Benzo(a)Pireno y Metales, decidimos analizar también la concentración de Na^+ en los filtros para ver cómo ésta decae con la distancia al mar. A la izquierda en la Imagen 17 se muestra el LVS Derenda LVS 3.1 con cabezal PM_{10} que estuvo instalado en Riazor desde 26/06/2014. En un principio se localizó en el suelo, pero finalmente se decidió subir el equipo al techo de la estación, donde permaneció hasta 05/02/2015. En esta fecha y hasta el 06/04/2015 se instaló un CAV Digital DHA-80. Entre 06/04/2015 y 21/04/2015 hubo un CAV-AJM MAV de un solo filtro y finalmente, desde esta fecha hasta 31/12/2015 se instaló un CAV-A/MSB MCV recién adquirido, que se muestra en la a la derecha en la Imagen 17.



Imagen 17. Derenda LVS 3.1 a la izquierda y CAV-A/MSB MCV a la derecha, ambos con cabezal PM₁₀ en la estación Riazor

8.2. PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS DE LA GRAVIMETRÍA

El Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia, perteneciente a la Subdirección Xeral de Meteoroloxía e Cambio Climático de la Xunta de Galicia, realizó el pretratamiento de los filtros, el muestreo, el tratamiento posterior de los filtros, la determinación gravimétrica así como todos los cálculos necesarios para la intercomparación e interpretación de los resultados. El LMAG está acreditado por ENAC en la Norma UNE-EN ISO/IEC17025 para realizar este procedimiento conforme a la UNE-EN ISO/IEC 12341.

La campaña de muestreo se realizó entre el 01/01/2015 y el 31/12/2015 en las ubicaciones y con los equipos descritos en el apartado 7.1. El tiempo de muestreo es de 24 horas, desde las 00:00 hasta las 00:00 horas (hora local), salvo para el PM_{2,5} de Torre, que se utiliza para el cálculo del IME, por lo que es muestreo tiene que ser, necesariamente entre 08:00 y 08:00±1 h, obteniendo muestras diarias en todos los muestreos. Los equipos cuentan con cargadores para el análisis secuencial de 15 filtros, y cada día en el que se realiza la retirada del cargador con los filtros muestreados y la posterior programación de un nuevo muestreo, se comprueba el correcto funcionamiento del equipo y se realizan las tareas de limpieza adecuadas. Una muestra se considera válida si el tiempo de muestreo es superior a 23 horas, en caso contrario, la muestra se rechaza.

Como elemento de retención se emplearon filtros de fibra de cuarzo Munktell de 150 mm de diámetro para los CAV y de 47 mm para el LVS, acondicionados durante 48 horas antes de la pesada en la sala de balanzas, que se muestra en las Imágenes 18 y 19, a 20±1°C de temperatura y 50±5% de humedad relativa. Un los casos en que se trata de la medida de PM₁₀, el tratamiento de los filtros se realizó según la Norma UNE-EN 14907:2006, relativa a la medida de PM_{2,5}, por ser una Norma más restrictiva.



Imagen 18. Sala de balanzas del LMAG, con T y H^a controladas (exterior).



Imagen 19. Sala de balanzas del LMAG, con T y H^a controladas (interior).

Como podemos ver en la Imagen 19, la balanza utilizada para la pesada de los filtros se encuentra instalada en la sala de balanzas descrita anteriormente, y en cada sesión de pesada se comprueban las condiciones de la sala de balanzas y se documentan.

Todos los registros cumplen las condiciones descritas en la “Guía para los estados miembros sobre medidas de PM₁₀ e intercomparación sobre el método de referencia”.

Los filtros se manejan con pinzas de teflón. Antes de usarlos se comprueba visualmente empleando una lámpara de luz visible, para detectar defectos tales como agujeros o pérdidas de material que ocasionarían errores en la recolección de la muestra de PM.



Al comienzo de cada sesión de pesada se verifica el correcto funcionamiento de la balanza con pesas de referencia, de masas similares a los filtros, concretamente con la pesa de 1 g. Además, en la sala de balanzas se mantienen los filtros blancos de referencia del mismo tamaño y material que los que se usan para el muestreo. Su peso se registra en cada sesión de pesada. Si las masas de los filtros blancos de referencia cambiaron menos de 500 µg en los filtros de 150 mm o de 40 µg en el caso de los filtros de 47 mm desde la última sesión de pesada, se registra su masa media y se procede a la pesada de los filtros con muestra. En caso contrario, no se pesan los filtros con las muestras hasta que la diferencia de pesada de los blancos de referencia sea menos de 500 µg en el caso de filtros grandes y de 40 µg en el caso de filtros pequeños.

Los filtros blancos para el muestreo se pesan dos veces con un intervalo de 24 horas. Si la diferencia entre ambas pesadas no es superior a 500 µg en los filtros de 150 mm o de 40 µg en los filtros de 47 mm, se considera que el filtro es estable, se calcula la media y el valor obtenido se toma como la masa del filtro blanco.

Después del muestreo, los filtros con la materia particulada se mantienen en la sala de balanzas durante un mínimo de 48 horas antes de la primera pesada y después de 24-72 horas se realiza una segunda pesada. Si la diferencia entre ambas pesadas no es superior a 800 µg en el caso de filtros de 150 mm o de 60 para los filtros de 47 mm, se calcula la media y el valor obtenido será el peso del filtro muestreado. La masa de PM₁₀ o de PM_{2,5} se calcula por diferencia entre el filtro antes del muestreo y el filtro después del muestreo.

A continuación se crea una base de datos con los valores de PM₁₀ o de PM_{2,5} referidos al volumen del muestreo (µg PM₁₀/m³ o µg PM_{2,5}/m³). Siguiendo las recomendaciones del “Grupo de trabajo sobre Optimización de Redes, Campañas Experimentales e Interpretación de Datos” del “V Seminario de la Calidad del Aire en España”, los datos obtenidos se redondean a un número entero y se convierten a hora UTC (Tiempo Universal Coordinado) antes de su almacenamiento en la base de datos. La hora local es UTC+1 entre finales de octubre y finales de marzo y UTC+2 entre finales de marzo hasta finales de octubre. Los resultados obtenidos con los captadores gravimétricos en Torre y en Riaza, tanto para PM₁₀ como para PM_{2,5}, se muestran en las Tablas A, B y C del anexo a este informe.

Los resultados de PM₁₀ y PM_{2,5} en Torre de Hércules y de PM₁₀ en Riaza, tanto de los analizadores automáticos como de los gravimétricos, entre el 01/01/2015 y el 31/12/2015, se muestran en las Tablas A, B y C del anexo I a este informe. En los tres casos los datos automáticos han sido tomados con analizadores BAM 1020. Es necesario tener en cuenta que el dato de media diaria oficial obtenido con los analizadores automáticos se realiza tomando las medias diarias medidas entre las 00:00:00 y las 23:59:59 del día en cuestión.

En la Tabla 6 se muestra el estadístico de los datos de PM₁₀ y PM_{2,5}, en µg/m³, obtenidos en las estaciones de Torre y Riaza con los métodos automático y gravimétrico, entre el 01/01/2015 y el 31/12/2015: promedio, desviación estándar, máximo, mínimo, número de superaciones del VLD de PM₁₀ y número de datos, realizado con los datos de las Tablas A, B y C el Anexo I.



Tabla 6. Estadístico de la concentración de PM_{10} y $PM_{2,5}$, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, obtenidos en las estaciones de Torre y Riazor con los métodos automático y gravimétrico, entre el 01/01/2015 y el 31/12/2015

	Torre $PM_{2,5}$		Torre PM_{10}		Riazor PM_{10}	
	Autom.	Gravim.	Autom.	Gravim.	Autom.	Gravim.
Promedio	16	15	37	30	23	26
Desv est	6.8	9.0	16.3	16.2	8.8	10.1
Max	45	85	105	127	62	81
Min	3	3	13	4	6	8
Nº>50			63	34	4	8
Nº Datos	359	215	355	289	365	301
Percentil 90.4				53.8	34	40.0

8.3. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE Na^+ EN LOS FILTROS

Se realiza el análisis de la concentración de Na^+ en los filtros muestreados, también en el LMAG, siguiendo el método descrito a continuación:

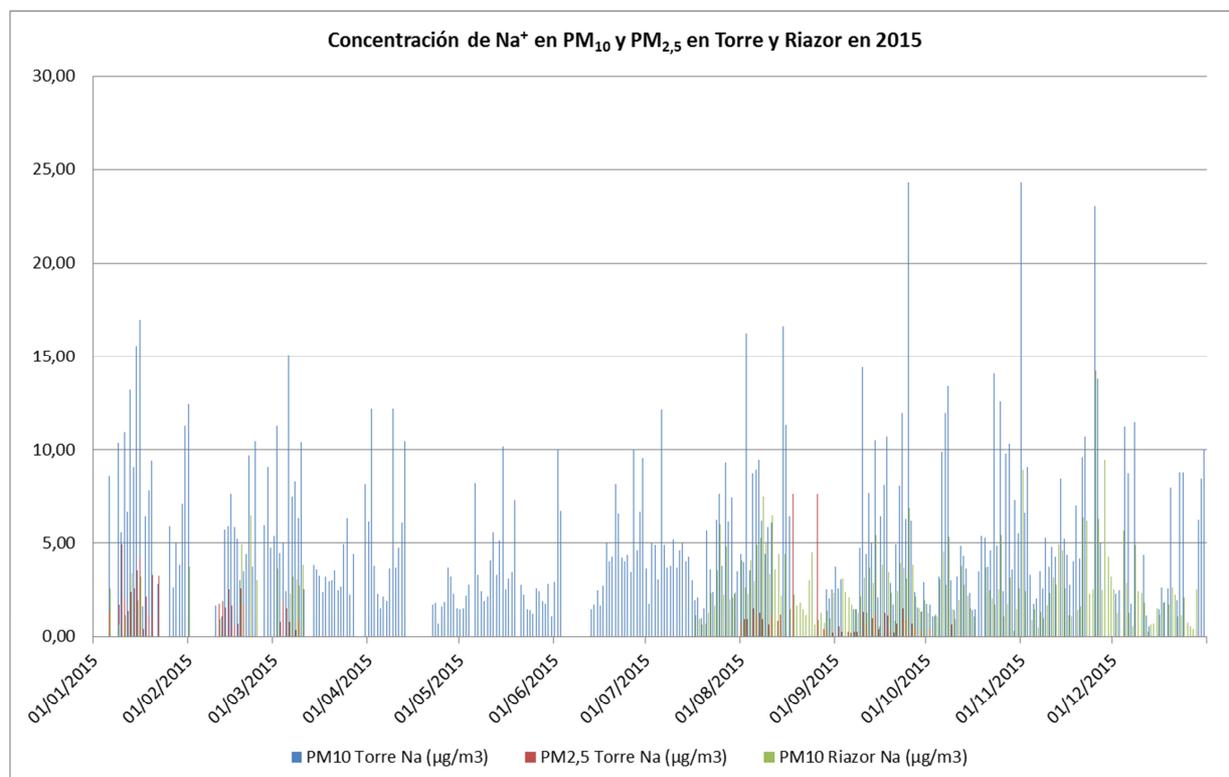
- Se corta una porción de filtro de área conocida y se extrae con agua miliQ en horno microondas.
- El volumen empleado no será inferior a 10mL, y la extracción se realizará durante 10 min a 50°C.
- Posteriormente se filtrará con un filtro de jeringa de PTFE de 0.45 μm de tamaño de poro.
- Después se analiza el extracto por cromatografía iónica, los cationes se determinaron con el cromatógrafo iónico Dionex ICS1000 que se muestra en la Imagen 20, empleando como fase móvil ácido metanosulfónico 30mM



Imagen 20. Cromatógrafo iónico Dionex ICS1000 del LMAG

Los resultados de concentración de Na^+ obtenidos para cada concentración de PM_{10} o $PM_{2,5}$, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se muestran en las Tablas A, B y C del anexo I a este informe y se representan en la Gráfica 14. Observamos que la

concentración de Na⁺ es muy superior en la fracción PM₁₀ de la estación Torre con respecto a PM₁₀ en Riazor. Incluso es más alta en la fracción PM_{2,5} de Torre que en la PM₁₀ de Riazor.



Gráfica 14. Concentración de Na⁺ en la fracción PM₁₀ y PM_{2,5} de Torre y en PM₁₀ de Riazor en 2015.

En la Tabla 7 se muestra el estadístico de los datos de la concentración Na⁺, en µg/m³, analizados en los filtros de PM₁₀ y PM_{2,5} de las estaciones de Torre y Riazor, entre el 01/01/2015 y el 31/12/2015: promedio, desviación estándar, máximos, mínimo y número de datos, realizado con los datos de las Tablas A, B y C del Anexo I.

Tabla 7. Estadístico de los datos de concentración de Na⁺ obtenidos en los filtros de PM₁₀ y PM_{2,5} de las estaciones de Torre y Riazor entre 01/01/2015 y 31/12/2015.

[Na ⁺]	Torre PM _{2,5}	Torre PM ₁₀	Riazor PM ₁₀
Promedio	1.42	5.39	2.71
Desv est	1.41	3.95	1.92
Max	7.63	24.30	14.25
Min	0,20	0,56	0,27
Nº datos	80	286	169

8.4. CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE SAL MARINA.

Recordamos la fórmula que relacionaba la concentración de Na⁺ en la fracción PM₁₀ de la materia particulada, con la concentración de sal marina presente en la misma y la aplicamos a los resultados de concentración de Na⁺ de la fracción PM₁₀ de las estaciones Torre y Riazor de las Tablas A y B del Anexo I a este informe, y aplicamos la misma

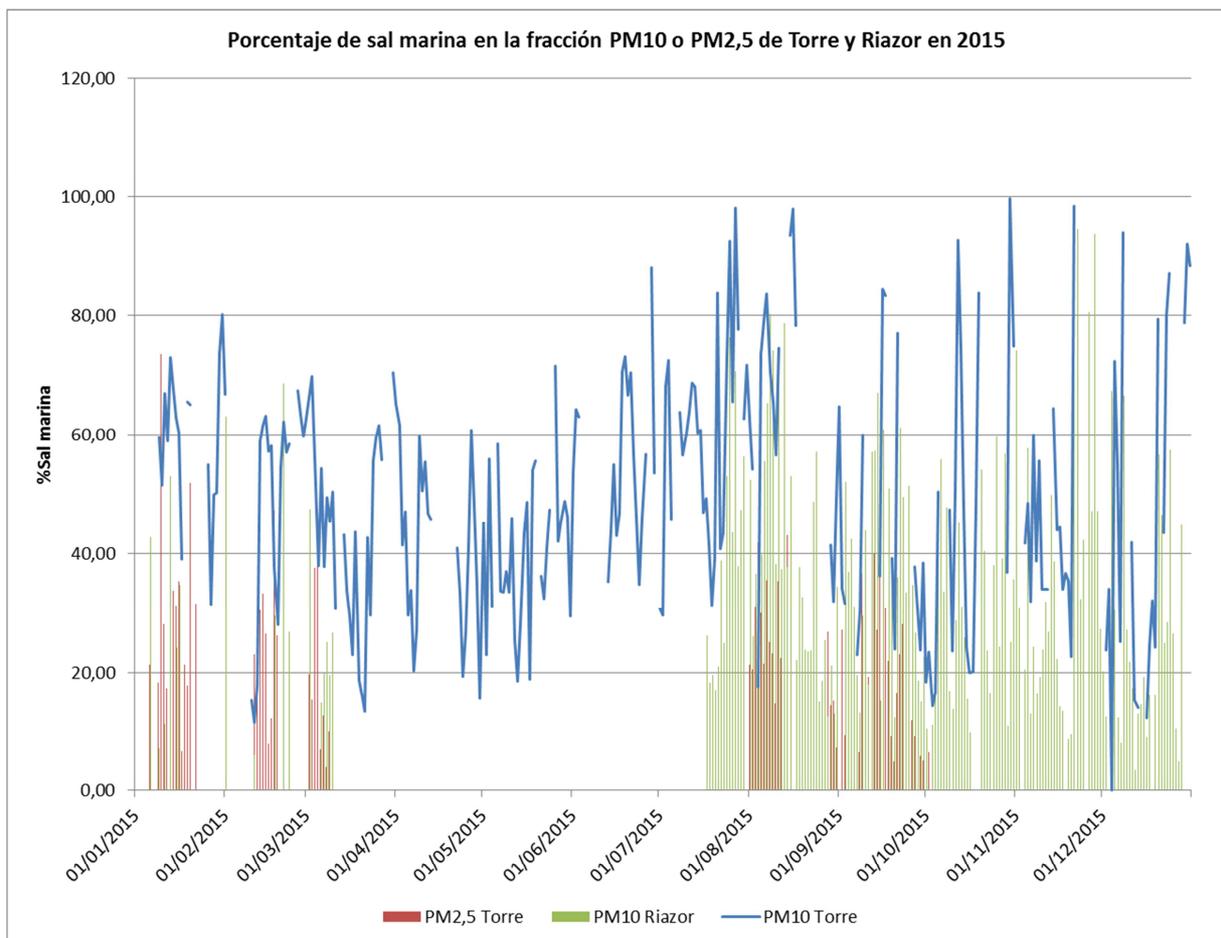


fórmula para la fracción $PM_{2,5}$ de la estación Torre, tal y como se especifica en el apartado 4.2.1 del Documento de Trabajo de la Comisión, de 15/02/2011, que establece las directrices para la demostración de las superaciones de los valores límite atribuibles a fuentes naturales y la realización de los descuentos.

$$[\text{sal marina}] = \frac{100}{30,6} \cdot [Na^+] = 3,27 \cdot [Na^+]$$

Obtenemos de esta manera los resultados de concentración de sal marina, expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en porcentaje con respecto a la fracción PM_{10} o $PM_{2,5}$, según el caso, que se muestran en la Tabla A, B y C en el anexo I de este informe.

En la Gráfica 15 representamos la concentración de sal marina, expresada en porcentaje, que hallamos en las fracciones PM_{10} y $PM_{2,5}$ de la materia particulada en las estaciones de Torre y Riazor. Podemos observar que la concentración de sal marina en la fracción PM_{10} en Torre es muy alta en casi todos los filtros analizados, superando en más de la mitad de los filtros analizados el 50%.



Gráfica 15. Concentraciones medias diarias de sal marina, expresadas en porcentaje, en la fracción PM_{10} y $PM_{2,5}$ de la materia particulada de las estaciones Torre de Hércules y Riazor en 2015.



En la Tabla 8 se muestra el estadístico de la concentración de sal marina, expresada en porcentaje, hallada en las fracciones PM_{10} y $PM_{2,5}$ de la materia particulada en las estaciones de Torre y Riazor, entre el 01/01/2015 y el 31/12/2015: promedio, desviación estándar, máximo, mínimo y número de datos., realizado con los datos de las Tablas A, B y C del Anexo I.

Tabla 8. Estadístico de la concentración de sal marina, expresada en porcentaje, hallada en la fracción PM_{10} y $PM_{2,5}$, de la materia particulada en las estaciones de Torre y Riazor entre 01/01/2015 y 31/12/2015.

Fecha de muestreo	$PM_{2,5}$ Torre	PM_{10} Torre	PM_{10} Riazor
	% sea salt	% sea salt	% sea salt
promedio	29.6	50.2%	34.6%
desv est	16.9	20.4%	19.9%
max	69.3	99.7%	94.7%
min	6.5	11,6%	3.5%
Nº datos	53	257	168



9. ANÁLISIS DE LOS DATOS

En los siguientes apartados realizamos un análisis de los datos obtenidos en las distintas estaciones de calidad del aire de la zona ES1219 durante el 2015 para comprobar si son coherentes entre sí y con la hipótesis del aerosol marino.

9.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PM Y RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN DE Na^+ Y EL PORCENTAJE DE SAL MARINA

Sabemos que algunas de las características del aerosol marino son:

- que su contribución presenta un fuerte gradiente de concentración que decae rápidamente cuando aumenta la distancia al mar y
- que su contribución se da durante todo el año pero con diferente intensidad.

Podemos ver estas características si analizamos los datos horarios de PM_{10} en 2015, obtenidas en las cuatro estaciones de A Coruña con los analizadores automáticos y representados en la Gráfica 16, con los datos de Riazor y A Grela en verde y en azul y los de la estación Torre de Hércules y San Pedro en rosa y lila. Lo primero que podemos ver en esta gráfica es que en las cuatro representaciones de la concentración de PM_{10} , la hallada en Torre es muy superior a la hallada en Riazor, en A Grela y en San Pedro. Esto pone de manifiesto que la contribución al PM_{10} del aerosol marino decae rápidamente al alejarnos del mar.

En la parte superior de la Gráfica 16 vemos que el PM_{10} en Riazor y A Grela tiene el mismo comportamiento tanto los 7 días de la semana como las 24 horas de día. Ambas siguen un perfil de concentración de PM_{10} asociado al tráfico rodado, donde en los dos casos se observan los dos máximos diarios que se asocian con las horas punta de tráfico de la mañana y la tarde que se da de lunes a viernes. Los fines de semana también se observa este fenómeno, pero con menores concentraciones de PM_{10} . La estación de San Pedro también sigue este perfil pero de manera menos acusada, lo cual nos muestra que en esta estación la contribución del tráfico es menos importante. Sin embargo, los datos de PM_{10} en Torre, además de ser superiores todos los días y a todas las horas del día, siguen un perfil diferente que muestra una mayor dispersión en los datos.

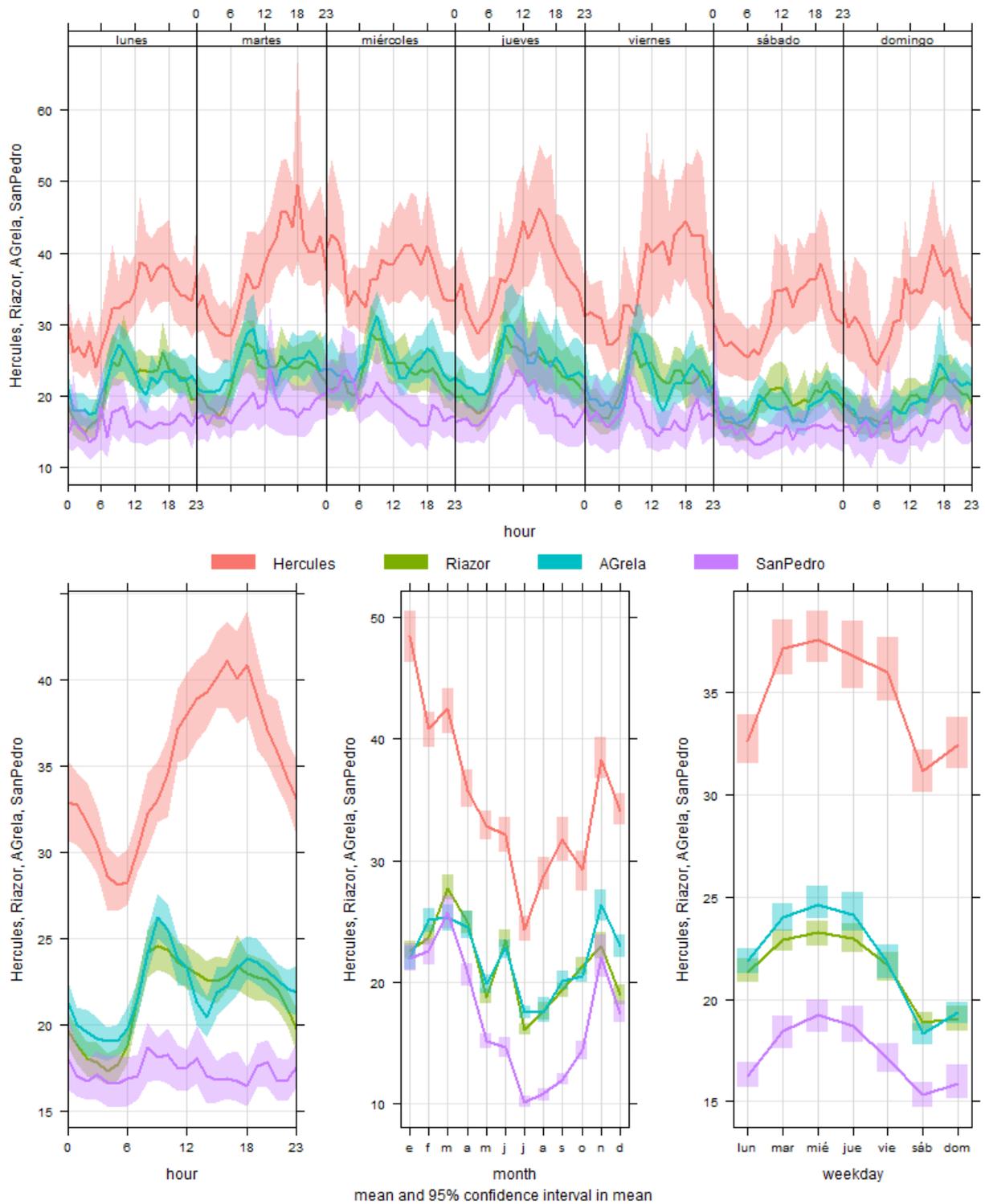
En la esquina inferior izquierda de la Gráfica 16 se representa la concentración de PM_{10} en las cuatro estaciones a las diferentes horas del día. Aquí podemos apreciar con más detalle el perfil típico de las emisiones del tráfico rodado para Riazor y A Grela. La principal diferencia es que en A Grela, situada en el polígono industrial, se da el primer máximo en torno a las 9:00 y desde este momento, cuando todos los trabajadores están en sus puestos de trabajo y ha finalizado el reparto de mercancías, hay una disminución de la concentración de PM_{10} hasta las 13:00, cuando comienzan a salir a comer los que tienen jornada partida. Después salen los que tienen jornada continua y por último se unen a la salida los que tienen jornada partida, de manera que el segundo máximo también coincide con el de Riazor en torno a las 18:00. La única diferencia entre Riazor y A Grela, es que en Riazor apenas hay disminución de la concentración de PM_{10} entre los dos máximos diarios porque en esta zona la actividad no tiene un horario tan marcado como en el polígono industrial. En San Pedro se sigue el mismo perfil que en A Grela, pero con los máximos mucho menos pronunciados, porque tiene mucha menos contribución del tráfico, ya que se trata de una estación suburbana. En Torre también hay un primer máximo, pero es a las 13:00 y la concentración de PM_{10} se mantiene prácticamente constante hasta el segundo máximo a las 18:00. Este comportamiento no se corresponde



con el asociado al tráfico rodado y tampoco al industrial. Puede tener que ver con las mareas, porque en la parte superior de la gráfica se veían diferentes máximos cada día, que no se podían asociar con ninguna actividad.

En el centro de la parte inferior de la Gráfica 16 se representa la concentración de PM_{10} de las cuatro estaciones de A Coruña en función de los meses del año. Como en los casos anteriores, la concentración de PM_{10} en Torre es muy superior a la de las otras tres estaciones. Pero además, vemos que en los meses de otoño e invierno la concentración de PM_{10} es muy superior a la medida en los meses de primavera y verano y que esta tendencia se da en las cuatro estaciones, por lo que se pone de manifiesto que la contribución del aerosol marino se da durante todo el año pero con diferente intensidad.

Por último, en la esquina inferior derecha de la Gráfica 16 se presenta la concentración de PM_{10} en las tres estaciones de A Coruña en función de los días de la semana. De nuevo se pone de manifiesto que la concentración de PM_{10} en Torre es muy superior a la concentración en las otras tres estaciones durante todos los días de la semana. También se observa el perfil clásico asociado al tráfico rodado en Riazor y A Grela, y también en San Pedro con concentraciones inferiores. En las tres estaciones la concentración de PM_{10} es elevada durante la semana y disminuye el viernes, con mínimos el fin de semana. Una vez más, el perfil de la concentración de PM_{10} en Torre no se explica por las emisiones del tráfico rodado ni tampoco por ninguna actividad industrial.

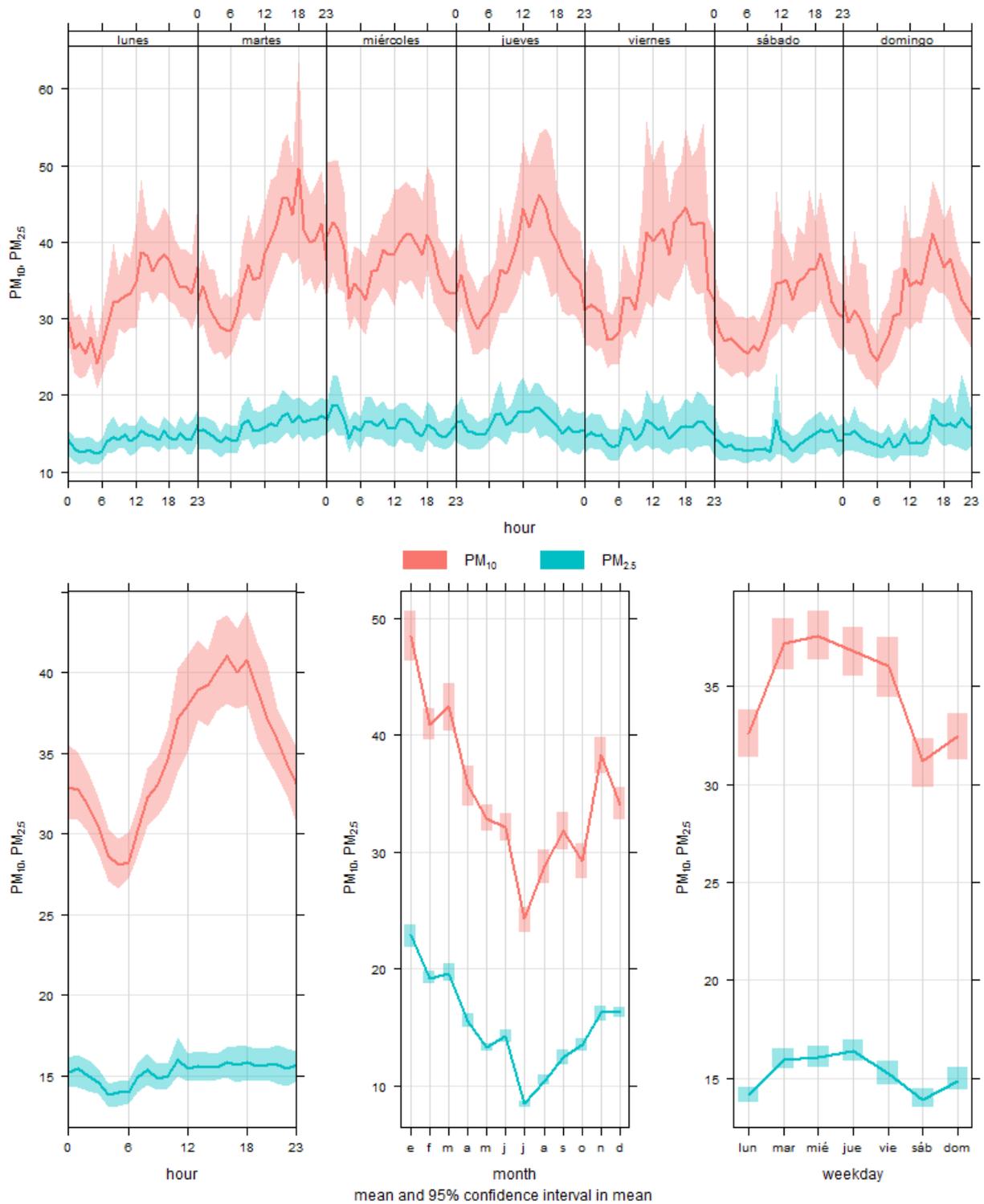


Gráfica 16. Concentración de PM₁₀ en las cuatro estaciones de A Coruña representada en función del tiempo



También se puede hacer el mismo análisis comparando la concentración de PM_{10} (en rosa) con la concentración de $PM_{2.5}$ (en azul) obtenida en 2015 en la estación Torre de Hércules, que se muestra en función del tiempo en la Gráfica17. En la parte superior de la gráfica vemos que la concentración de $PM_{2.5}$ permanece prácticamente constante tanto los distintos días de la semana como a las diferentes horas del día. En la esquina inferior izquierda se repite este comportamiento y vemos que apenas hay variación en la concentración de $PM_{2.5}$ en función de la hora del día, y que no sigue las variaciones de la concentración de PM_{10} . Esto tiene una explicación si tenemos en cuenta que el aerosol marino está presente principalmente en la fracción gruesa de la materia particulada y que en esta estación, que es urbana de fondo, no estamos midiendo la contribución del tráfico ni de la industria al aire ambiente. En la esquina inferior derecha se vuelve a dar esta tendencia, ya que para ninguna de las dos componentes del PM observamos dependencia de la concentración con el día de la semana.

Por último, en el centro de la parte inferior de la Gráfica 15 vemos la concentración de PM en función de los meses del año. Tanto para $PM_{2.5}$ como para PM_{10} podemos ver que la contribución es mucho mayor en los meses de otoño-invierno que en primavera-verano, por lo que se pone de manifiesto la variación estacional de dicha contribución.



Gráfica 17. Concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la estación Torre de Hércules representadas en función del tiempo



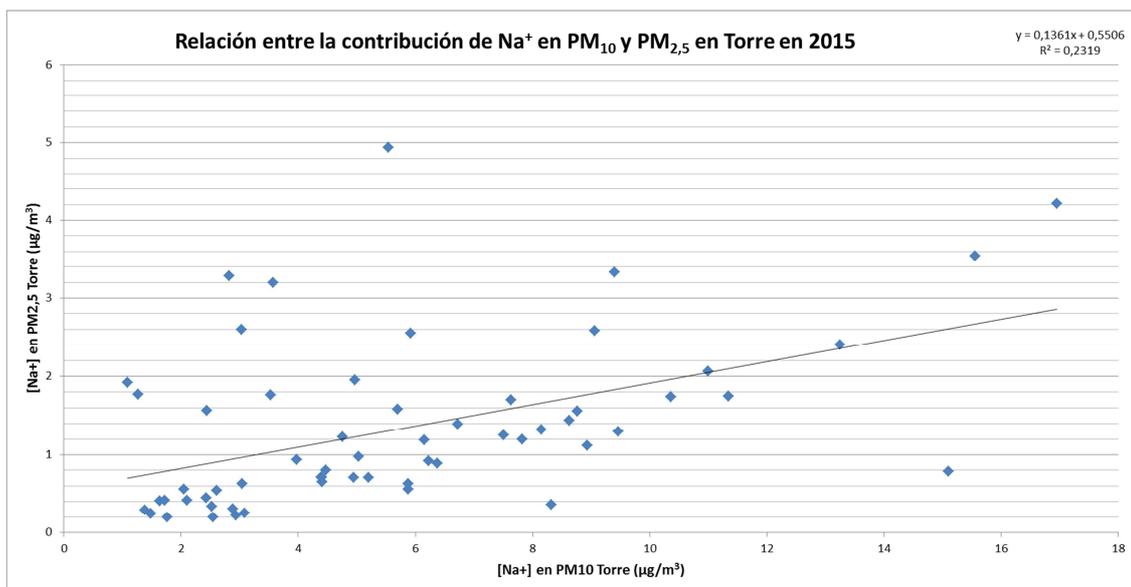
Para finalizar este apartado, en la Tabla 9 se muestran las concentraciones medias anuales de $PM_{2,5}$ obtenidas desde 2011 hasta 2015 en la estación Torre de Hércules. Esta estación es la que se emplea para la obtención del Indicador Medio de Exposición (IME), según el Anexo XIII del RD 102/2011. Los datos muestran que la concentración media anual ha disminuido en el periodo estudiado.

Tabla 9. Concentración media anual de $PM_{2,5}$ en la estación Torre de Hércules.

IME	
2011	22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2012	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2013	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2014	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2015	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PM_{10} Y $PM_{2,5}$ CON LA CONCENTRACIÓN DE Na^+

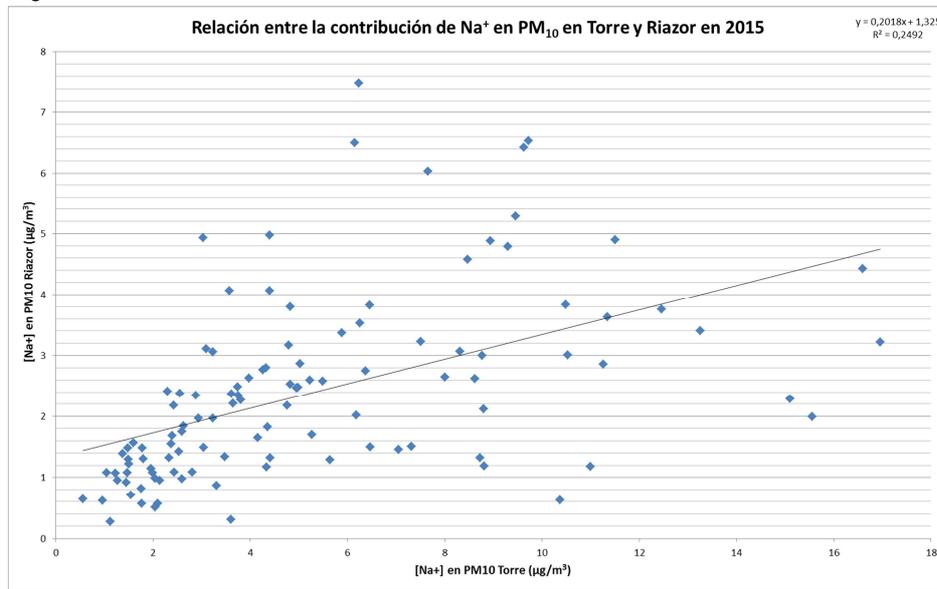
Representamos gráficamente la concentración de Na^+ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) medida en los filtros de PM_{10} y $PM_{2,5}$ obtenidos en la estación Torre de Hércules entre el 01/01/2015 y el 31/12/2015, que se puede observar en las Tabla A y B del anexo I de este informe. En la Gráfica 18 vemos a la izquierda que los datos no se ajustan bien a una recta, ya que el coeficiente de regresión es 0.23.



Gráfica 18. Relación entre la contribución del sodio en PM_{10} y $PM_{2,5}$ en la estación Torre de Hércules en 2015.

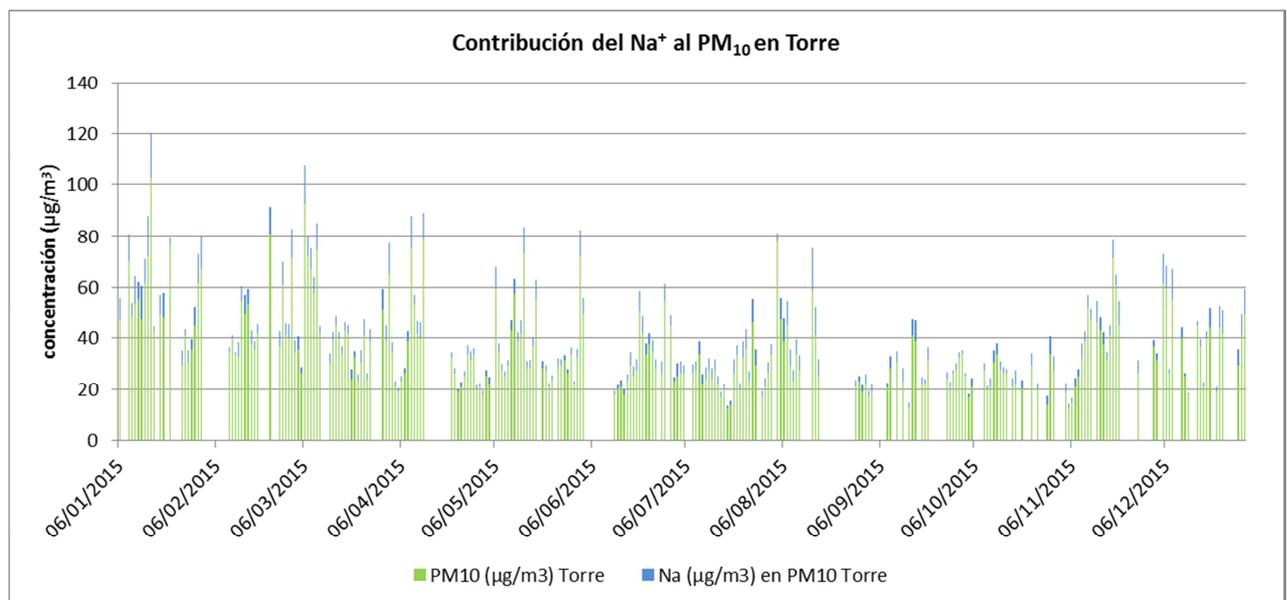


Realizamos la misma representación, esta vez comparando la concentración de Na⁺ (en µg/m³) obtenida en la fracción PM₁₀ de Riazor con la obtenida en Torre de Hércules también en PM₁₀, obtenida con los datos de las Tablas A y C del anexo I En la Gráfica 19 vemos que los resultados tampoco se ajustan a una recta, con un coeficiente de regresión de 0.25.



Gráfica 19. Relación entre la contribución del sodio en PM₁₀ en la estación Torre de Hércules y en la estación Riazor en 2015.

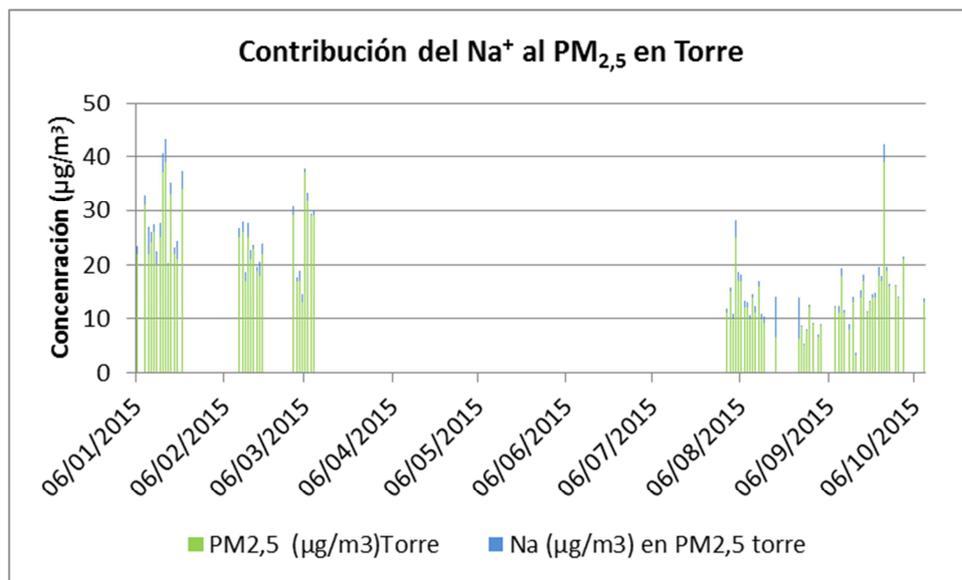
En la Gráfica 20 se representan en verde la concentración media diaria de PM₁₀ en Torre de Hércules y en azul la concentración de Na⁺ medida en cada filtro de los analizados, obtenida con los datos de la Tabla A del Anexo I. Podemos ver que en casi todos los casos en que hay un aumento de la concentración de partículas, hay un aumento de la concentración de Na⁺.



Gráfica 20. Contribución de la concentración de Na⁺ al total del PM₁₀ en la estación Torre de Hércules en 2015

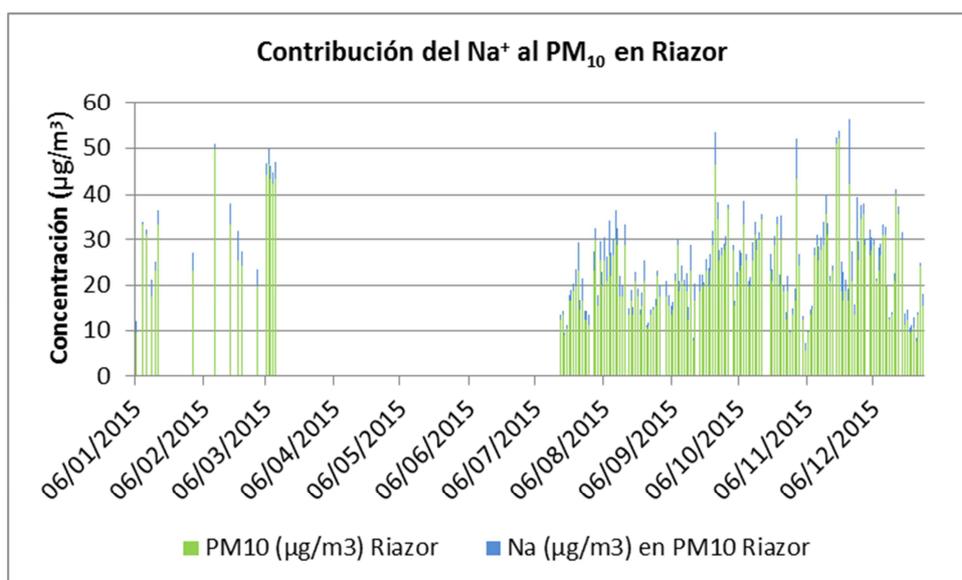


En la Gráfica 21 se representan en verde la concentración media diaria de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules y en azul la concentración de Na^+ medida en cada filtro de los analizados, obtenidas de los datos de la Tabla B el Anexo I. Podemos ver en este caso que la contribución al total de la fracción de $PM_{2,5}$ es inferior que la contribución a la fracción PM_{10} de esta misma estación, porque el aerosol marino forma parte de la fracción gruesa del material particulado.



Gráfica 21. Contribución de la concentración de Na^+ al total del $PM_{2,5}$ en la estación Torre de Hércules en 2015

Por último, en la Gráfica 22 se representan en verde la concentración media diaria de PM_{10} en Riazor y en azul la concentración de Na^+ medida en cada filtro de los analizados, obtenidas de los datos de la Tabla C el Anexo I. Podemos ver en este caso que la contribución al total de la fracción de PM_{10} es inferior que la contribución a la fracción PM_{10} de la estación de Torre, porque la influencia del aerosol marino decae rápidamente con la distancia.



Gráfica 22. Contribución de la concentración de Na^+ al total del PM_{10} en la estación Riazor en 2015



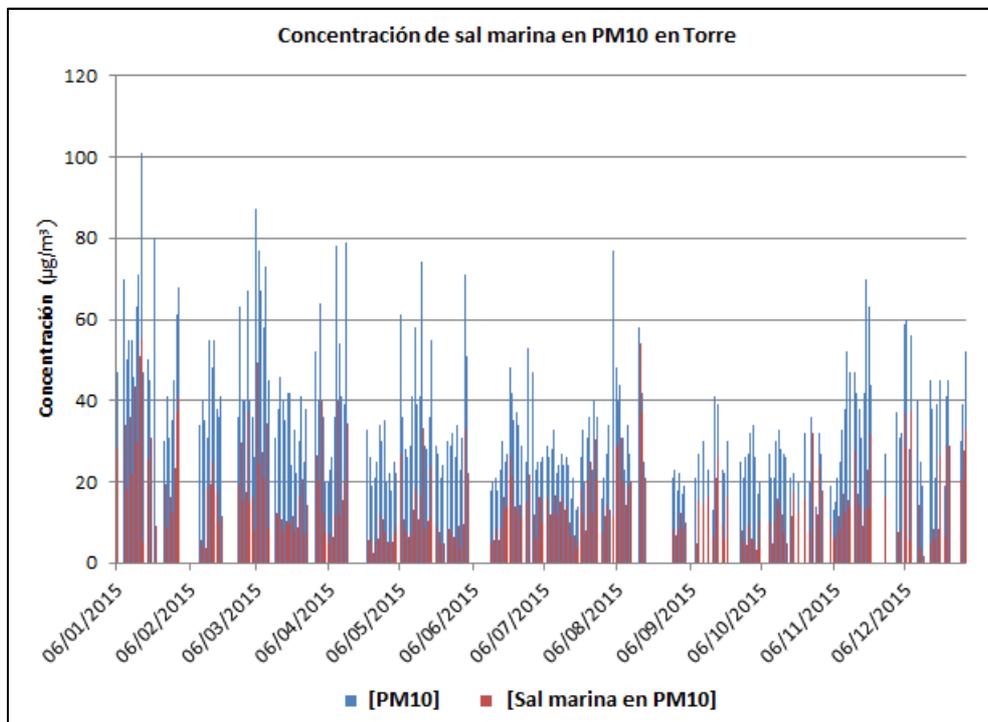
COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PM₁₀ Y PM_{2,5} CON LA CONCENTRACIÓN DE SAL MARINA

Calculamos la concentración de sal marina en la fracción PM₁₀ o PM_{2,5} de la materia particulada en Torre de Hércules y en Riazor, tal y como se indica en el documento de trabajo de la comisión de 15/02/2011 para PM₁₀ y extrapolamos el método para PM_{2,5}. Para ello, teniendo en cuenta la concentración de sodio, en µg/m³, obtenida para ese día concreto, se calcula la concentración de sal marina en PM₁₀ o PM_{2,5} según la siguiente fórmula.

$$[\text{sal marina}] = \frac{100}{30,6} \cdot [\text{Na}^+] = 3,27 \cdot [\text{Na}^+]$$

En la Gráfica 23 se muestra la concentración de PM₁₀ en Torre teniendo en cuenta la concentración de sal marina en la fracción PM₁₀ de la materia particulada, en la Gráfica 24, la concentración de PM_{2,5} en Torre teniendo en cuenta la concentración de sal marina y finalmente, en la Gráfica 25, la concentración de PM₁₀ teniendo en cuenta la concentración de sal marina en Riazor en 2015. Los datos se obtuvieron de las Tablas A, B y C, respectivamente, del Anexo I.

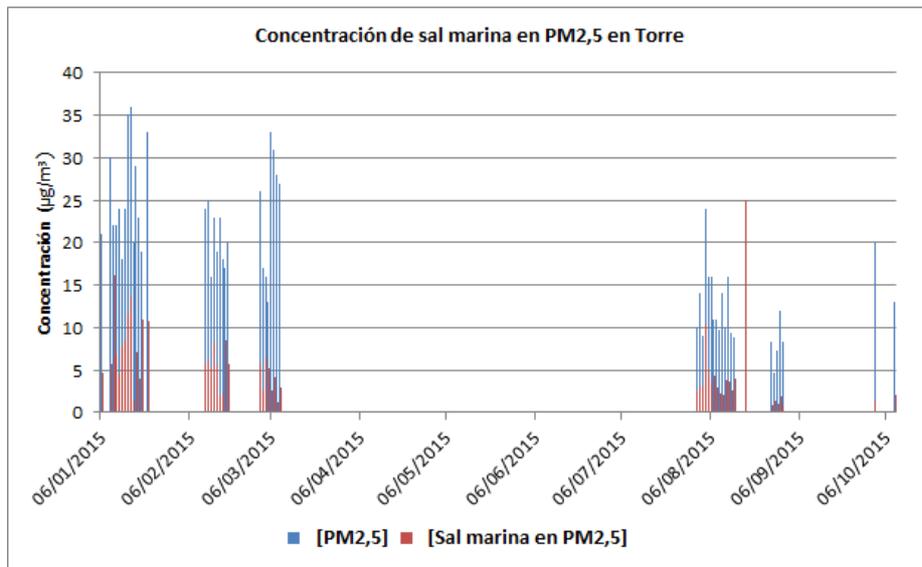
En la Gráfica 23 se representan en azul la concentración media diaria de PM₁₀ en Torre de Hércules y en rojo la concentración de sal marina medida en cada filtro de los analizados. Podemos ver que en casi todos los casos la fracción de PM₁₀ que se corresponde con sal marina es muy elevada, siendo más de la mitad en casi todas las ocasiones.



Gráfica 23. Contribución de la concentración de sal marina al total del PM₁₀ en la estación Torre de Hércules en 2015

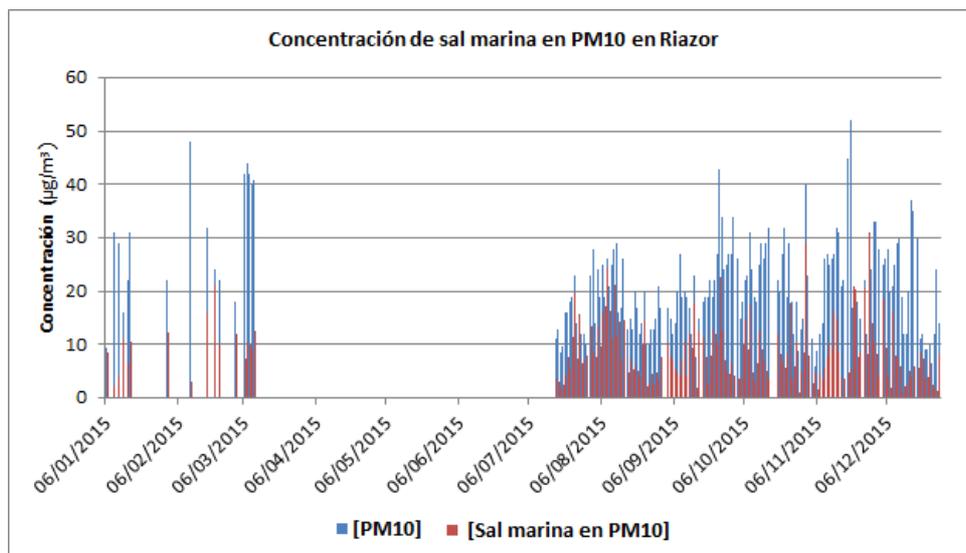


En la Gráfica 24 se representan en azul la concentración media diaria de $PM_{2.5}$ en Torre de Hércules y en rojo la concentración a la sal marina en la fracción $PM_{2.5}$ de la materia particulada medida en cada filtro de los analizados. Podemos ver en este caso que la contribución al total de la fracción de $PM_{2.5}$ es inferior que la contribución a la fracción PM_{10} de esta misma estación, porque el aerosol marino forma parte de la fracción gruesa del material particulado, tal y como veíamos en la Gráfica 21.



Gráfica 24. Contribución de la concentración de sal marina al total del $PM_{2.5}$ en la estación Torre de Hércules en 2015

Por último, en la Gráfica 25 se representan en azul la concentración media diaria de PM_{10} en Riazaor y en rojo la concentración de sal marina medida en cada filtro de los analizados. Podemos ver en este caso que la contribución al total de la fracción de PM_{10} es inferior que la contribución a la fracción PM_{10} de la estación de Torre, porque la influencia del aerosol marino decae rápidamente con la distancia, tal y como observábamos en la Gráfica 22.



Gráfica 25. Contribución de la concentración de sal marina al total del $PM_{2.5}$ en la estación Riazaor en 2015



9.2. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PM₁₀ EN FUNCIÓN DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO

En la Imagen 21 se muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas de Punta Langosteira y A Coruña-Dique pertenecientes a MeteoGalicia, con respecto a la ciudad de A Coruña.

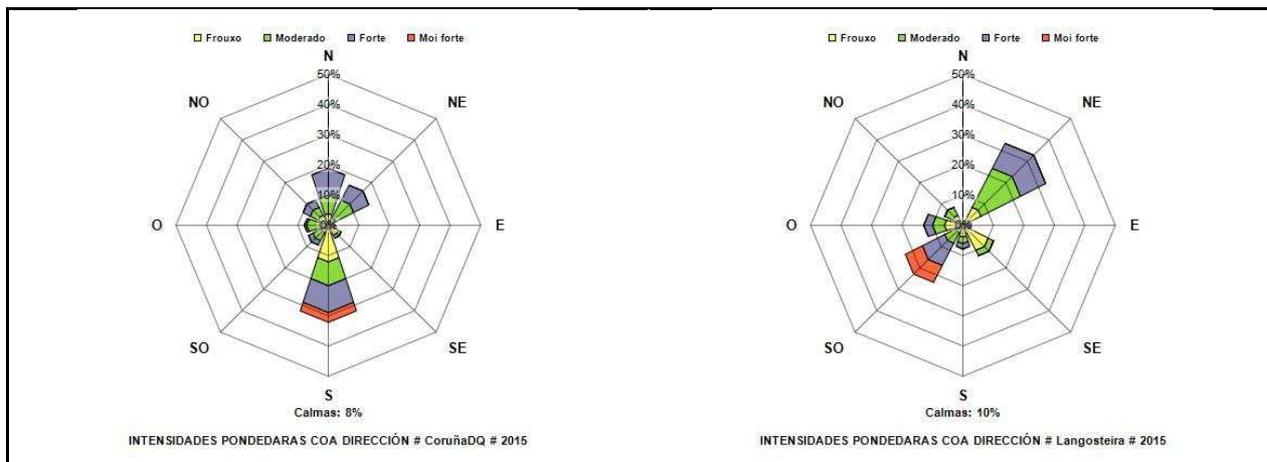


Imagen 21. Localización de las estaciones de MeteoGalicia Coruña-Dique y Punta Langosteira.

La Gráfica 26 muestra la rosa de los vientos de 2015 de las dos estaciones de MeteoGalicia, con Coruña-Dique a la izquierda y Punta Langosteira a la derecha. Estas representaciones tienen en cuenta la dirección del viento, la frecuencia y la intensidad. Las definiciones de viento flojo, moderado, fuerte y muy fuerte según MeteoGalicia se muestran en el recuadro siguiente.

Intensidade do vento				
Calma	Vento feble	Vento moderado	Vento forte	Vento moi forte
≤5 Km/h	>5 e ≤20 Km/h	>20 e ≤40 Km/h	>40 e ≤70 Km/h	>70 Km/h
<1.4 m/s	>1.4 e <5.5 m/s	>5.5 e <11.1 m/s	>11.1 e <19.4 m/s	>19.4 m/s

Analizando la Gráfica 26 vemos que los vientos predominantes en Punta Langosteira son los de Suroeste (SW) seguidos del Noroeste (NW), al igual que en el resto de Galicia. Sin embargo, en Coruña Dique los vientos predominantes son de Sur, seguidos por los de componente Norte.



Gráfica 26. Rosas de los vientos de las estaciones de MeteoGalicia Coruña-Dique y Punta Langosteira en 2015.

La explicación a esta diferencia, como podemos observar en la Imagen 22 la encontramos en la propia orografía de la ciudad. La posición del Monte de San Pedro-Bens impide que los vientos de SW entren en la ciudad, obligándolos a girar, de manera que en el núcleo urbano de A Coruña se reciben los vientos con componente Sur, una vez que han rodeado el monte.

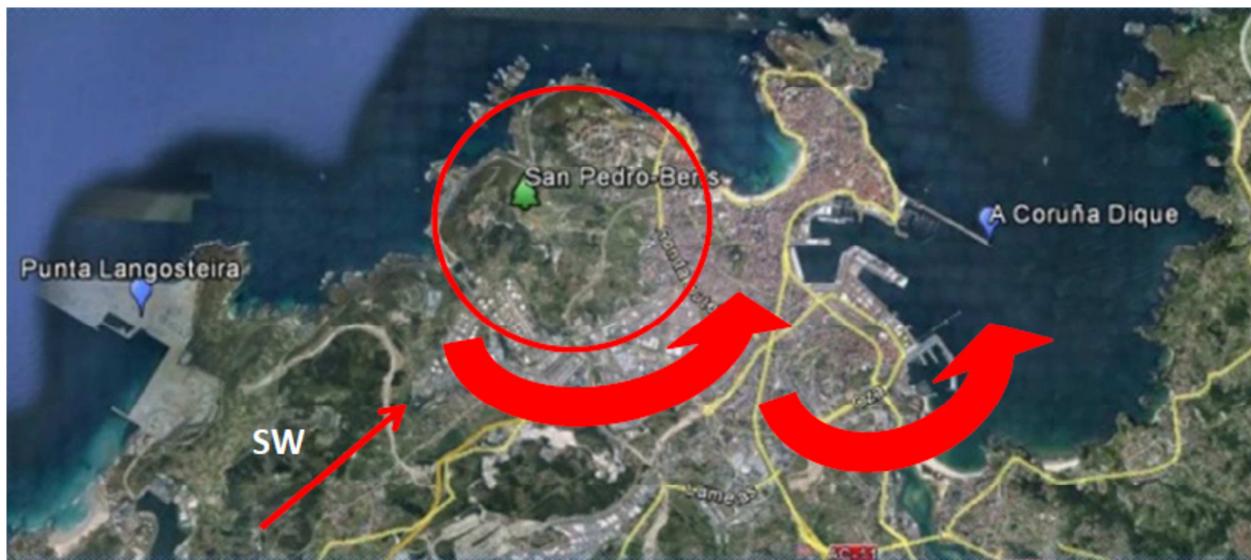
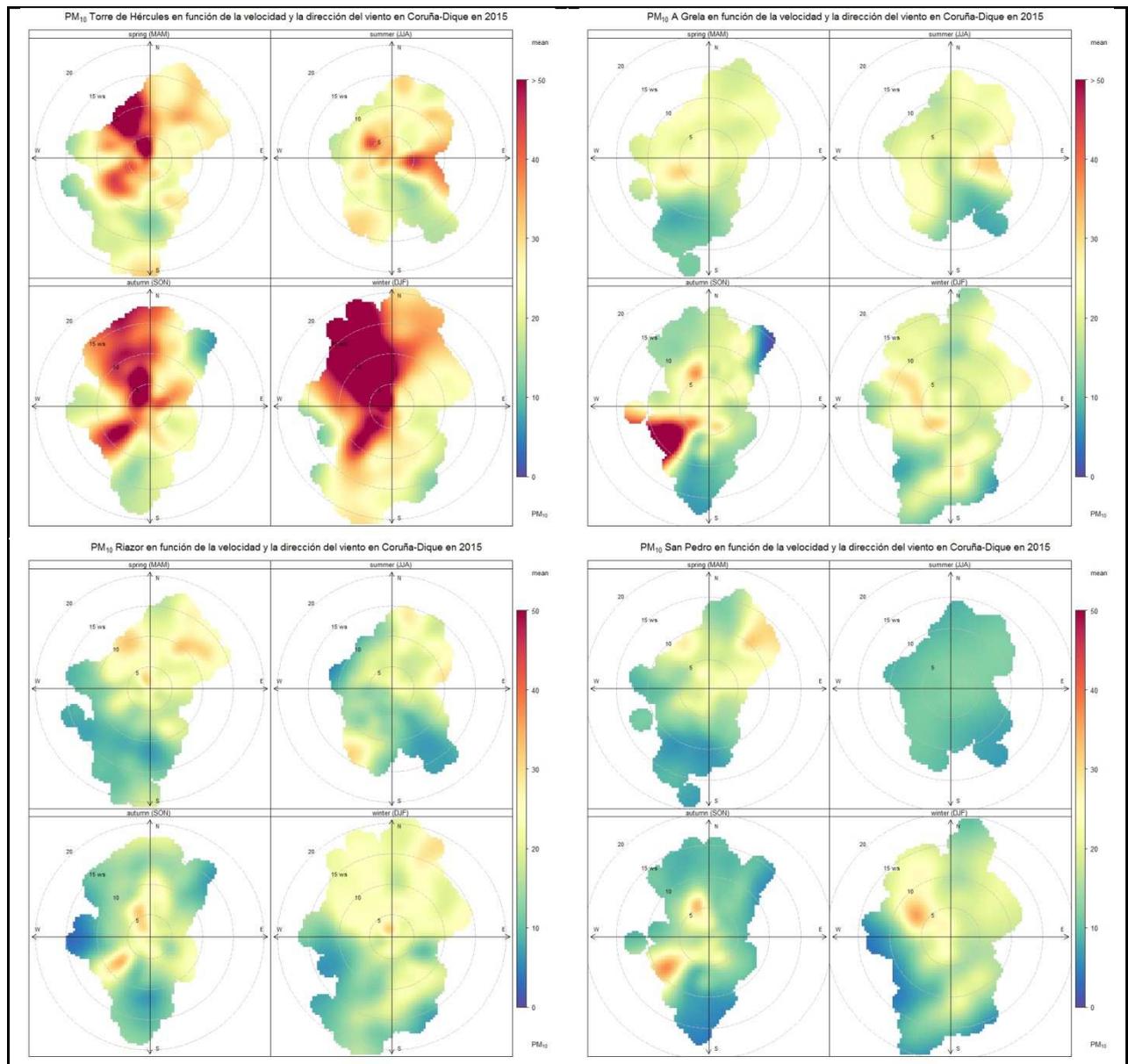


Imagen 22. Circulación del viento en A Coruña.

Si tenemos en cuenta la dirección del viento en 2015 tomada en la estación meteorológica de MeteoGalicia situada en Coruña-Dique, podemos representar en la Gráfica 27 la concentración de PM₁₀ durante las distintas estaciones del año con respecto a la dirección y la intensidad del viento en las cuatro estaciones de calidad del aire de A Coruña, Torre de Hércules, A Grela, Riazor y San Pedro, por este orden. Los datos se obtuvieron de las Tablas A , B, C y D del Anexo I.



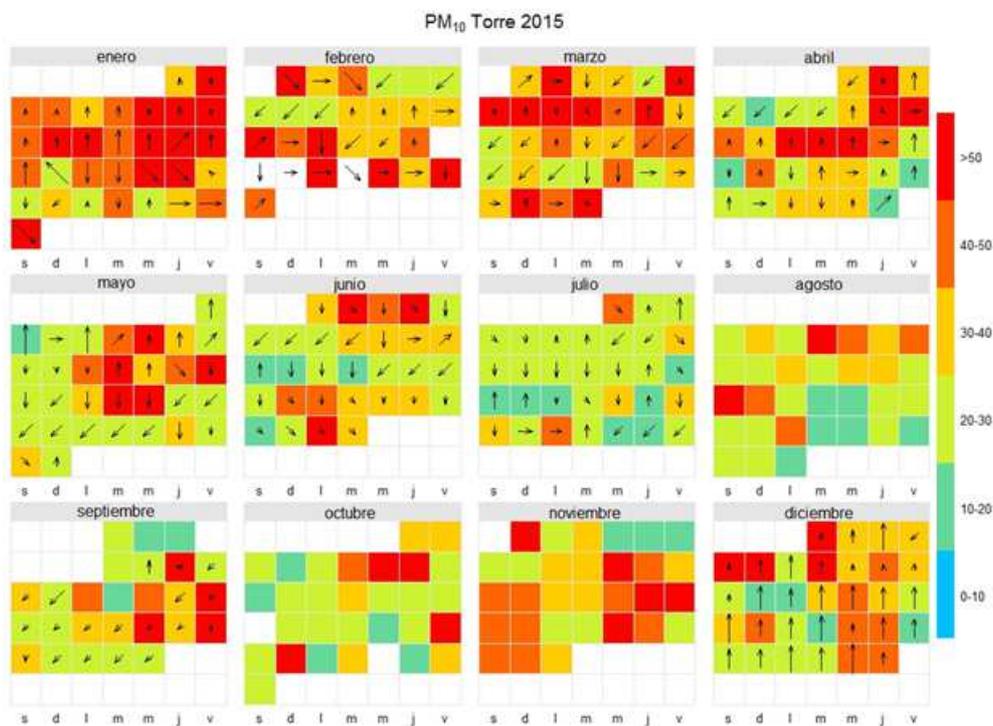
Gráfica 27. Concentración de PM_{10} segregada por estación del año en las estaciones de calidad del aire de A Coruña Torre de Hércules, A Grela, Riazor y San Pedro durante 2015 en función de la dirección y la intensidad del viento en Coruña-Dique.

Vemos que en tres de las cuatro estaciones de calidad del aire (A Grela, Riazor y San Pedro), las mayores concentraciones de PM_{10} se registran con vientos del SW en otoño. Sin embargo, en Torre encontramos las concentraciones más elevadas con dirección del viento NW, sobre todo en invierno, pero también en primavera y otoño. En el resto de estaciones también se aprecian incrementos de concentraciones de PM_{10} en invierno en con vientos dirección NW, pero de manera mucho menos acusada que en Torre. Si volvemos a la Imagen 2 teníamos que esta es la dirección en la que se encuentra el mar y que en el caso de la estación Torre de Hércules, es lo único que hay en esa dirección. Además, esta es la dirección del viento en la que entran las borrascas atlánticas.



Dada la particular localización de la estación Torre de Hércules, vemos que también cuando recibe vientos de componente S-SW, está recibiendo aporte directamente del mar. Esta situación se representa en la Gráfica 28, donde vemos en rojo los días del año en que se produjeron superaciones del VLD de PM₁₀ y la dirección del viento asociada. En esta gráfica observamos también que no hay datos de dirección de viento en Coruña-Dique los meses de agosto, octubre y noviembre, lo cual también afecta a los resultados de la Gráfica 27. Los datos se obtuvieron de las Tablas A y D del Anexo I.

Vemos también la predominancia de los vientos de componente sur durante la primavera, el verano y el invierno de 2015. Cuando la componente es Sur y sobre todo SW, también se registran valores elevados de concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules, tal y como podemos ver en la Gráfica 27.



Gráfica 28. Concentración media diaria de PM₁₀ medida en Torre de Hércules representada en rojo cuando es superior al VLD y dirección del viento en la estación Coruña-Dique durante 2015.

9.3. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE PM₁₀ Y DE SAL MARINA CON RESPECTO A LA ALTURA DE LAS OLAS Y LA INTENSIDAD DEL VIENTO (EVENTOS METEOROLÓGICOS)

El Departamento de Predicción Numérica de MeteoGalicia, perteneciente a la Subdirección de Meteorología y Cambio Climático de la Xunta de Galicia, realizó un estudio del efecto conjunto de la agitación marina por las olas y la producción de espuma marina debida al descrestamiento de las olas por vientos intensos. El estudio completo se muestra como Anexo I en el informe “PM₁₀ y PM_{2,5} en A Coruña en 2014 y la influencia del aerosol marino. Superaciones del VLD en la estación 15030027-Torre de Hércules (A Coruña). Año 2014.”

Se encontró que los registros elevados de concentraciones de PM₁₀ en la estación de calidad del aire de Torre de Hércules tienen una correlación casi nula con la velocidad del viento. Pero sustituyendo la intensidad del viento por

oleaje, se observó que casi todos los casos de superación del VL diario de PM₁₀ corresponden a oleajes de más de 3 m de altura y que la correlación de los valores de PM₁₀ con la altura significativa de las olas es relevante (0.56 para PM₁₀ y 0.50 para PM_{2,5}), ya que a valores más altos de Hs (altura de la ola), se registran valores más elevados de material particulado.

Teniendo en cuenta estas conclusiones, realizamos el análisis de los datos de 2015 comparando los datos de concentración de PM₁₀ y concentración de sal marina obtenidos en torre de Hércules cada día de 2015 con los eventos meteorológicos asociados a la racha de viento y a la altura de las olas.

En la página web de MeteoGalicia, www.meteogalicia.es, podemos consultar los umbrales y niveles de aviso establecidos para los eventos meteorológicos. Detallamos en la Tabla 10 los correspondientes a la altura de las olas y la velocidad del viento. La definición de niveles es la siguiente:

Nivel amarillo: No existe riesgo meteorológico para la población en general, solo para alguna actividad concreta (fenómenos meteorológicos habituales pero potencialmente peligrosos).

Nivel naranja: Existe un riesgo meteorológico importante (fenómenos meteorológicos no habituales).

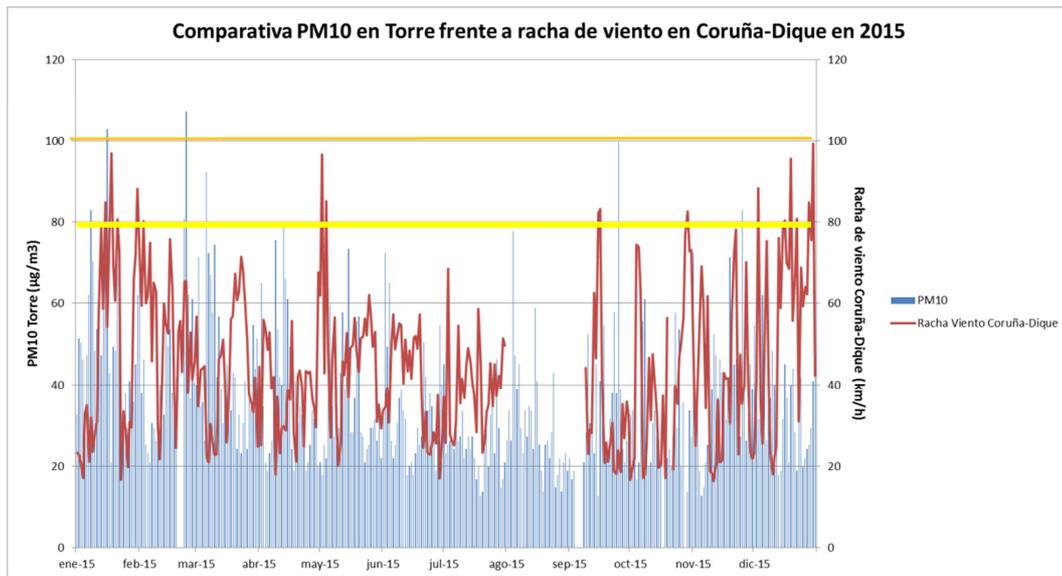
Nivel rojo: El riesgo meteorológico es extremo (fenómenos meteorológicos no habituales de intensidad excepcional).

Tabla 10. Umbrales y niveles de aviso para altura de las olas y velocidad del viento, según MeteoGalicia.

	Aviso nivel amarillo	Aviso nivel naranja	Aviso nivel rojo
Olas (m)	>4	>5	>8
Viento (km/h)	80	100	140

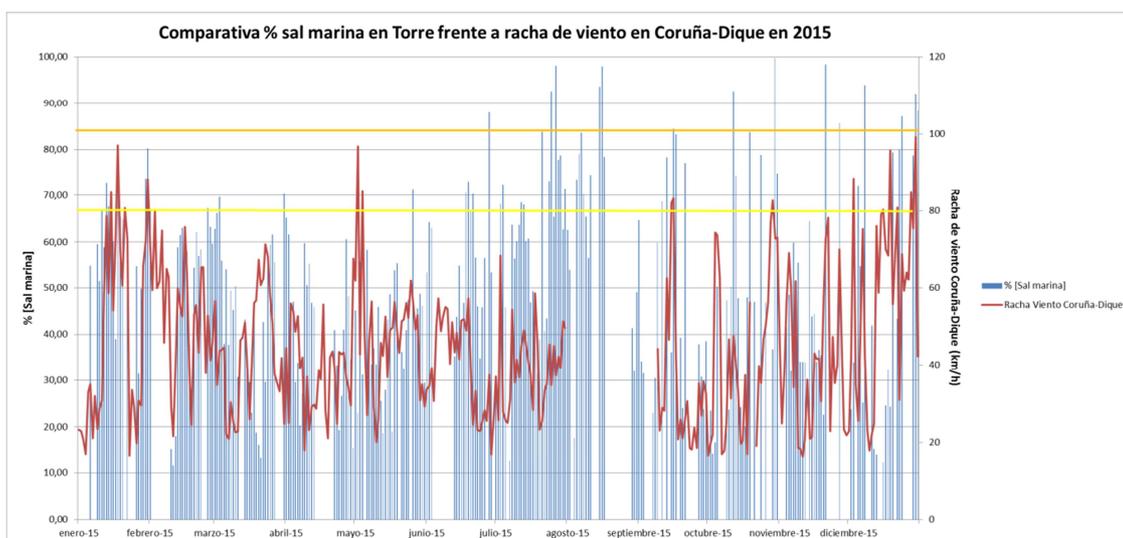
En las Tablas A, B y C del anexo I de este informe se muestran los datos de concentración de PM₁₀ y PM_{2,5}, en µg/m³ obtenidos con el analizador automático durante el año 2015 en la estaciones de Torre de Hércules y la concentración de sal marina medida en cada día en que se obtuvo un filtro válido. Además, en la Tabla D se muestran los datos de altura media diaria de las olas y altura máxima horaria diaria de las olas, ambas en metros, obtenidas en las boyas de MeteoGalicia en Estaca de Bares y Punta Langosteira. Por último, se muestran los datos de racha máxima de viento, en km/h, medidos en la estación meteorológica de Coruña Dique, también de MeteoGalicia.

Tanto en las Tablas A, B, C y D, como en la Gráfica 29 vemos que no parece haber una relación directa entre la racha diaria del viento (máximo diario) obtenida en la estación de Coruña-Dique y la concentración diaria de PM₁₀ obtenida en la estación de Torre. Se marca en amarillo la línea que define las rachas de viento superiores a 80 Km/h, correspondientes al aviso amarillo y en naranja las superiores a 100 km/h, correspondientes al aviso naranja. En todo el 2015 no se ha medido ninguna racha de viento superior a 140 km/h, correspondiente al aviso rojo. De hecho, vemos que muy pocas de las superaciones del VLD se dan cuando se sobrepasan los valores del umbral de aviso de nivel amarillo, en la mayoría de las ocasiones la racha de viento es inferior a 80 km/h.



Gráfica 29. Serie temporal de la evolución de las concentraciones de PM_{10} en Torre, en $\mu g/m^3$, (eje izquierdo) y de la racha de viento en Coruña-Dique, en km/h (eje derecho) durante 2015. En amarillo el umbral de aviso amarillo y en naranja el umbral de aviso naranja por viento

Si repetimos el análisis teniendo en cuenta el porcentaje de sal marina obtenida en la fracción PM_{10} de la materia particulada, obtenemos el mismo resultado, ya que no se observa relación entre los días en que el porcentaje de sal marina en la fracción PM_{10} en la estación Torre de Hércules es mayor con los días en que la racha de viento alcanza los umbrales de aviso de nivel amarillo, como podemos ver tanto en las Tablas A y D del Anexo I como en la Gráfica 30.

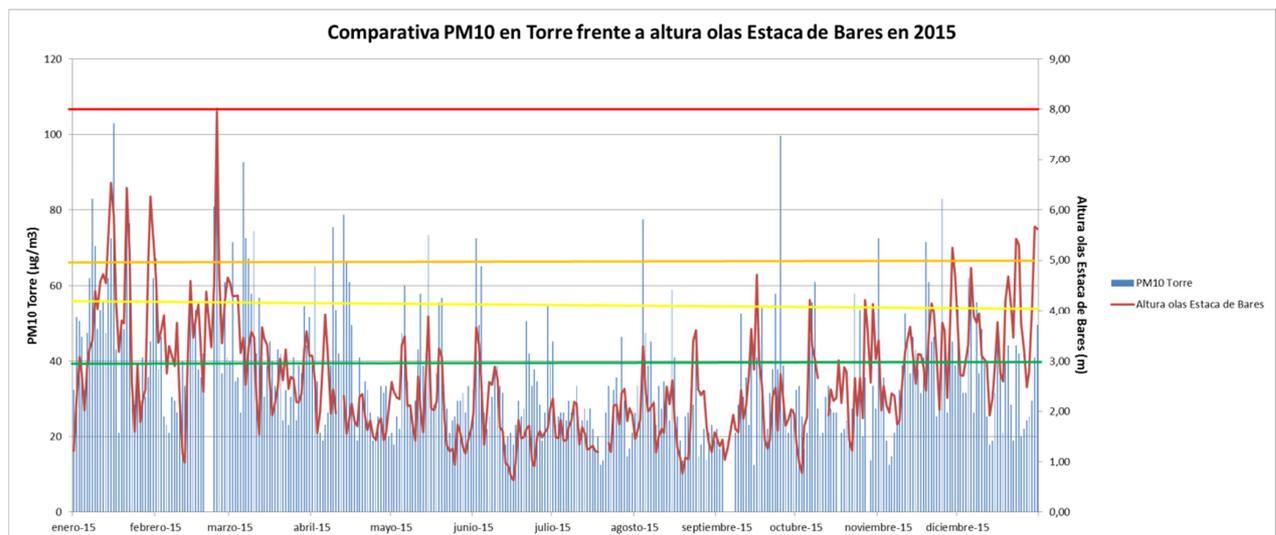


Gráfica 30. Serie temporal de la evolución del porcentaje de sal marina presente en la fracción PM_{10} de la materia particulada en Torre, en $\mu g/m^3$, (eje izquierdo) y de la racha de viento en Coruña-Dique, en km/h (eje derecho) durante 2015. En amarillo el umbral de aviso amarillo y en naranja el umbral de aviso naranja por viento



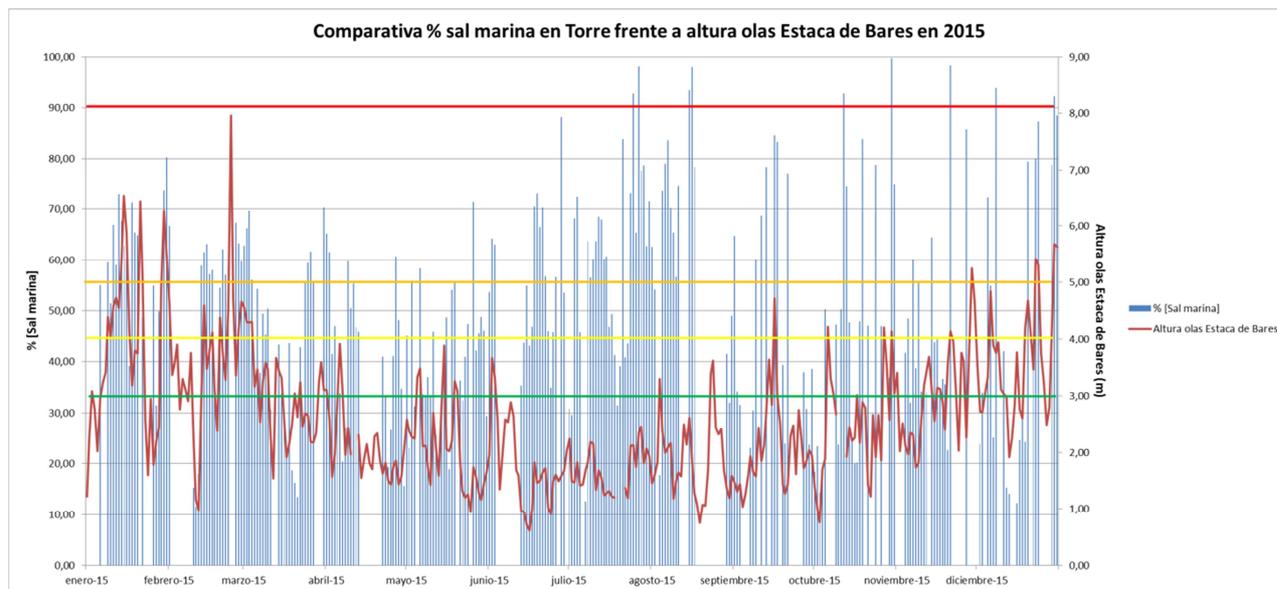
En la Tabla D del anexo I se muestran también los datos de altura de la ola obtenidos en las boyas de Punta Langosteira y Estaca de Bares. En ambos casos se muestra el máximo diario y la media diaria. Vemos que los valores obtenidos en ambas boyas son muy similares. Tomamos los datos de la Boya de Estaca de Bares porque presentan una mayor cobertura temporal.

Si repetimos el análisis de las Gráficas 29 y 30, pero teniendo en cuenta la altura de las olas en vez de la racha de viento, vemos tanto en las Tablas A y D como en las Gráficas 31 y 32, que en este caso sí que existe relación y que cuando tenemos alturas de ola elevadas, tenemos aumentos en la concentración de PM_{10} y en el porcentaje de sal marina encontrado en la fracción PM_{10} en la estación Torre de Hércules. Se dibuja en verde la línea que marca la altura de las olas superior a 3 m, en amarillo superior a 4 m, correspondiente con el aviso amarillo, en naranja de más de 5 m correspondiente con el aviso naranja y en rojo de más de 8 m, correspondiente con el aviso rojo. Observamos que en ambas se puede apreciar que los aumentos de la altura de las olas, sobre todo en los casos en que superan los 3 m de altura, conllevan un incremento de la concentración de las partículas PM_{10} y en el porcentaje de sal marina en PM_{10} . Estos resultados son los mismos que se encontraron en el análisis preliminar realizado por el Departamento de Predicción Numérica de MeteoGalicia.



Gráfica 31. Serie temporal de la evolución de las concentraciones de PM_{10} en Torre, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, (eje izquierdo) y de la altura significativa de las olas, en m, en la boya de Estaca de Bares (eje derecho) durante 2015. En verde las olas de más de 3 m, amarillo el umbral de aviso amarillo, en naranja el umbral de aviso naranja y en rojo el umbral de aviso rojo por altura de las olas

Es destacable que el día 24/02/2015 se registró la concentración máxima de PM_{10} en la estación Torre de Hércules, alcanzando una media diaria de $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la altura de las olas, de tanto en la boya de Estaca de Bares como en la de Punta Langosteira, con 8.4 y 10 m de altura para la máxima horaria del día, se correspondía en ambos casos con un aviso de nivel rojo.

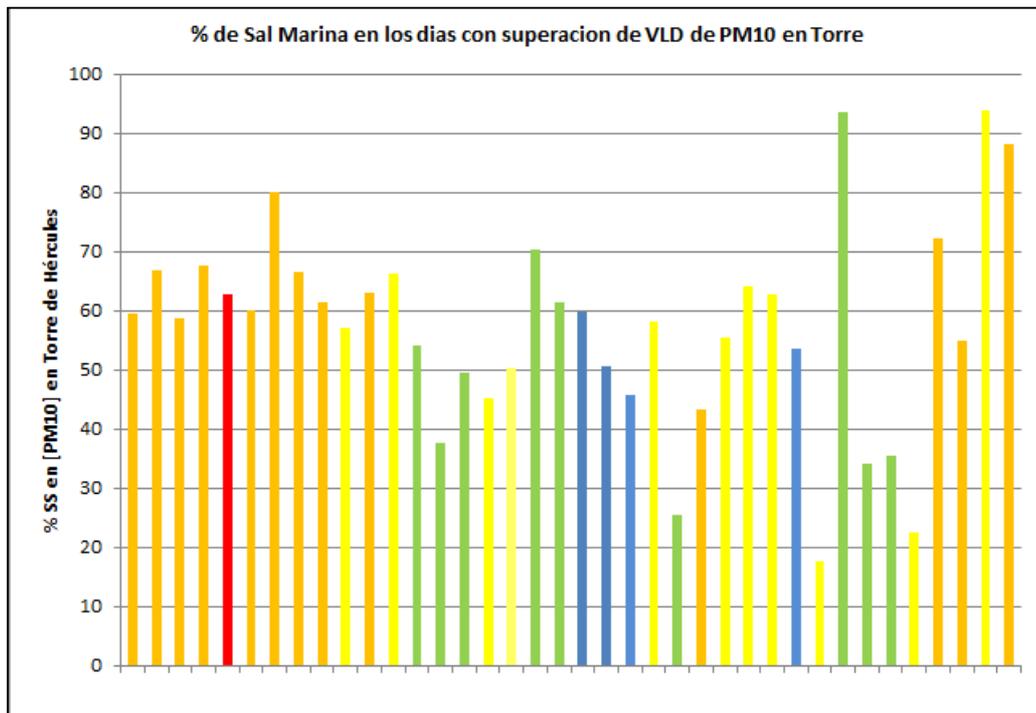


Gráfica 32. Serie temporal de la evolución del porcentaje de sal marina en las concentraciones de PM₁₀ en Torre, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, (eje izquierdo) y de la altura significativa de las olas, en m, en la boya de estaca de Bares (eje derecho) durante 2015. En verde las olas de más de 3 m, amarillo el umbral de aviso amarillo, en naranja el umbral de aviso naranja y en rojo el umbral de aviso rojo por altura de las olas

Realizamos una representación gráfica más con los datos de la Tabla A del anexo I, empleando el porcentaje de sal marina presente en la fracción PM₁₀ de la materia particulada en la estación de Torre los días en que hubo superación del VLD en 2015 en la Gráfica 33. Vemos que en la mayoría de los días analizados, la concentración de sal marina en los filtros supera el 40%, llegando al 70% en varias ocasiones e incluso al 90%. Las barras se colorean según la altura máxima horaria de las olas alcanzada ese día en la boya de Estaca de Bares (se utilizan los datos de esta boya porque la serie de datos es completa en el período estudiado).

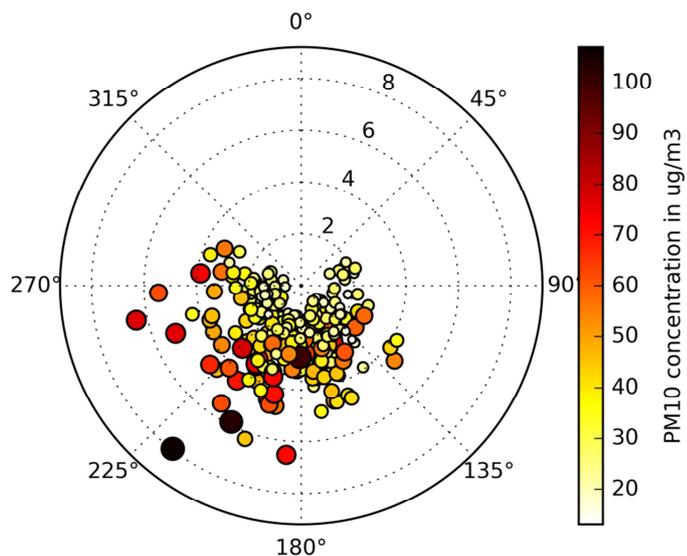
En azul se representan los máximos de altura inferior a 3 m, en verde superior a 3 m, en amarillo superior a 4 m, en naranja superior a 5 m y en rojo superior a 8m, correspondiendo con los distintos niveles de aviso por riesgo meteorológico establecidos por MeteoGalicia. Vemos que a lo largo de casi todo el período analizado, las alturas de ola superaron los tres metros, lo que se corresponde con elevados porcentajes de sal marina presentes en los filtros de PM₁₀ obtenidos en la estación Torre de Hércules.

Si adicionalmente en el análisis incluimos añadimos la dirección del viento, observamos en la Gráfica 34, que, en general, las superaciones del VLD de PM₁₀, destacadas en círculos grandes, se producen con vientos de componente W, es decir, de origen marino en la localización de la estación, a la vez que se están produciendo alturas de ola superiores a los 3 m.

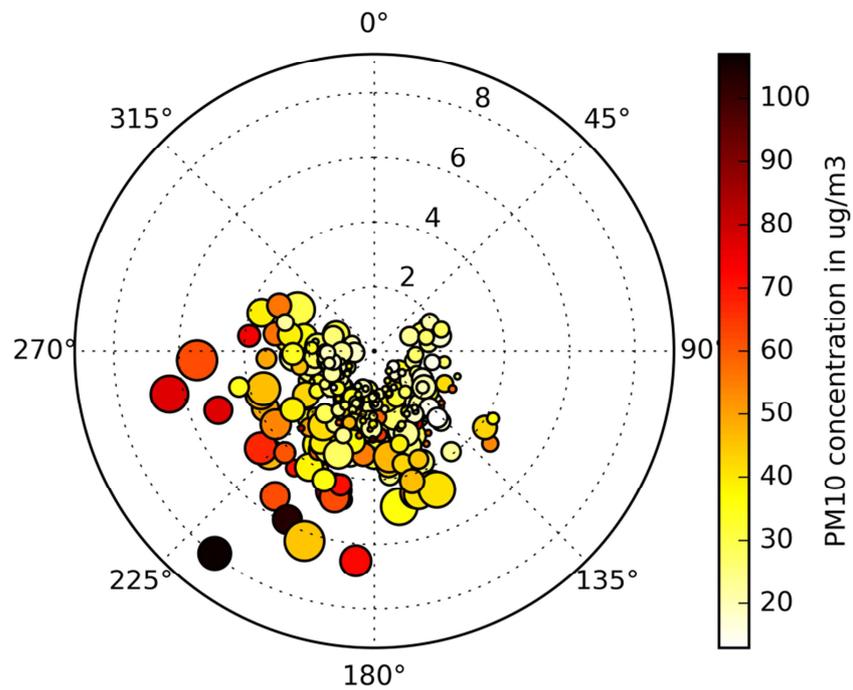


Gráfica 33. Concentraciones de sal marina, expresada en porcentaje, obtenidas en los filtros de PM_{10} de la estación Torre de Hércules en los días en que se superó el VLD. En azul los máximos de altura de las olas inferiores a 3 m, en verde $>3\text{m}$, en amarillo $>4\text{m}$, en naranja $>5\text{m}$ y en rojo $>8\text{m}$, registradas en la boya de Estaca de Bares.

Podemos introducir una variable más en la Gráfica 34, la velocidad del viento, representada en el grosor del punto. Observamos ahora en la Gráfica 35 que las concentraciones más elevadas de PM_{10} , representadas por los colores más oscuros, se producen con vientos de componente W, es decir, de origen marino en la localización de la estación, a la vez que se están produciendo alturas de ola superiores a los 3 m.



Gráfica 34. Concentración de PM_{10} (en colores) en coordenadas polares: altura de las olas (distancia al centro) y dirección del viento (ángulo), en 2015.



Gráfica 35. Concentración de PM₁₀ (en colores) en coordenadas polares: altura de las olas (distancia al centro, dirección del viento (ángulo) y velocidad del viento (grosor del punto), en 2015.

El estudio inicial concluía que, a la vista de todo lo anterior, la atribución de las elevadas concentraciones de PM₁₀ durante el primer trimestre de 2014 al efecto combinado de las olas y los vientos de origen marino resulta razonable. El análisis realizado con los datos obtenidos en 2015 nos proporciona la misma conclusión.



10. APLICACIÓN DE LOS DESCUENTOS CORRESPONDIENTES A APORTES DE FUENTES NATURALES A LA CONCENTRACIÓN DE PM₁₀

10.1. APLICACIÓN DEL DESCUENTO CORRESPONDIENTE AL APORTE DE SAL MARINA A LA CONCENTRACIÓN DE PM₁₀.

Una vez realizados los análisis de datos anteriores, concluimos que las premisas del documento de trabajo de la comisión de 15/02/2011 son aplicables, por lo que procedemos a realizar los descuentos correspondientes a la concentración de sal marina a la concentración de PM₁₀ obtenida en la estación Torre de Hércules, de la zona ES1219 durante el año 2015. Para ello, teniendo en cuenta la concentración de sodio, en µg/m³, obtenida para ese día concreto, se calcula la concentración de sal marina en PM₁₀ según la siguiente fórmula y finalmente se resta esta de la concentración de PM₁₀, como se muestra en las Tablas A, B y C del Anexo I a este informe:

$$[\text{sal marina}] = \frac{100}{30,6} \cdot [\text{Na}^+] = 3,27 \cdot [\text{Na}^+]$$

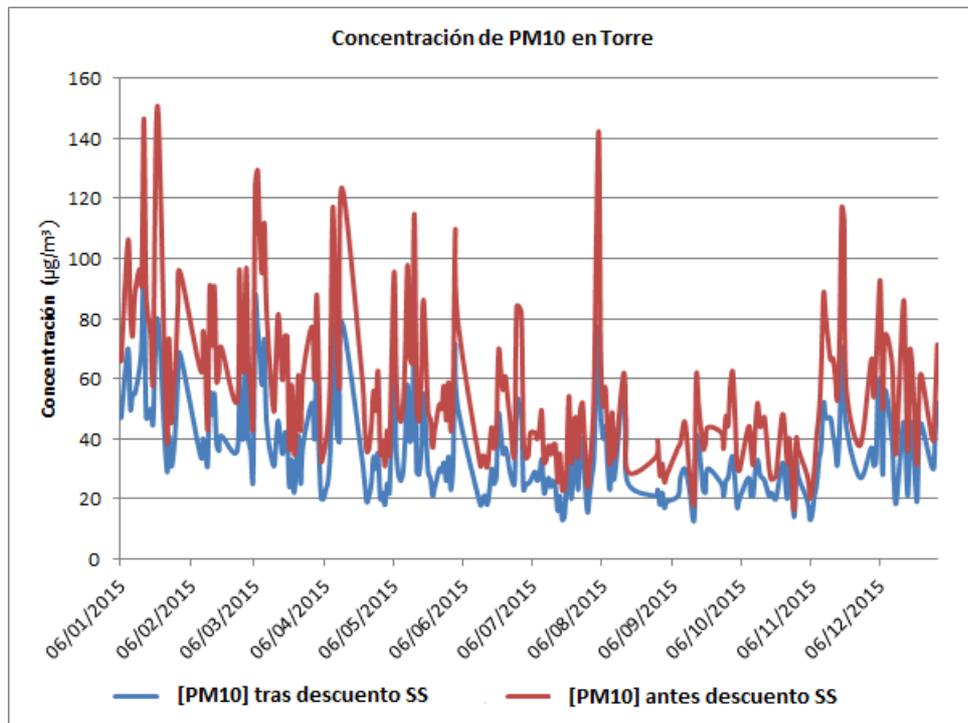
En la Tabla 11 se muestran los estadísticos de la concentración de PM₁₀ en las estaciones de Torre y Riazaor, obtenidos con los datos de las Tablas A, B y C del anexo I de este informes, realizados antes y después del descuento de la concentración de PM₁₀ correspondiente a la sal marina. Vemos que, si bien en el caso de torre los estadísticos varían considerablemente, en el caso de Riazaor la diferencia es menos significativa. El motivo es que la fracción PM₁₀ correspondiente a la sal marina en el PM₁₀ de Riazaor es mucho menos que en el PM₁₀ de Torre de Hércules, ya que la primera se encuentra mucho menos influenciada por el aerosol marino.

Tabla 11. Estadístico de PM₁₀ en Torre de Hércules y Riazaor, antes y después de la aplicación del descuento correspondiente a la sal marina en la fracción PM₁₀ de la materia particulada.

	Torre		Riazaor	
	PM ₁₀ Torre	PM ₁₀ sin sal	PM ₁₀	PM ₁₀ sin sal
n°>50	63	27	4	4
Promedio	37	26	23	21
Max	105	105	62	62
Min	13	2	6	1
Nº Datos PM₁₀	355		365	
Nº Datos SS	257		168	
Desv Est	16	16	9	10
p25	25	15	16	13
p50	33	22	21	19
p75	45	33	28	26
p95	70	56	40	38
p90,4	60	47	34	33
p98	79	66	44	43
p99,9	104	103	59	59

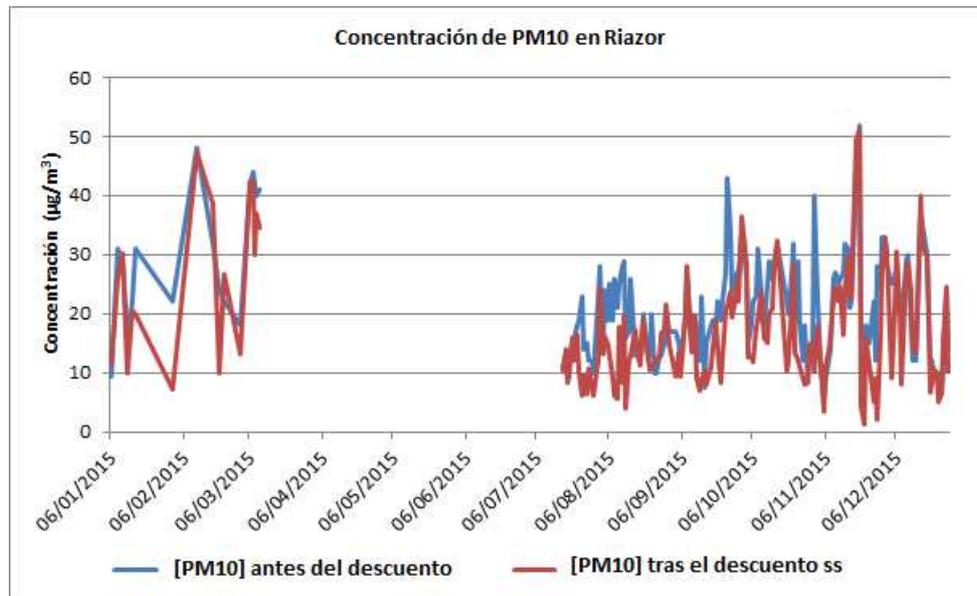


En la Gráfica 36, se representa la concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules antes y una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina. Los datos se obtuvieron de la Tabla A del Anexo I de este informe. Podemos observar que la concentración de PM₁₀ disminuye de manera considerable, pues la concentración de sal marina se corresponde con un importante porcentaje del total del PM₁₀ en esta estación a lo largo de todo el año.



Gráfica 36. Concentración de PM₁₀ total (en rojo) y una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina (en azul) en Torre de Hércules, en 2015.

En la Gráfica 37 realizamos la misma representación con los datos obtenidos en 2015 en Riazaor con los datos de la Tabla C del anexo de este informe. Hay menos datos que en el caso de Torre de Hércules, pero, en todo caso son suficientes para permitirnos apreciar que la disminución de la concentración de PM₁₀ tras aplicar el descuento correspondiente a la concentración de sal marina no es tan acusado como en el caso anterior. Un vez más, vemos que el efecto de la sal marina decae muy rápidamente con la distancia al mar.



Gráfica 37. Concentración de PM_{10} total (en azul) y una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina (en rojo) en Torre de Hércules, en 2015.

Aplicamos la metodología de descuentos tal y como nos indica el documento de trabajo de la comisión de 15/02/2011 únicamente en las fechas en las que hubo superación del VLD. Buscamos los días del periodo muestreado en los que hubo superación del VLD de PM_{10} en la Tabla A del Anexo I a este informe en la estación Torre de Hércules. Tenemos los datos de la concentración de PM_{10} de esos días y los datos de la concentración de sal marina analizada en los filtros muestreados. En la Tabla 12, restamos ambas para comprobar si, una vez que se ha descontado el aporte correspondiente al aerosol marino, continúa existiendo una superación del VLD de PM_{10} o si, por el contrario, aún eliminando esta contribución persiste la superación del VLD. Esto último nos indicaría que la superación no se debe al aerosol marino, sino que existe otra fuente de PM_{10} que no se ha determinado.

Tabla 12. Concentración de PM₁₀, obtenida en la estación Torre de Hércules, concentración de sodio, concentración de sal marina y concentración de PM₁₀ tras el descuento, todo ello en µg/m³.

Fecha	PM10 (µg/m ³)	Na (µg/m ³)	[SS] (µg/m ³)	PM10-SS (µg/m ³)	Fecha	PM10 (µg/m ³)	Na (µg/m ³)	[SS] (µg/m ³)	PM10-SS (µg/m ³)
02/01/2015	51			51	15/04/2015	64			64
07/01/2015	62			62	06/05/2015	61	8,21	26,85	34
08/01/2015	80			80	12/05/2015	58	5,55	18,15	40
09/01/2015	71	10,37	33,90	37	15/05/2015	74	10,18	33,29	41
11/01/2015	55	10,99	35,95	19	19/05/2015	55	7,3	23,87	31
12/01/2015	55	6,72	21,97	33	20/05/2015	58			58
14/01/2015	63	9,06	29,63	33	02/06/2015	71	10,02	32,77	38
15/01/2015	71	15,56	50,87	20	03/06/2015	51	6,74	22,04	29
16/01/2015	101	16,95	55,43	46	04/06/2015	65			65
21/01/2015	77			77	29/06/2015	53	6,71	21,94	31
22/01/2015	80	2,83	9,24	71	04/08/2015	77	3,57	11,67	65
31/01/2015	61	11,31	36,98	24	15/08/2015	58	16,60	54,28	4
01/02/2015	68	12,45	40,73	27	10/09/2015	54			54
14/02/2015	55	5,92	19,36	36	18/09/2015	55			55
16/02/2015	55	5,88	19,21	36	23/09/2015	58			58
24/02/2015	105			105	25/09/2015	100			100
25/02/2015	65			65	07/10/2015	56			56
27/02/2015	63	9,08	29,71	33	08/10/2015	62			62
02/03/2015	67	11,34	37,09	30	23/10/2015	56			56
06/03/2015	87	15,10	49,36	38	25/10/2015	54			54
07/03/2015	77	7,50	24,54	52	01/11/2015	73			73
08/03/2015	67	8,32	27,20	40	11/11/2015	52	4,79	15,66	36
09/03/2015	58	6,37	20,84	37	19/11/2015	70	7,05	23,05	47
10/03/2015	73	10,49	34,29	39	20/11/2015	63	4,15	13,57	49
12/03/2015	56			56	25/11/2015	81			81
29/03/2015	55			55	26/11/2015	51			51
31/03/2015	52	8,17	26,72	25	01/12/2015	55			55
02/04/2015	64	12,24	40,02	24	05/12/2015	59	11,26	36,82	22
09/04/2015	78	12,24	40,02	38	06/12/2015	60	8,73	28,55	31
10/04/2015	54	3,71	12,13	42	08/12/2015	56	11,50	37,61	18
13/04/2015	79	10,52	34,40	45	31/12/2015	52	10,00	32,70	19
14/04/2015	66			66					

En la estación Torre de Hércules se registraron 63 superaciones del VLD de PM₁₀ durante 2015. Sólo en 39 de esas 63 ocasiones contamos con resultado de concentración de sodio en filtros donde se mide la fracción PM₁₀ de la materia particulada con la que podemos calcular la concentración de sal marina correspondiente en ese filtro. Realizando los 39 descuentos, nos encontramos que deja de haber superaciones del VLD en 36 ocasiones, por lo que el número de superaciones del VLD queda en 27, siendo este número inferior a las 35 ocasiones permitidas por la Directiva 2008/50/CE.

10.2. APLICACIÓN DEL DESCUENTO CORRESPONDIENTE AL APORTE DE POLVO SAHARIANO A LA CONCENTRACIÓN DE PM₁₀.

El estudio de episodios de intrusiones africanas y de incendios forestales se detalla en el informe "Episodios Naturales de Partículas 2015" y "Resumen final de Episodios Naturales 2015" y "Tabla de Episodios 2015" cuyos datos son propiedad de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Agricultura (MAGRAMA), Medio Ambiente y Alimentación, suministrados como fruto del "Convenio de colaboración para el



estudio y evaluación de la contaminación atmosférica por material particulado en suspensión en España entre el MAGRAMA y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas” que están disponibles en la página web <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/gestion/anuales.aspx>.



Imagen 23. Imagen satélite facilitada por el satélite MODIS NASA, mostrando el polvo africano sobre la Península Ibérica.

El MAGRAMA es el encargado de proporcionar a las comunidades autónomas el valor de los descuentos aplicables a las intrusiones de masas de polvo sahariano cada día en los que se produce una superación del VLD. Los valores de PM₁₀ en Torre de Hércules, antes y después de la aplicación del descuento correspondiente al aporte de polvo sahariano se relacionan en la Tabla 13.

Tabla 13. Concentración media diaria de PM₁₀, en µg/m³, antes y después de la aplicación del descuento correspondiente al aporte de polvo sahariano para la estación Torre de Hércules en 2015.

Fecha	Valor inicial	Valor tras descuento
12/03/2015	54	38
13/04/2015	75	46
14/04/2015	63	35
15/04/2015	58	52
12/05/2015	55	51
19/11/2015	68	46
20/11/2015	58	54
05/12/2015	59	47
06/12/2015	57	51

Según esto, los días 12/03/2015 y 14/04/2015, deja de haber superación del VLD tras aplicar el descuento correspondiente a otra fuente natural, el polvo sahariano. A los días 13/04, 15/04, 12/05, 19/11, 20/11, 05/12 y 06/12



se les puede aplicar tanto el descuento correspondiente al polvo sahariano como al aerosol marino, pero ya tenían valores por debajo del VLD una vez descontado el aerosol marino. El 15/04 una vez aplicado el descuento del polvo sahariano, sigue superando el VLD. Teniendo esto en cuenta, rehacemos la Tabla 11 y calculamos los estadísticos de la Tabla 13.

Tabla 13. Estadístico de PM_{10} en Torre de Hércules, antes y después de la aplicación del descuento correspondiente a la sal marina y al polvo sahariano en la fracción PM_{10} de la materia particulada.

	PM₁₀ Torre
n^o>50	25
Promedio	25
Max	105
Min	2
N^o Datos	355
Desv Est	15
p25	15
p50	22
p75	32
p95	55
p90,4	46
p98	65
p99,9	103



11. DESCRIPCIÓN DE LOS EPISODIOS DE SUPERACIÓN DEL VALOR LÍMITE DIARIO DE PM₁₀ EN LA ESTACIÓN TORRE DE HÉRCULES EN 2015.

En este apartado se realiza una descripción de los episodios de superación del valor límite diario de PM₁₀ en la estación Torre de Hércules. Analizamos los casos en los que se detectó superación del VLD con el analizador automático, pero tenemos en cuenta también los datos obtenidos gravimétricamente y los datos de concentración de Na⁺ y sal marina tanto en PM₁₀ como en PM_{2,5} en las estaciones de Torre de Hércules y Riazor durante el periodo en el que se realizó el muestreo, entre el 01/01/2015-31/12/2015, que se muestran en las Tablas A, B y C del Anexo I. Para la descripción utilizamos también los datos altura de la ola y racha de viento de la Tabla D del Anexo I.

También utilizamos el estudio de episodios de intrusiones africanas y de incendios forestales según el informe “Episodios Naturales de Partículas 2015” y “Resumen final de Episodios Naturales 2015” y “Tabla de Episodios 2015” cuyos datos son propiedad de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Agricultura (MAGRAMA), Medio Ambiente y Alimentación, suministrados como fruto del “Convenio de colaboración para el estudio y evaluación de la contaminación atmosférica por material particulado en suspensión en España entre el MAGRAMA y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas” que están disponibles en la página web <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/gestion/anuales.aspx>.

En la descripción de los eventos se emplearon también otras herramientas, como el cálculo de retrotrayectorias de masas de aire. Para cada día en el que se superó el VLD de PM₁₀, establecido en 50 µg/m³, se calcularon las retrotrayectorias de las masas de aire con el modelo HYSPLIT de la NOAA (Draxler y Rolph, 2012, Rolph, 2012). A partir de las retrotrayectorias es posible determinar de forma aproximada el origen de las masas de aire que alcanzan una zona de estudio, especialmente cuando se produce el transporte a larga distancia. Las retrotrayectorias se calcularon tomando como punto de llegada la ciudad de A Coruña, a tres alturas sobre el nivel del mar (750 m, 1500 m y 2500 m), a las 12:00 horas de cada día y para 120 horas (5 días) anteriores al tiempo de llegada. También se utilizaron los mapas de concentración de aerosoles disponibles en internet, como

- NAAPS (<http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>)
- CALIOPE (<http://www.bsc.es/caliope/>)
- METOFFICE (<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/ssfxbra.html>)

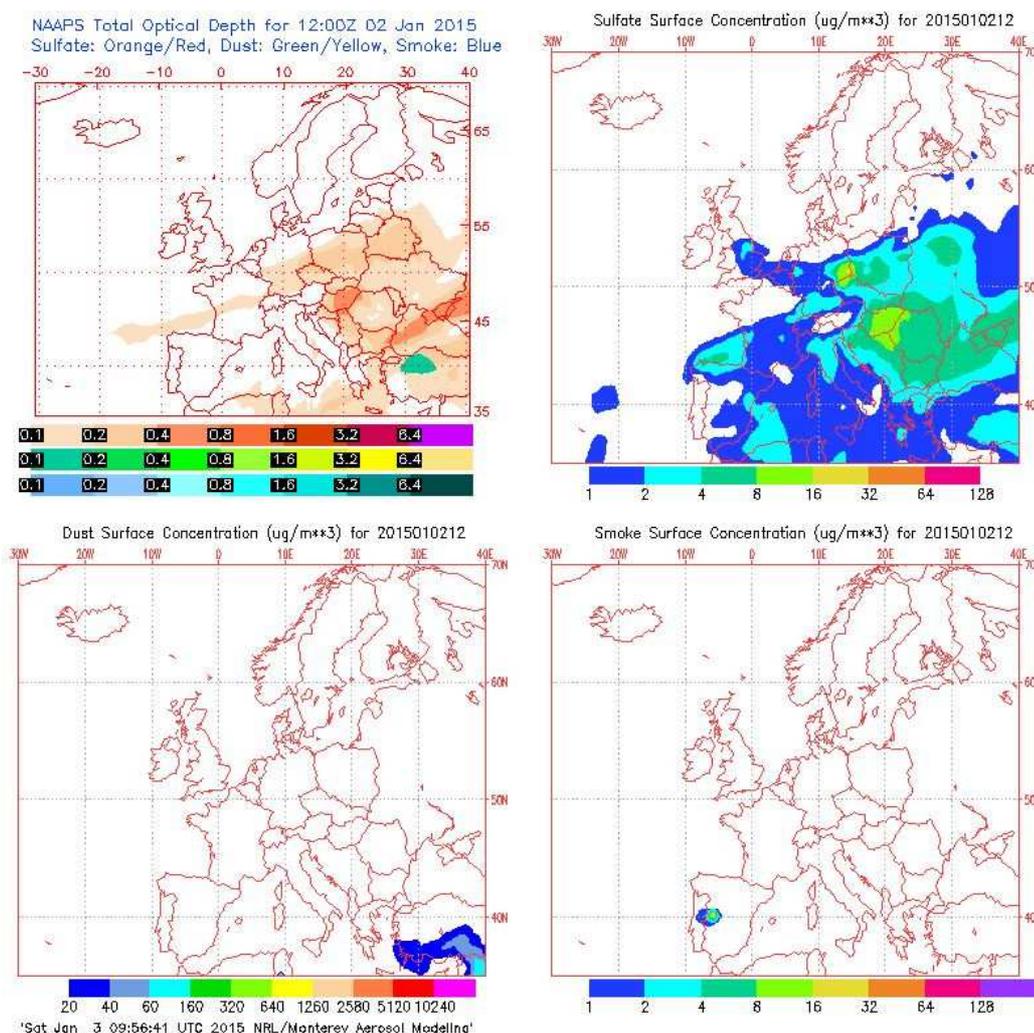


2 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 51 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 28 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 79 µg/m³, registrada con el analizador gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 43 µg/m³, registrada con el analizador automático, valor el cual no resulta ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,4 m y 2,23 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 22,93 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

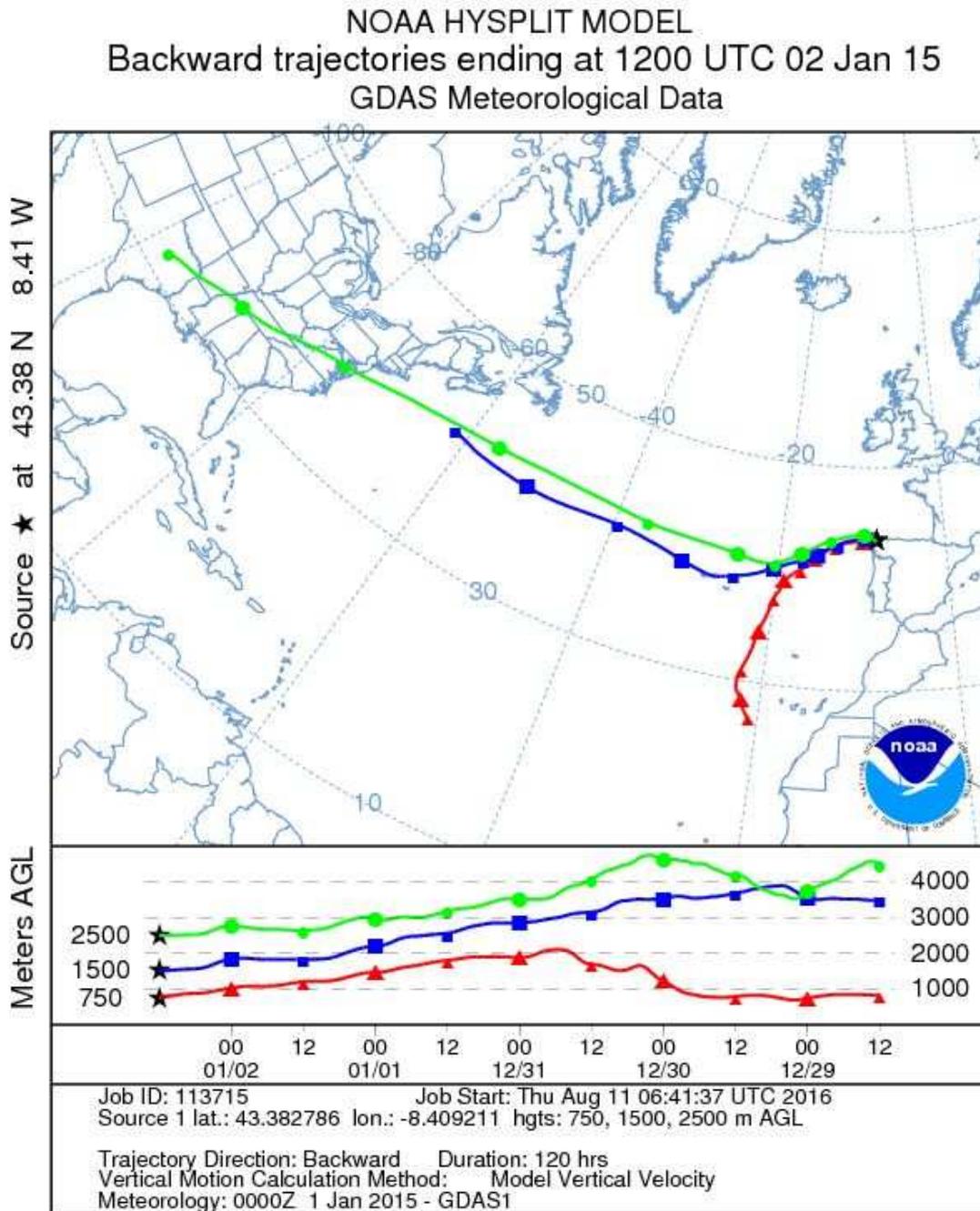
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 38. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 02/01/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias desde el interior del continente americano; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.



Gráfica 39. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 02/01/2015.

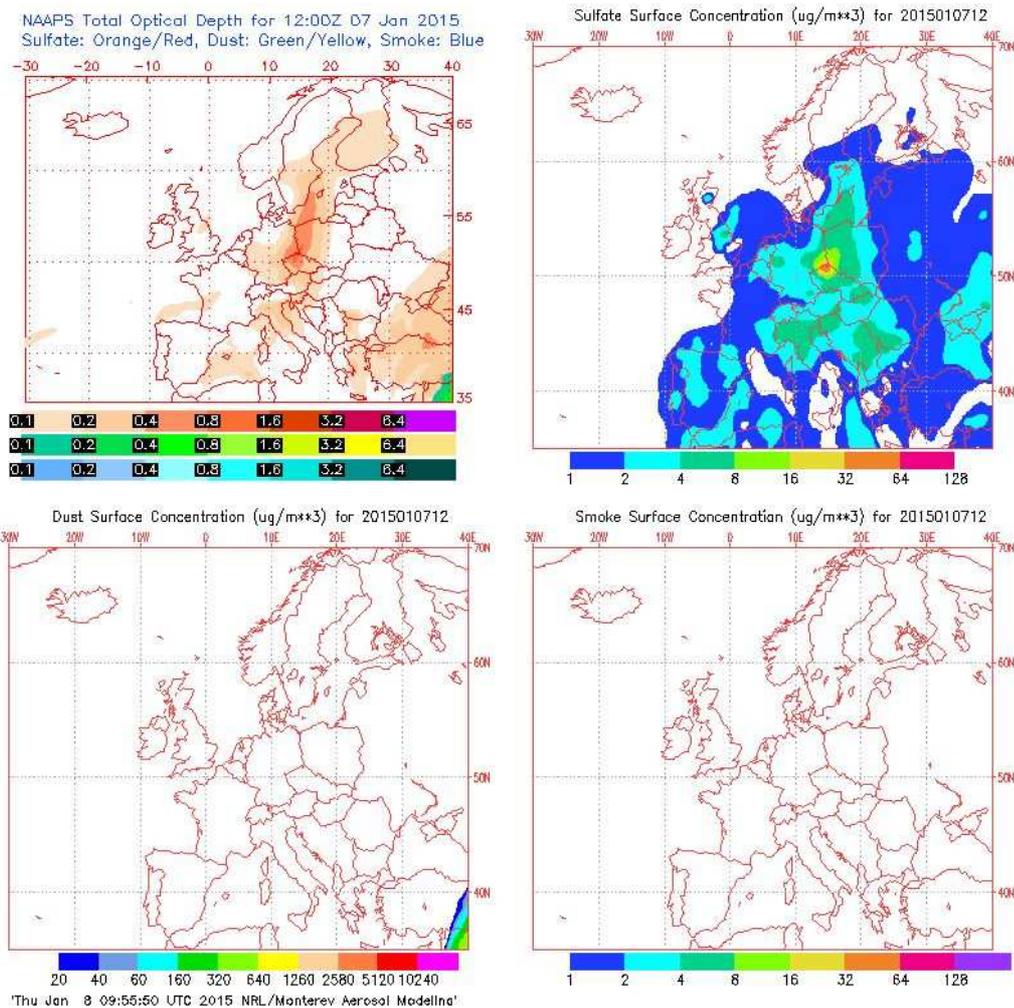


7 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 62 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 28 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 28 µg/m³, registrada con el analizador gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 9 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 44 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,2 m y 3,23 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 21,06 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

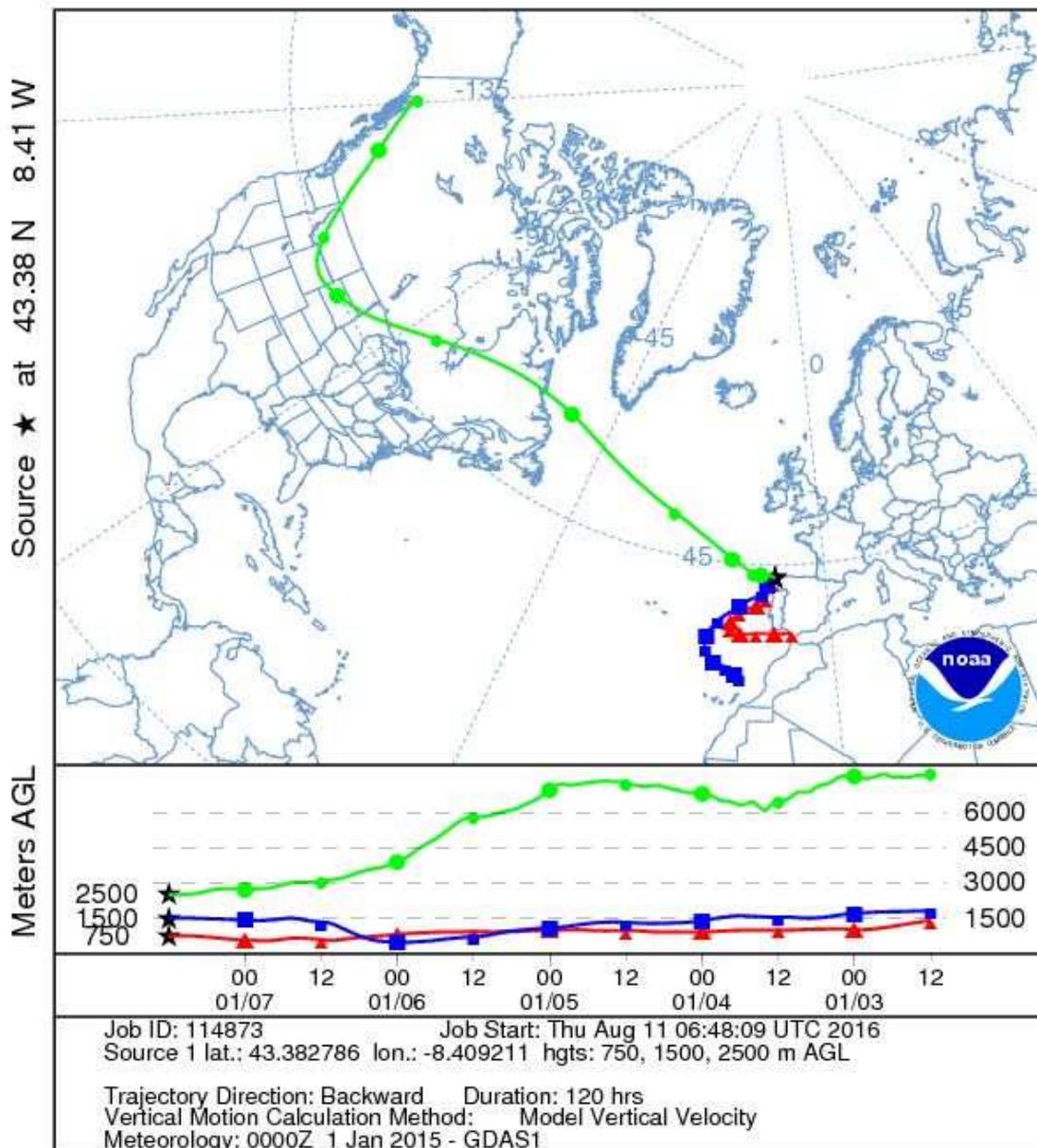


Gráfica 40. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 07/01/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de la costa del norte del continente americano; a 1500 m, procede de zonas limpias como es el caso del Océano Atlántico; y a 750 m, procede de la costa del sur de la Península Ibérica.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 07 Jan 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 41. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 07/01/2015.

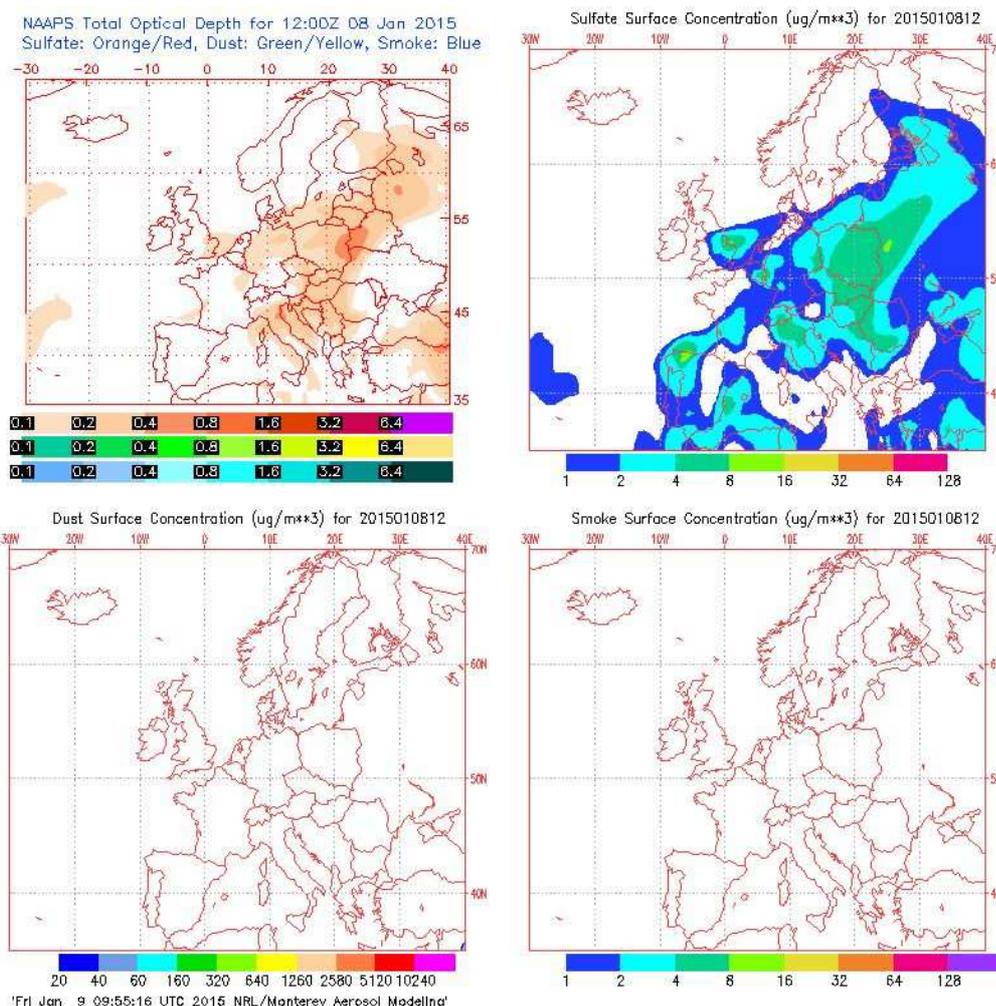


8 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,3 m y 3,40 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 32,00 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de $2-4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

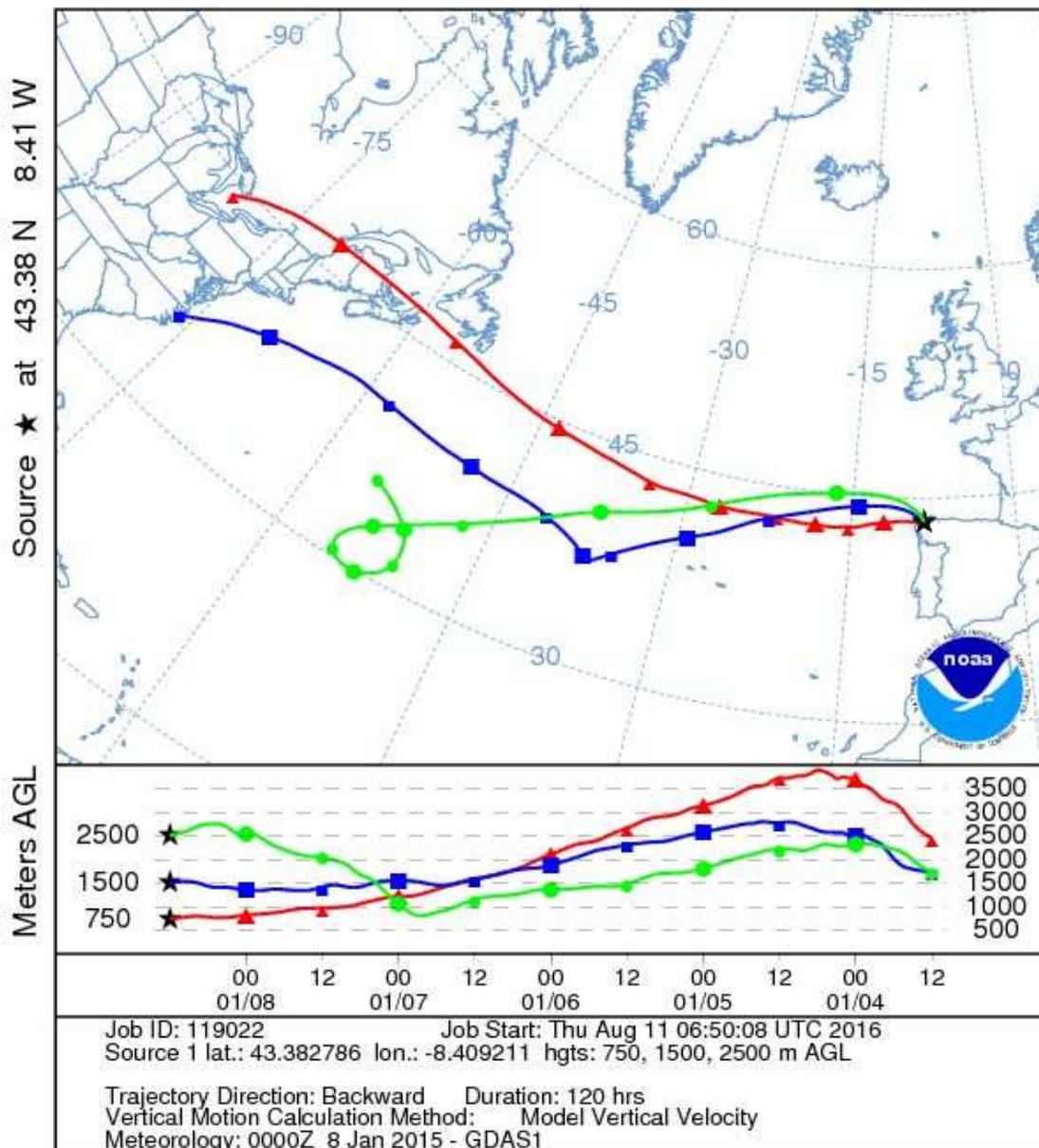


Gráfica 42. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 08/01/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde zonas limpias, como es el caso del Océano Atlántico; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa y el interior del norte del continente americano, respectivamente.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 08 Jan 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 43. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 08/01/2015.



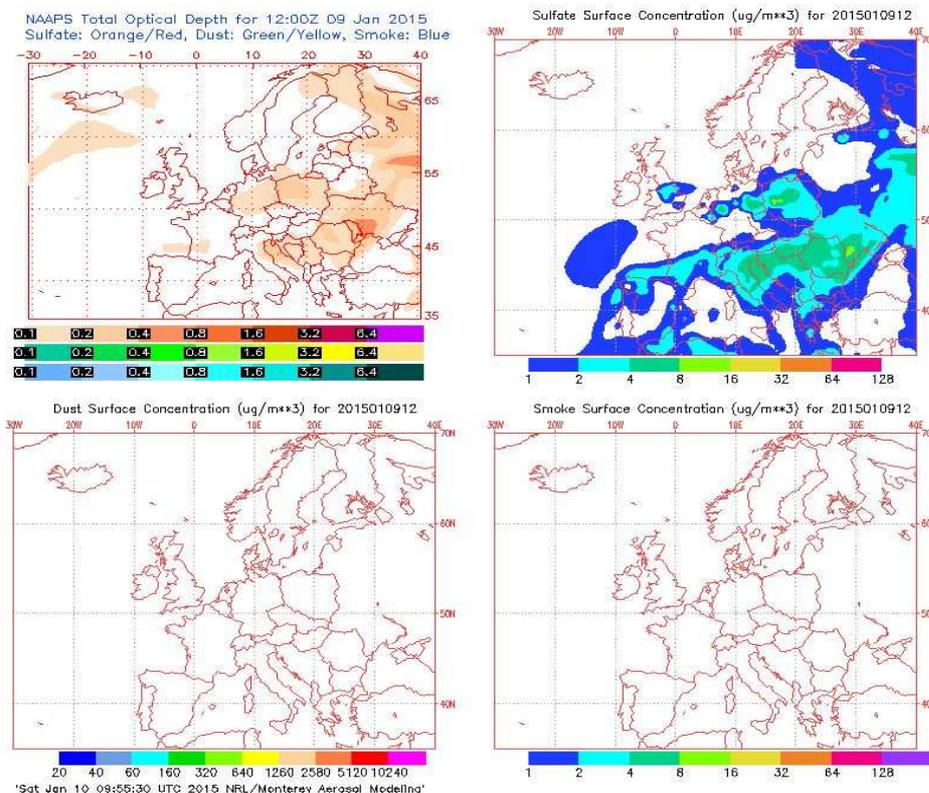
9 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $10,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 59,11%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $37,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 24,78%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa de las partículas que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 5,4 m y 4,39 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 23,51 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de $1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

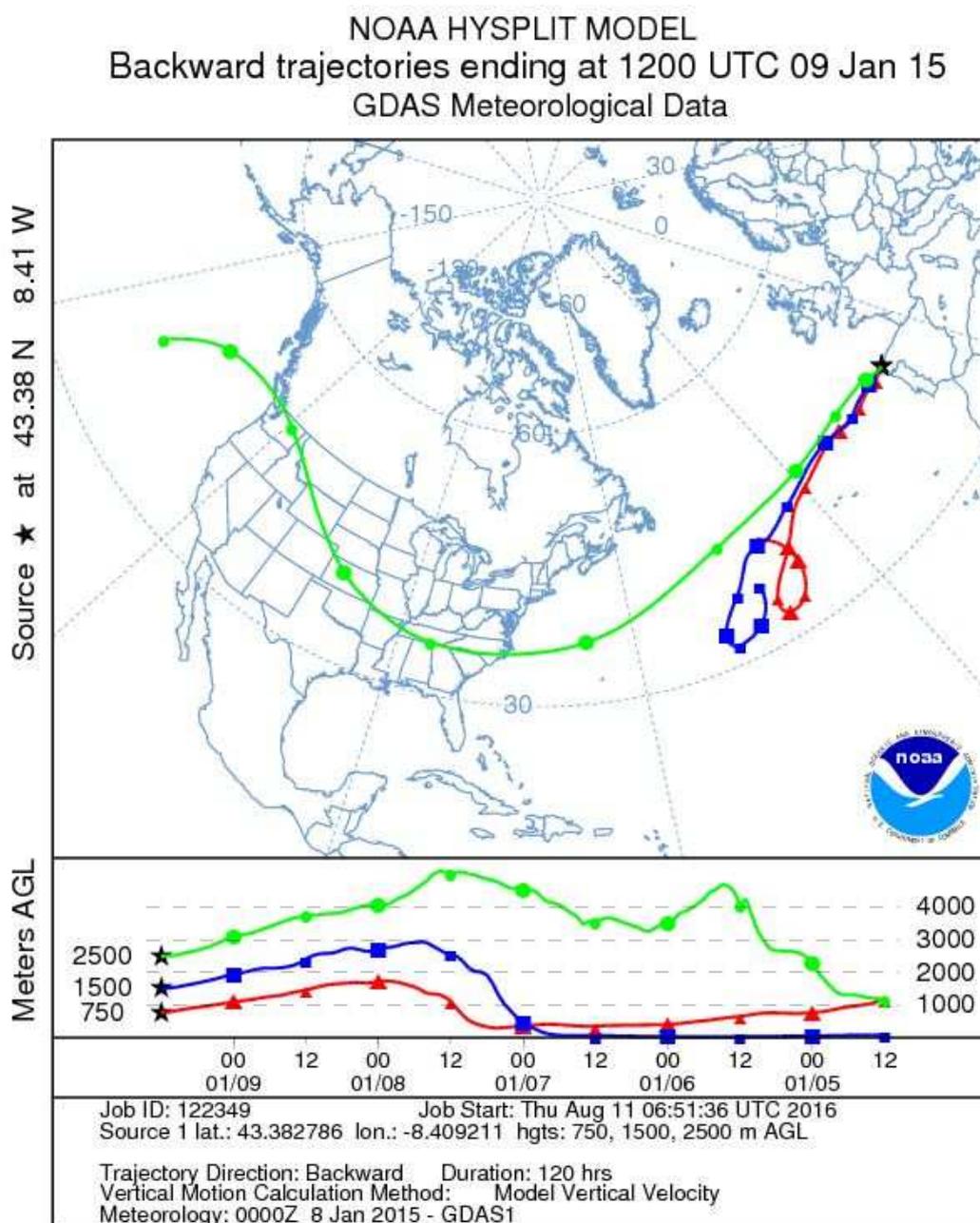


Gráfica 44. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 09/01/2015.



Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 31 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 28 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 0,63 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 7,26%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.

El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias como el Océano Atlántico y el Océano Pacífico.



Gráfica 45. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 09/01/2015.



11 DE ENERO DE 2015

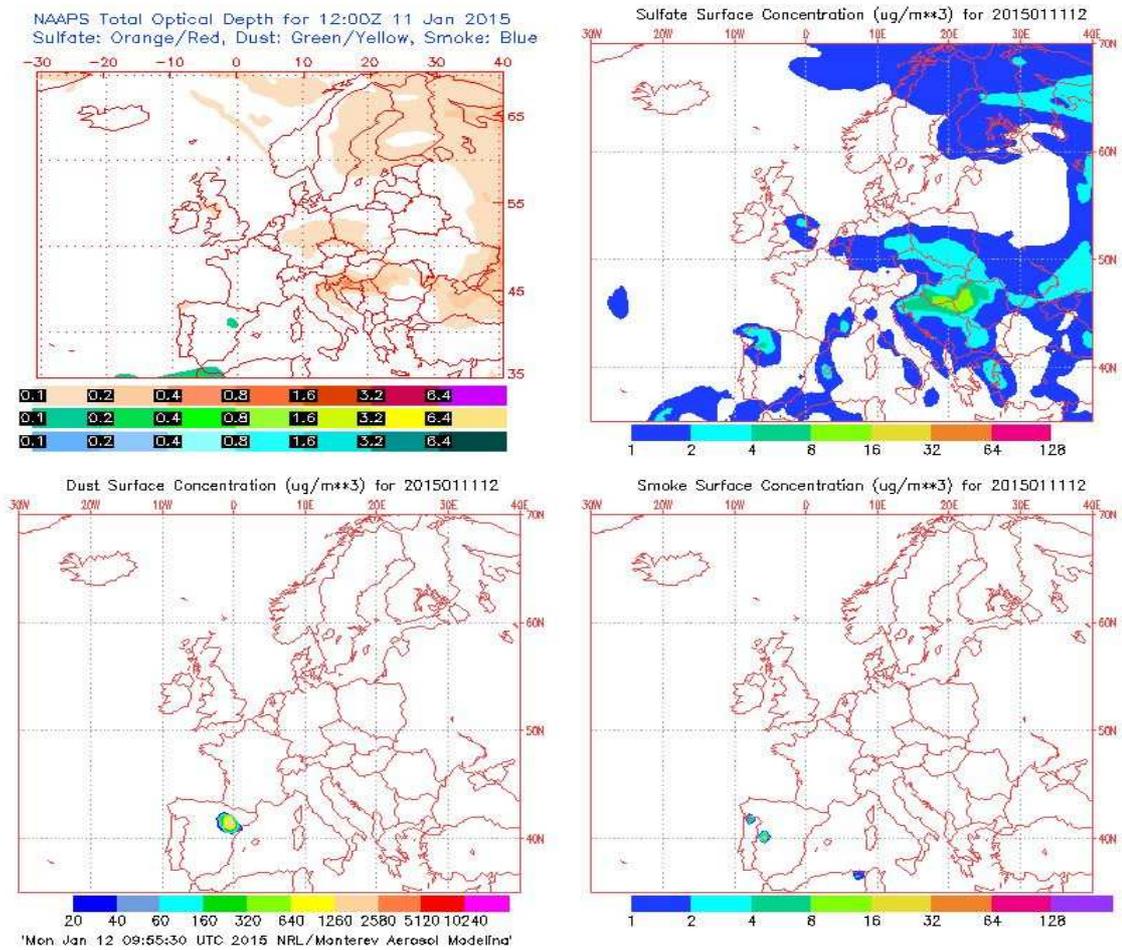
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $10,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 66,86%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $19,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $2,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 32,06%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 5,9 m y 4,58 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 30,82 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 11,35%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

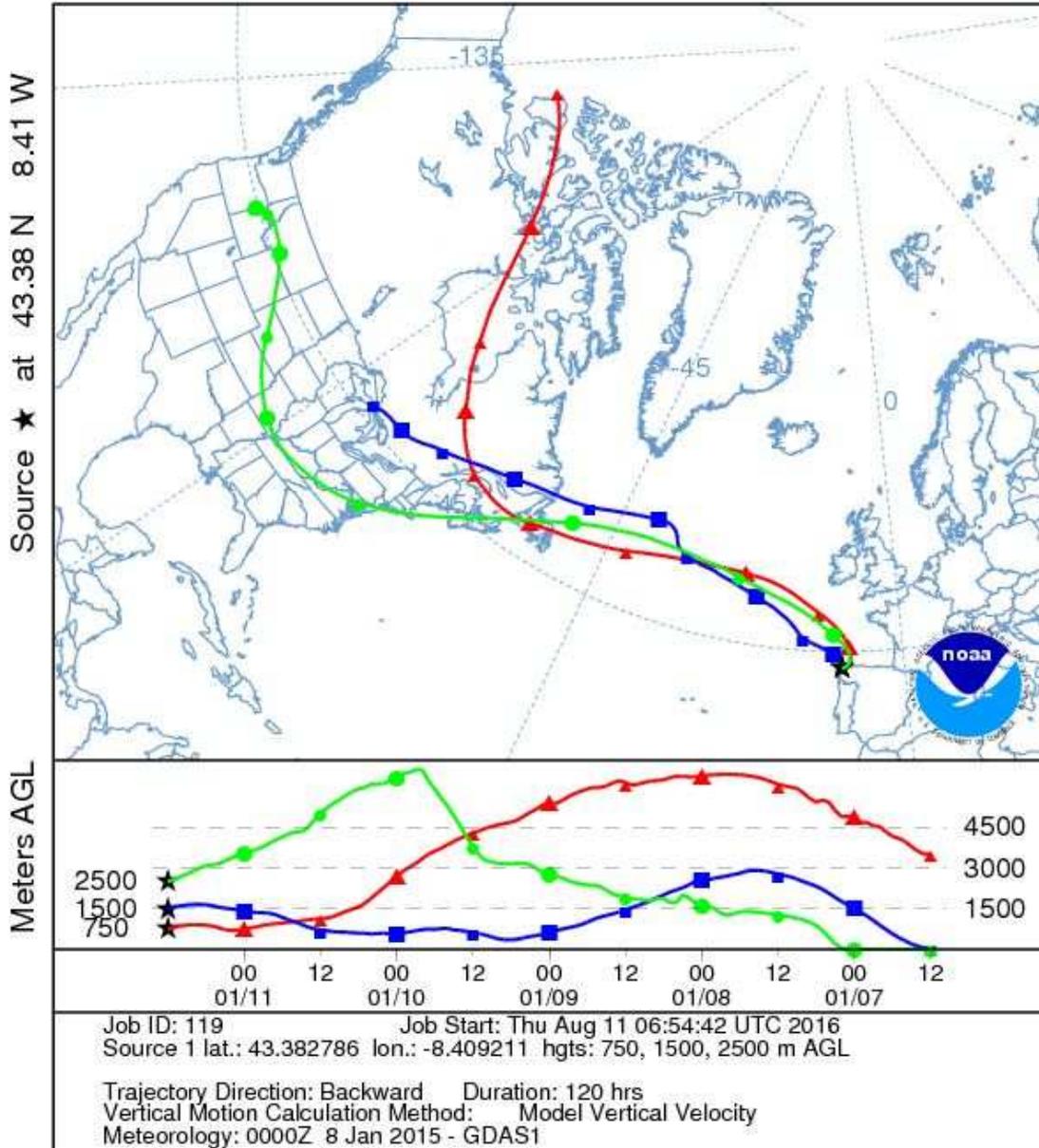


Gráfica 46. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 11/01/2015.

El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el norte del continente americano, desde el interior a 2500 m y 1500 m, y desde la costa, a 750 m.



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 11 Jan 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 47. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 11/01/2015.

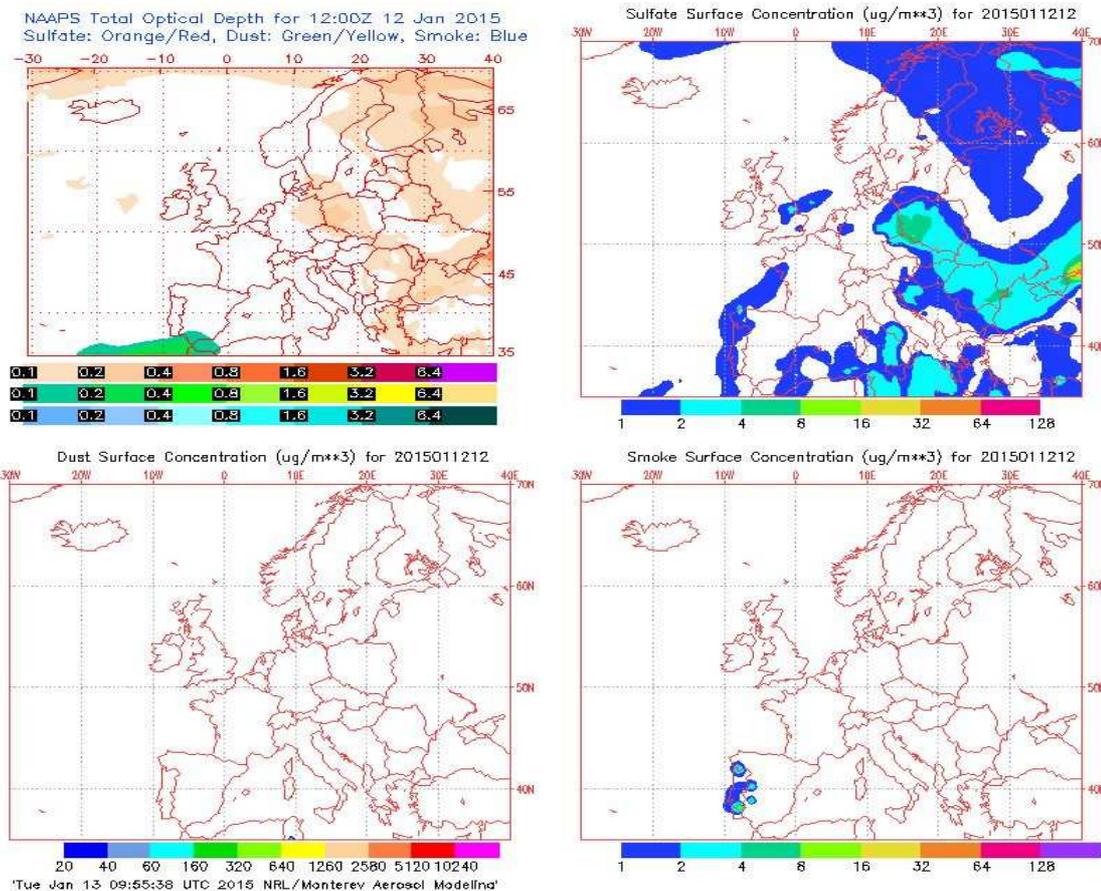


12 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 55 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 37 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 6,72 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 58,91%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 33,03 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 24 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 19 µg/m³, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 1,39 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{2,5} de la materia particulada fue del 24,32%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



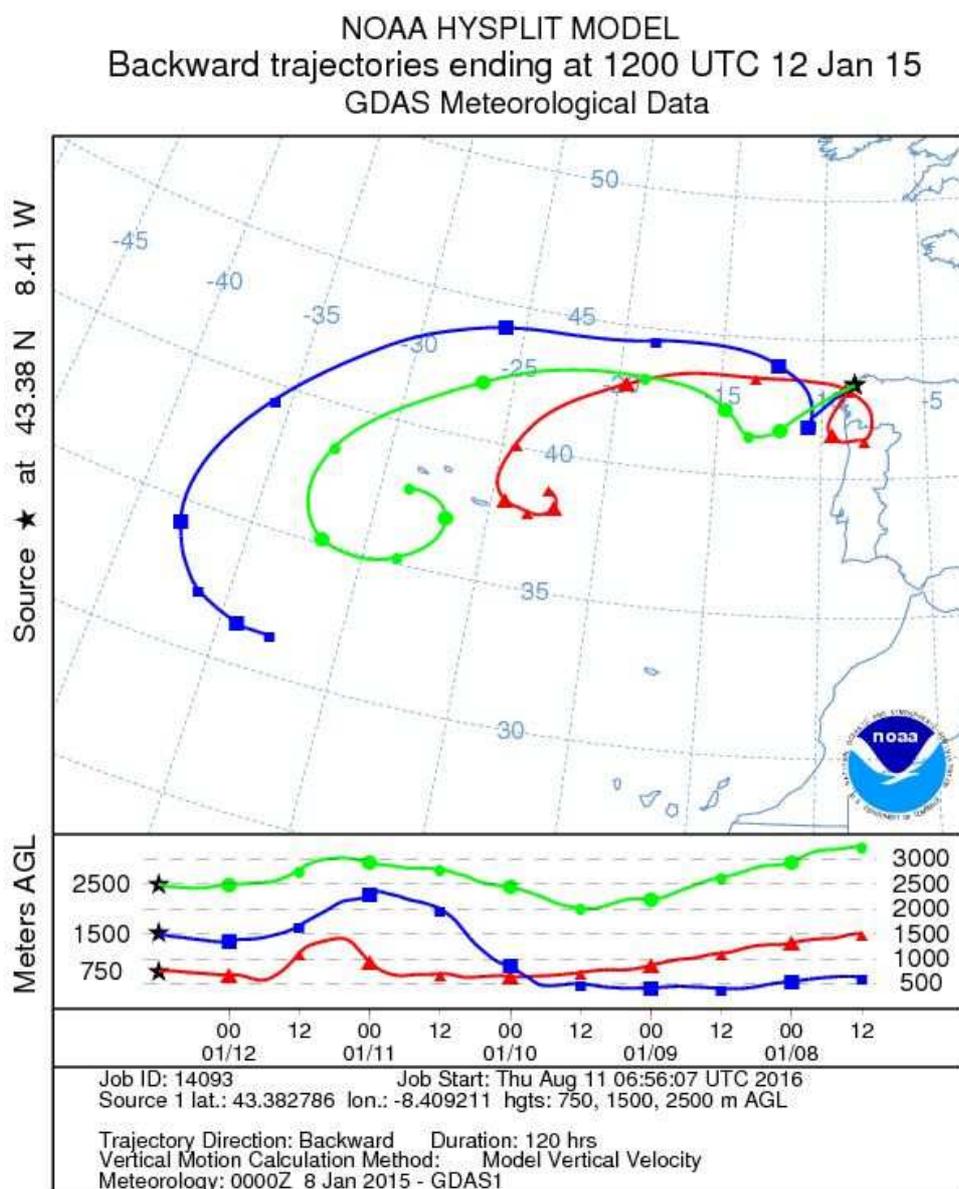
Gráfica 48. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 12/01/2015.



A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 6,2 m y 4,73 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 58,57 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 29 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 21 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.



Gráfica 49. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 12/01/2015.



14 DE ENERO DE 2015

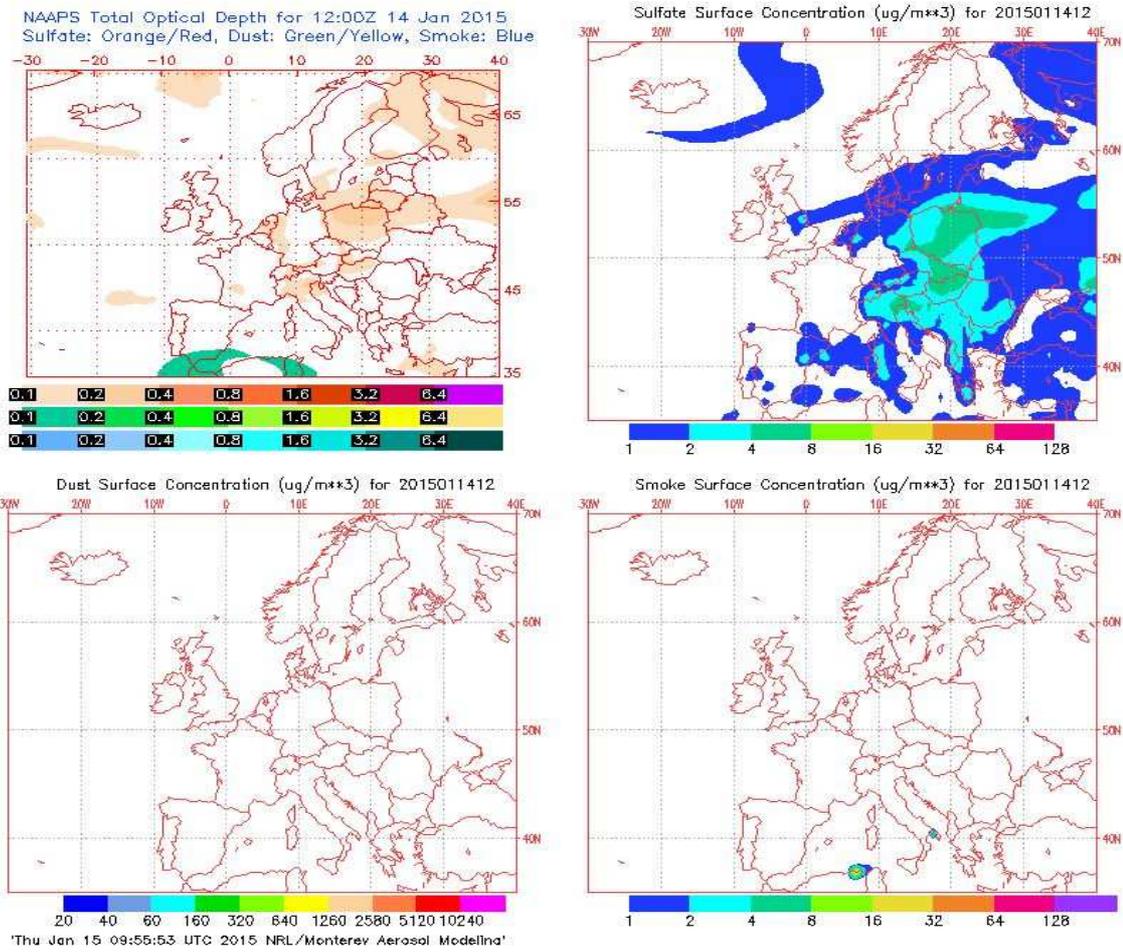
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $9,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 67,59%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $33,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $2,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 37,51%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 6,0 m y 5,45 m, respectivamente, correspondiendo ambos valores a nivel naranja de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de $58,68 \text{ km}/\text{h}$, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

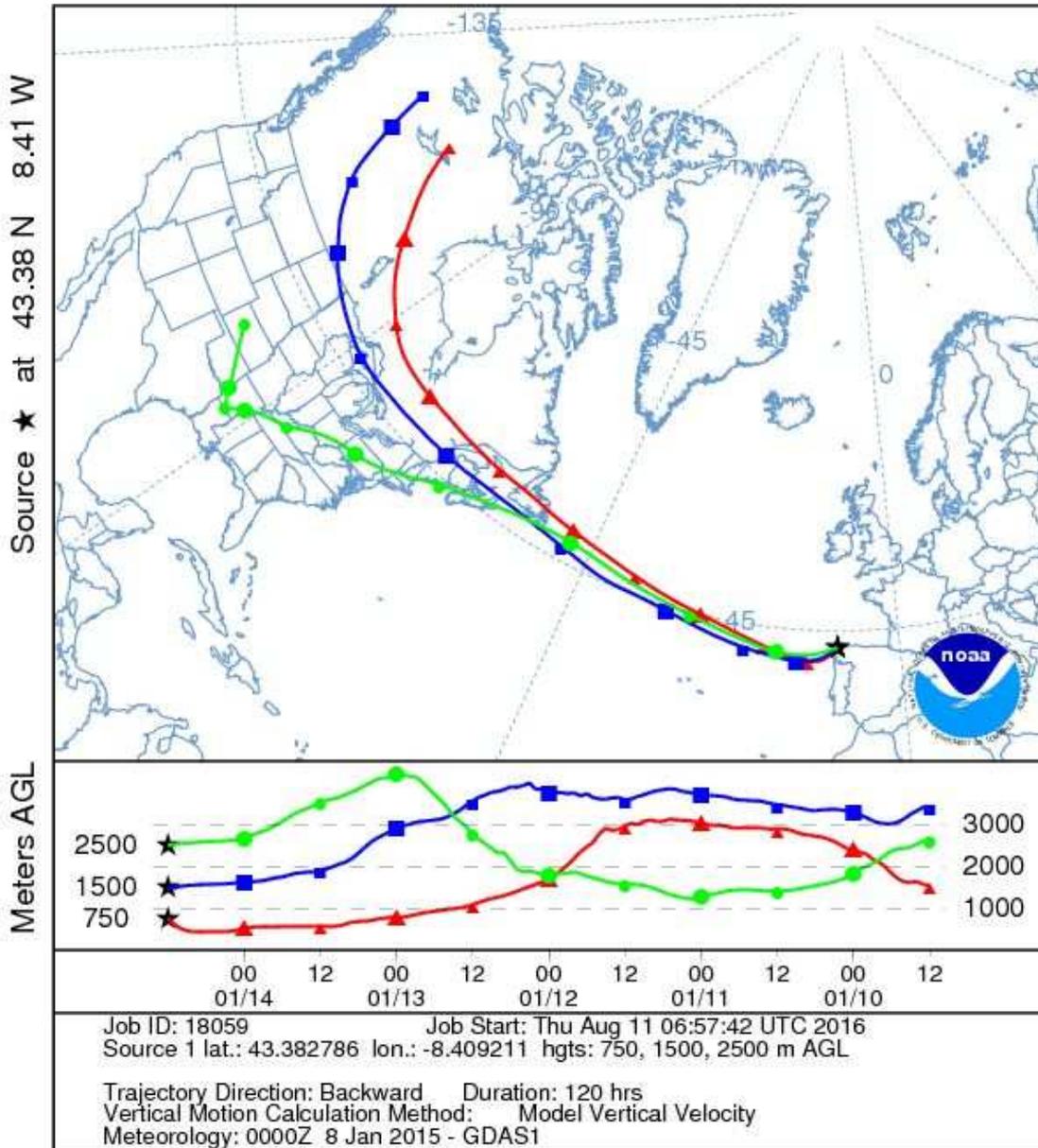


Gráfica 50. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 14/01/2015.

El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano.



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 14 Jan 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 51. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 14/01/2015.



15 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $15,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 62,81%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $20,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

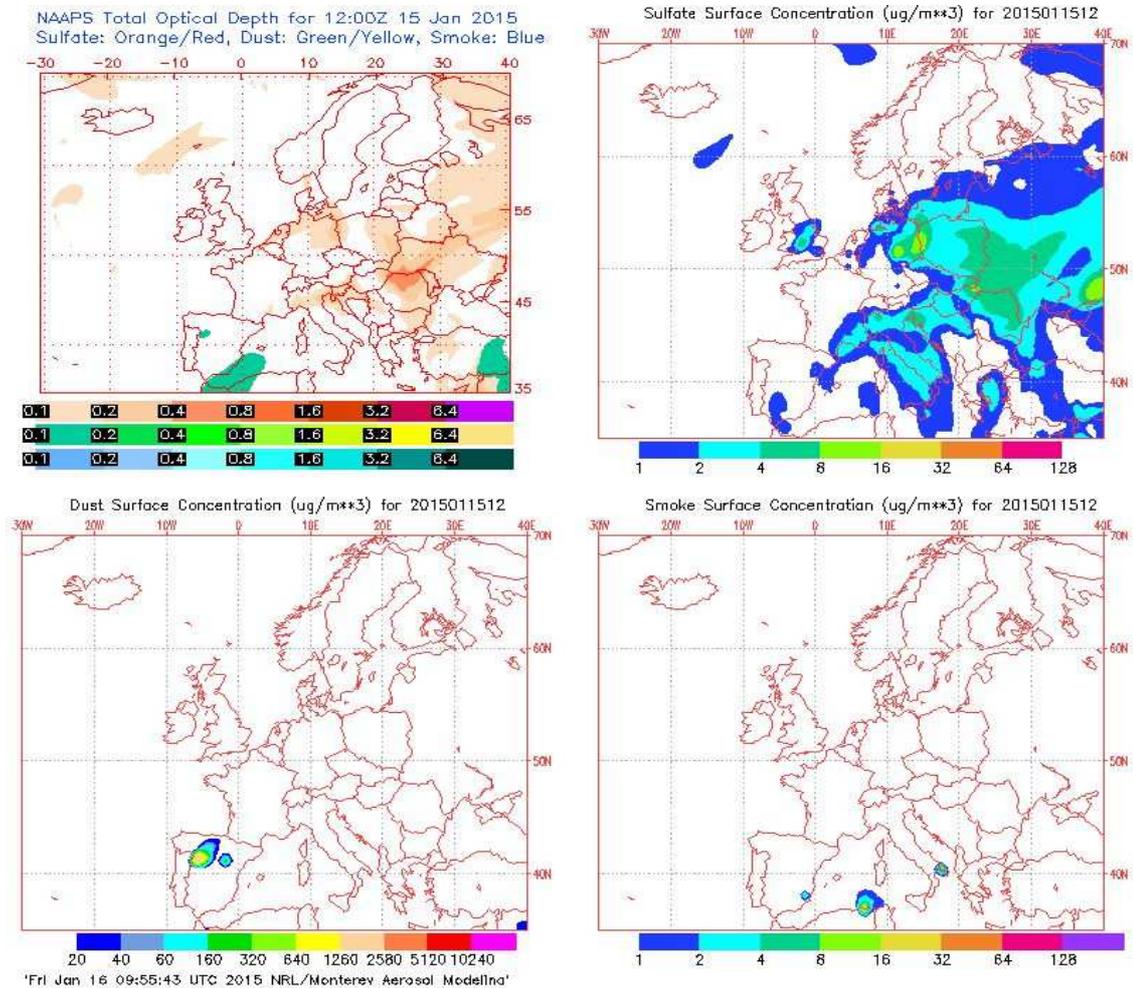
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 57,28%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 8,1 m y 6,53 m, valores correspondientes a niveles rojo y naranja de alerta, respectivamente. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 84,78 km/h, lo cual se corresponde con viento muy fuerte.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 24,15%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

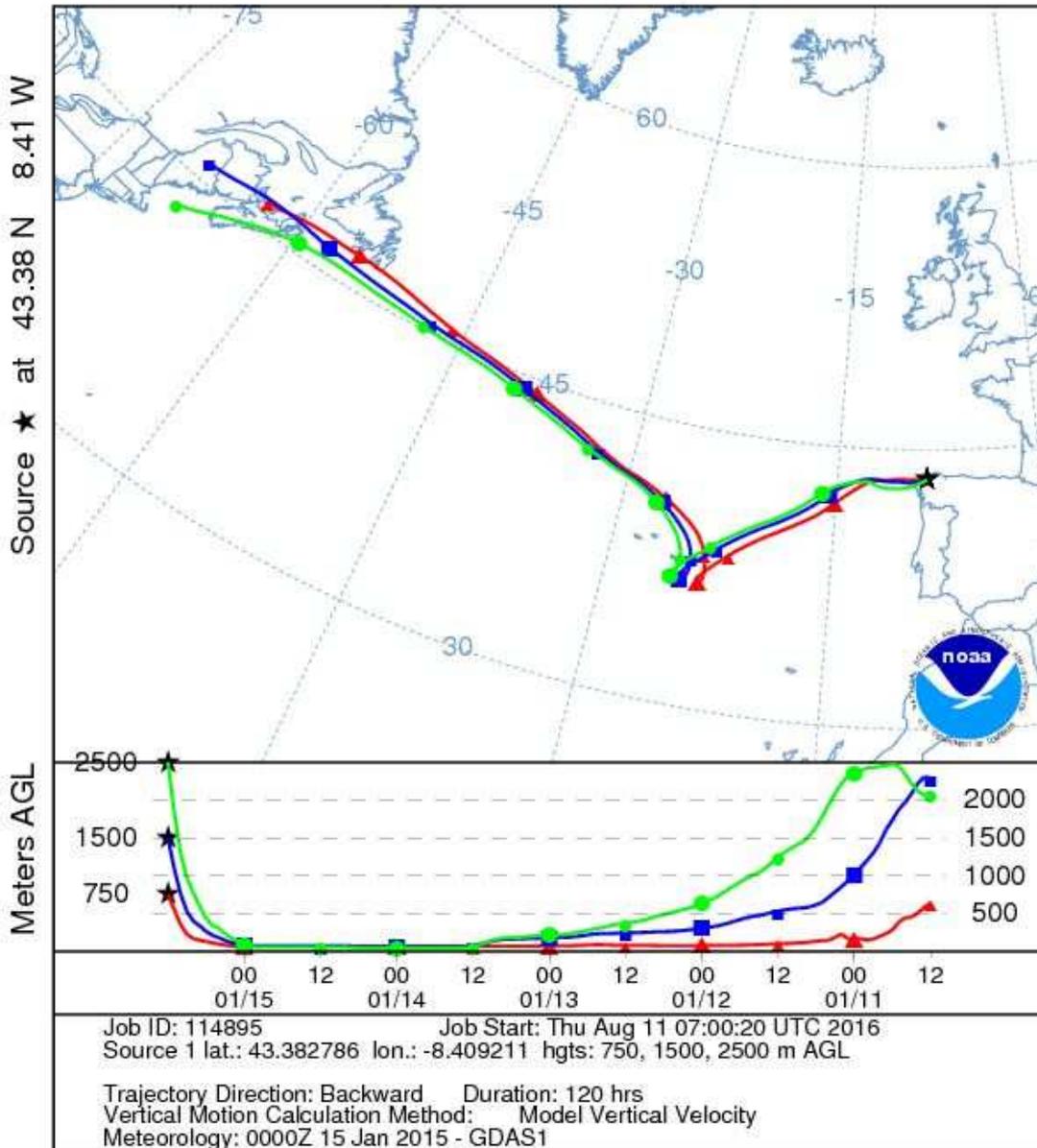


Gráfica 52. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 15/01/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el norte del continente americano, en zona costera.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 15 Jan 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 53. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 15/01/2015.



16 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $16,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 60,21%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $45,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

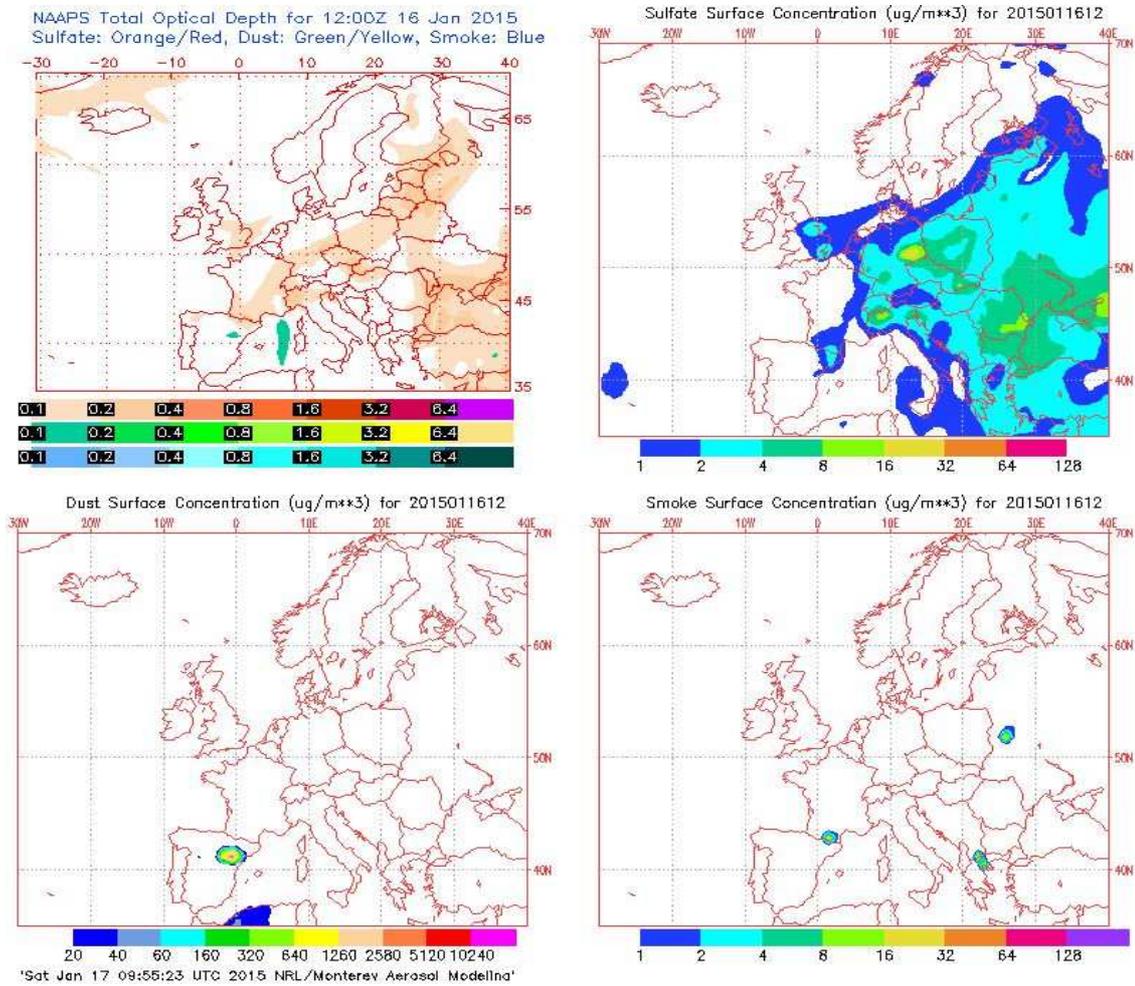
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $4,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 53,82%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 7,2 m y 5,88 m, respectivamente, correspondiendo ambos valores a nivel naranja de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 54,22 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 34,66%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

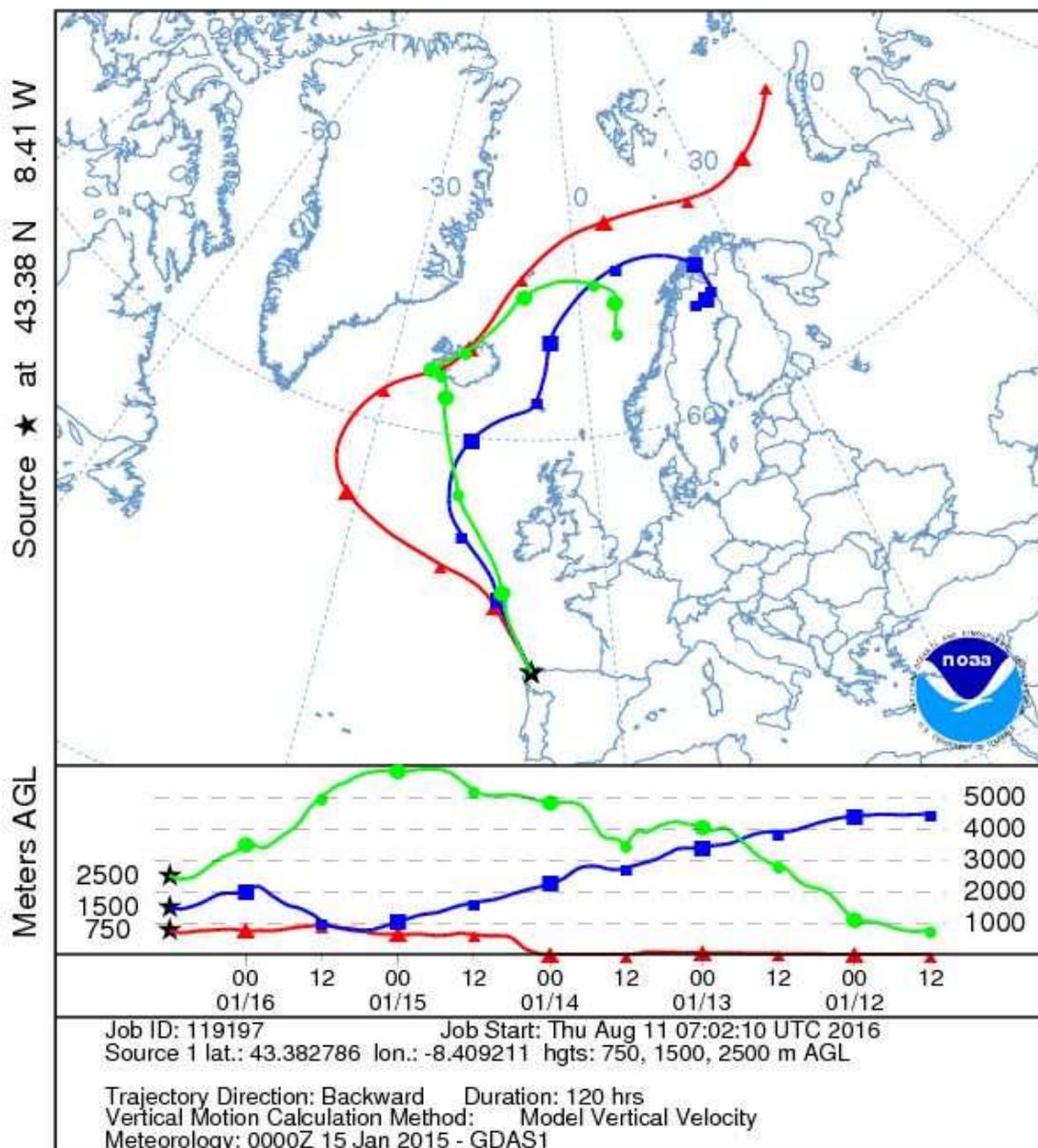


Gráfica 54. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 16/01/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 750 m, proceden de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico y el Océano Glaciar Ártico, respectivamente; y a 1500 m, procede del interior del norte de Europa.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 16 Jan 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 55. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 16/01/2015.

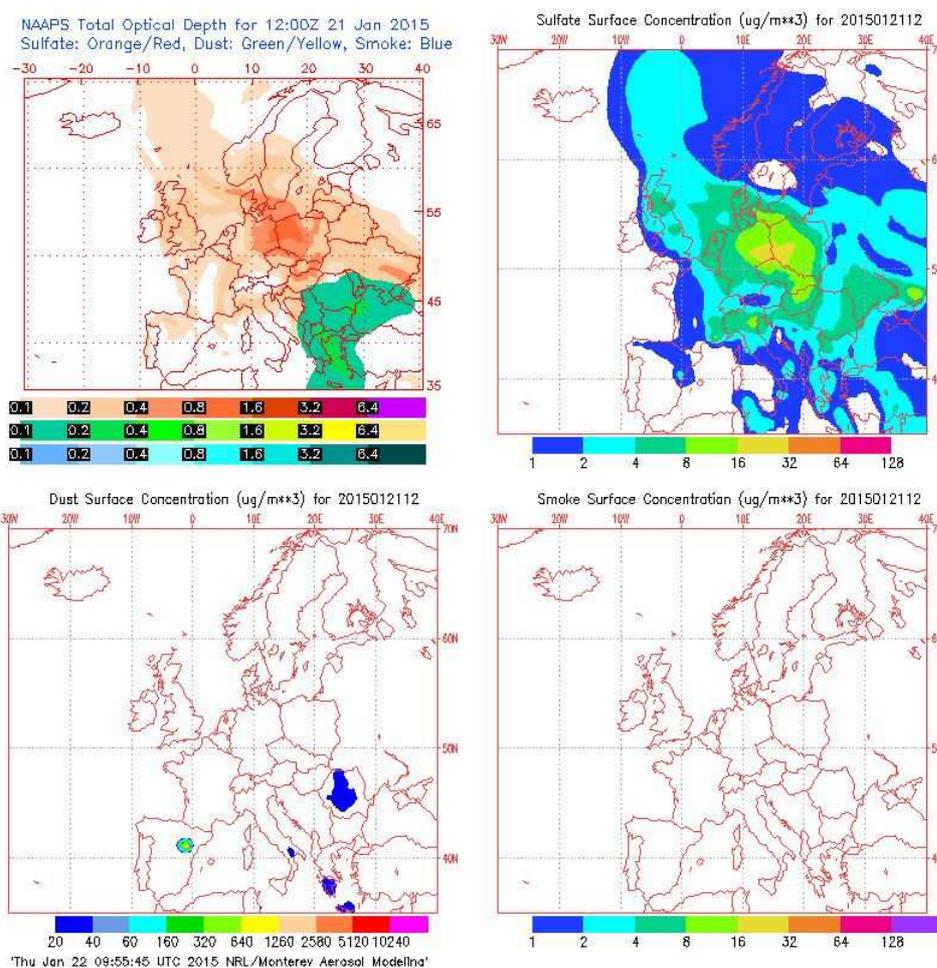


21 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 77 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 37 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 18 µg/m³, registrada con el analizador gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riaza, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 28 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 26 µg/m³, registrada con el analizador gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 7,3 m y 6,43 m, respectivamente, correspondiendo ambos valores a nivel naranja de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 80,68 km/h, lo cual se corresponde con viento muy fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

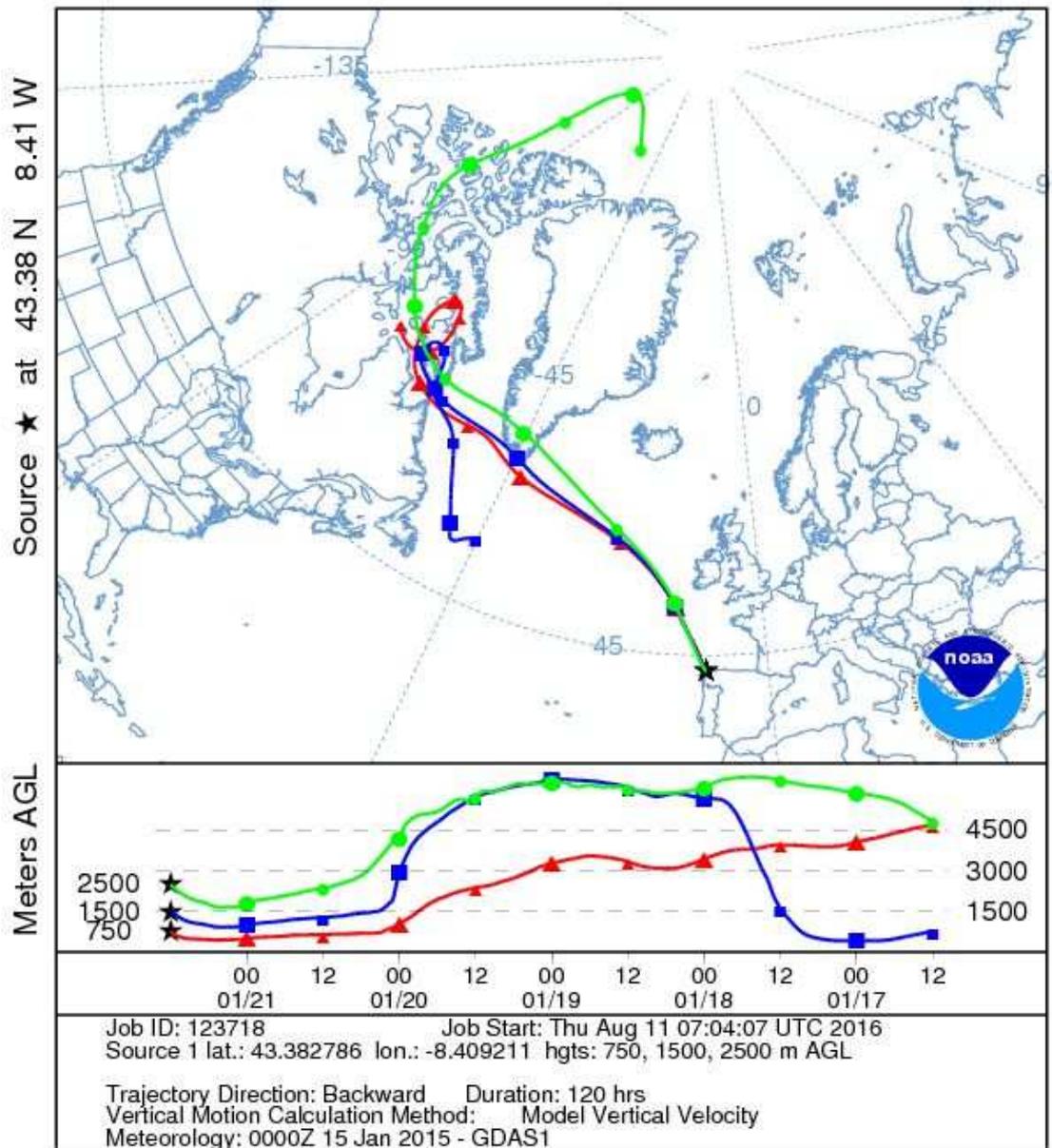


Gráfica 56. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 21/01/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Glaciar Ártico; a 1500 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa del norte del continente americano.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 21 Jan 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 57. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 21/01/2015.



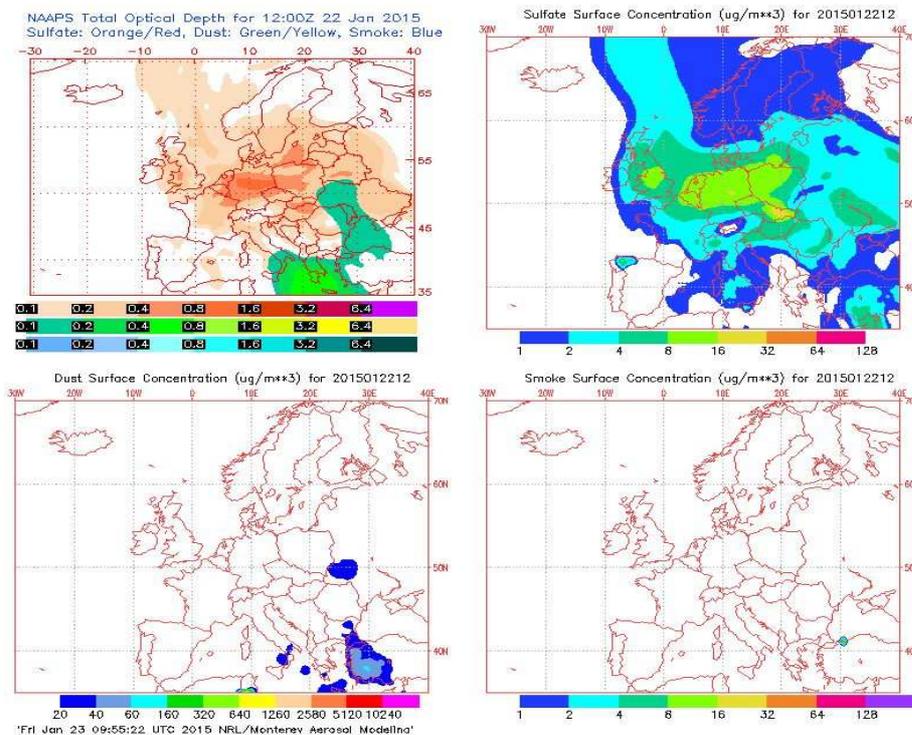
22 DE ENERO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 80 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 19 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 2,83 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 48,67%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 70,76 µg/m³, por lo cual tras realizar el descuento correspondiente a la sal marina, sigue habiendo superación del VLD.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 33 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 20 µg/m³, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 3,28 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{2,5} de la materia particulada fue del 54,89%, lo cual no se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 6,8 m y 5,13 m, respectivamente, correspondiendo ambos valores a nivel naranja de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 72,68 km/h, lo cual se corresponde con viento muy fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

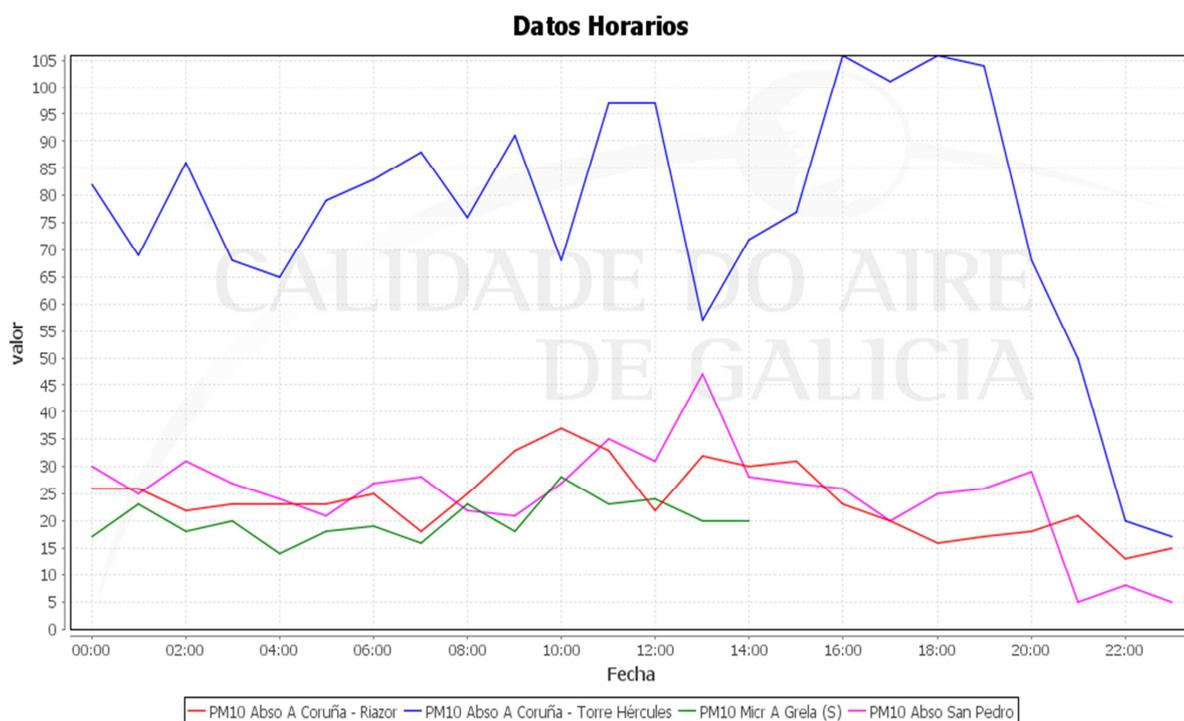


Gráfica 58. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 22/01/2015.



Tras realizar el descuento de sal marina, vemos que no se logra reducir el valor de PM_{10} por debajo del límite de superación diaria. A su vez, si se observa el valor obtenido por el analizador automático en San Pedro, que resultó ser $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vemos que, junto al dato de Riazor, que fue de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, resultan ser valores bajos comparados con el obtenido en Torre de Hércules.

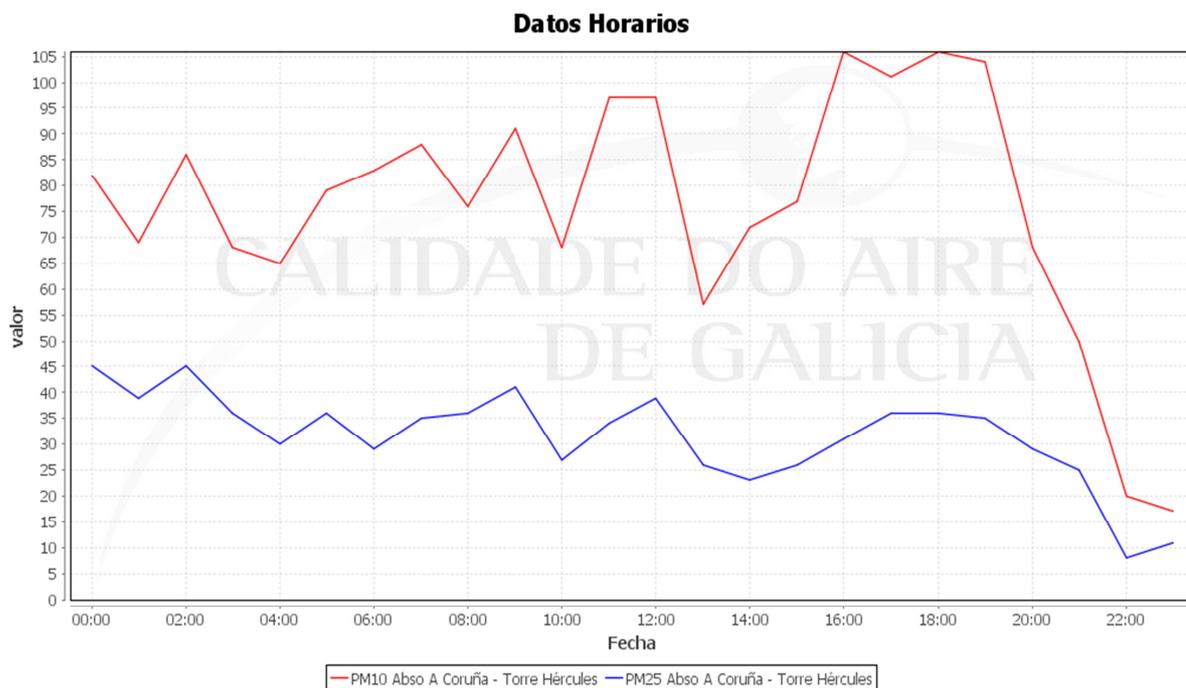
Una manera de constatar la independencia entre los datos de PM_{10} en las distintas estaciones es evaluarlos gráficamente con los datos horarios de susodicho día. Así, comprobamos que, mientras que las tres estaciones restantes mantienen niveles similares a lo largo del día, aún con sus peculiaridades, no se asemejan en absoluto al perfil obtenido para Torre de Hércules, obteniéndose incluso comportamientos opuestos de tendencia de la concentración.



Gráfica 60. Concentración media horaria de PM_{10} en las estaciones de A Coruña Torre de Hércules, Riazor, A Grela y San Pedro el 22/01/2015.

Por otro lado, podemos comparar la evolución de las concentraciones de PM_{10} y de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules a lo largo del día, de nuevo atendiendo al comportamiento horario. En este caso, vemos que siguen la misma tendencia, y que se mantienen en valores razonables si los comparamos entre sí.

Cabe reseñar que se ha registrado en el presente día un evento de quema de biomasa y un viento procedente del suroeste, aunque con una tendencia clara hacia el oeste.



Gráfica 61. Concentración media horaria de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la estación de A Coruña Torre de Hércules el 22/01/2015.

Lo que sí que se ha observado, en unas condiciones muy similares al día anterior, es decir, al 21 de enero, es que hay un oleaje fuerte combinado con ranchas de viento de la misma naturaleza. Sin embargo, si lo comparamos con otros días de superación con un oleaje y una dirección de viento similar, como es el caso del 25 de febrero, no obtenemos nada concluyente porque para esa fecha no contamos con un valor de gravimétrico ni de Na^+ . Lo mismo sucede con el 31 de diciembre, con la salvedad de que en este caso, aunque tenemos un oleaje similar, pero una racha de viento un poco menor, no contamos con la dirección del viento.

El análisis de retrotrayectorias y la concentración de sulfato en superficie no nos muestran un caso llamativo, al igual que el caso del oleaje y la racha de viento. Sin embargo, sí que es curiosa la concentración de sal marina derivada del PM_{10} registrada en Torre de Hércules, la cual resulta ser 48,67%, debido a que es baja comparada con la derivada de $PM_{2.5}$ en Torre de Hércules, la cual es 54,89%.

Esto, sumada a la discrepancia entre los pares de valores obtenidos por los métodos automático y gravimétrico ($80 \mu g/m^3$ y $19 \mu g/m^3$, respetivamente), hacen que tomemos el resultado de concentración de Na^+ y por tanto también de sal marina como sospechoso, pues todos los indicios muestran que se trata de un evento de superación del VLD provocado por el aerosol marino.



31 DE ENERO DE 2015

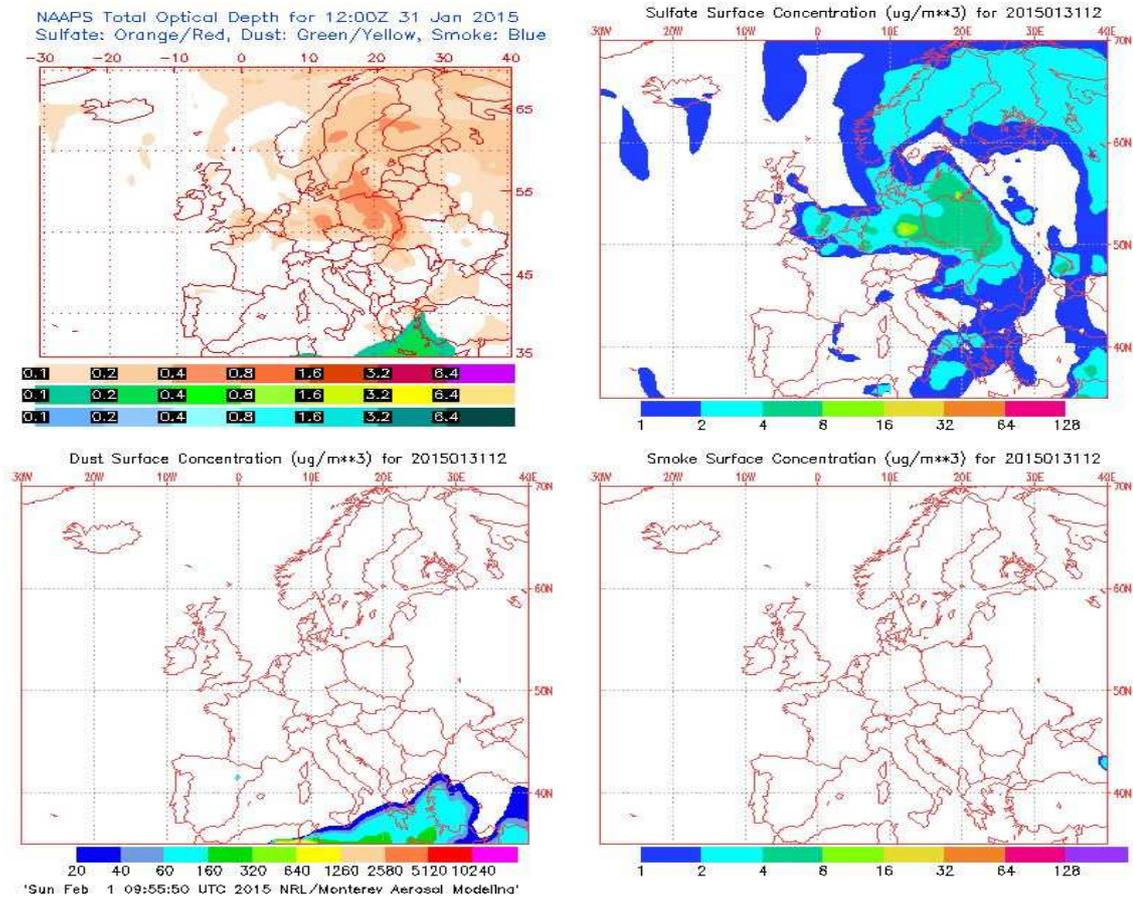
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $11,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 80,26%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $24,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 6,0 m y 5,45 m, respectivamente, correspondiendo ambos valores a nivel naranja de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 5,2 m y 4,87 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 88,31 km/h, lo cual se corresponde con viento muy fuerte.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

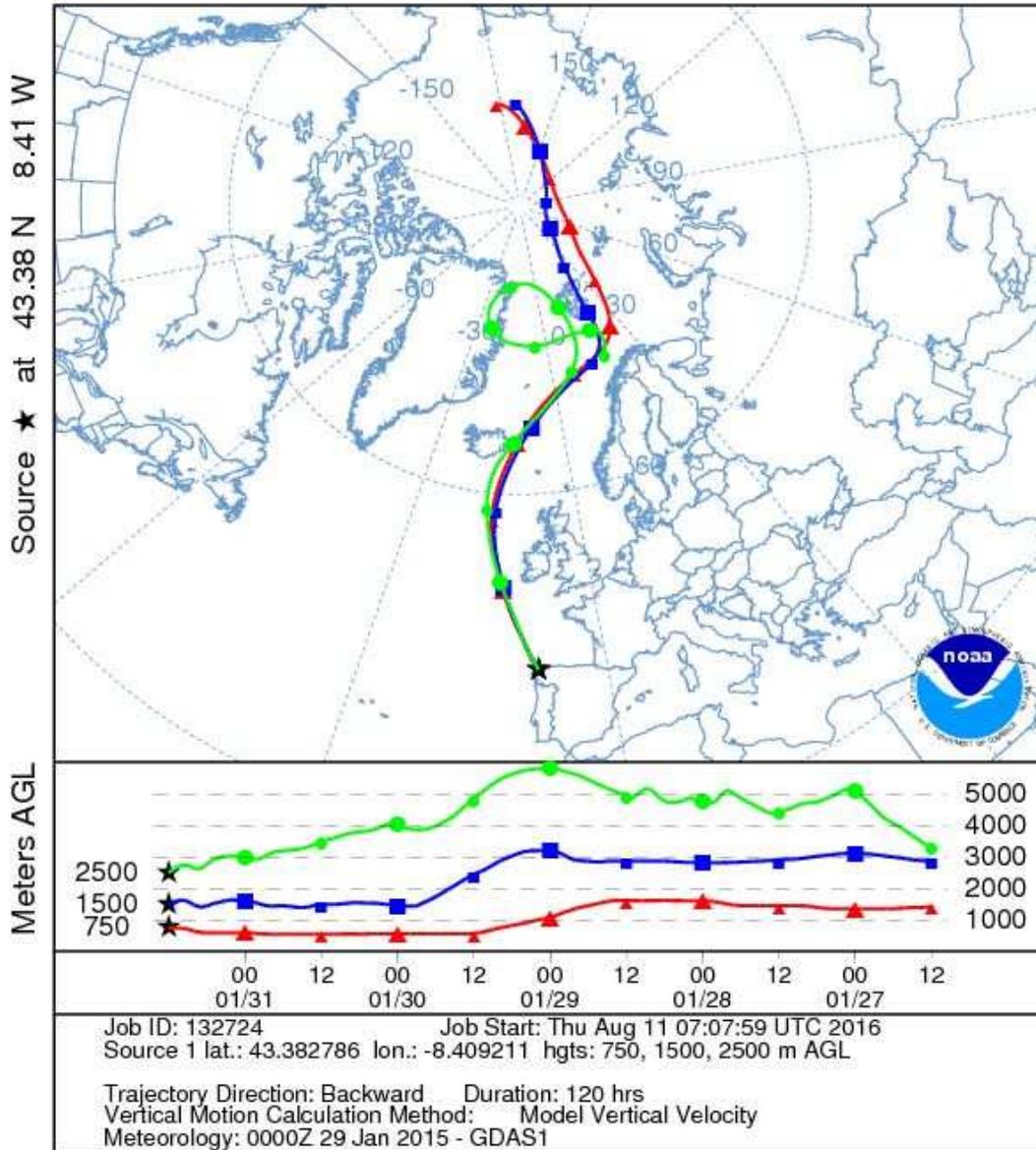


Gráfica 62. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 31/01/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Glacial Ártico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 31 Jan 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 63. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 31/01/2015.



1 DE FEBRERO DE 2015

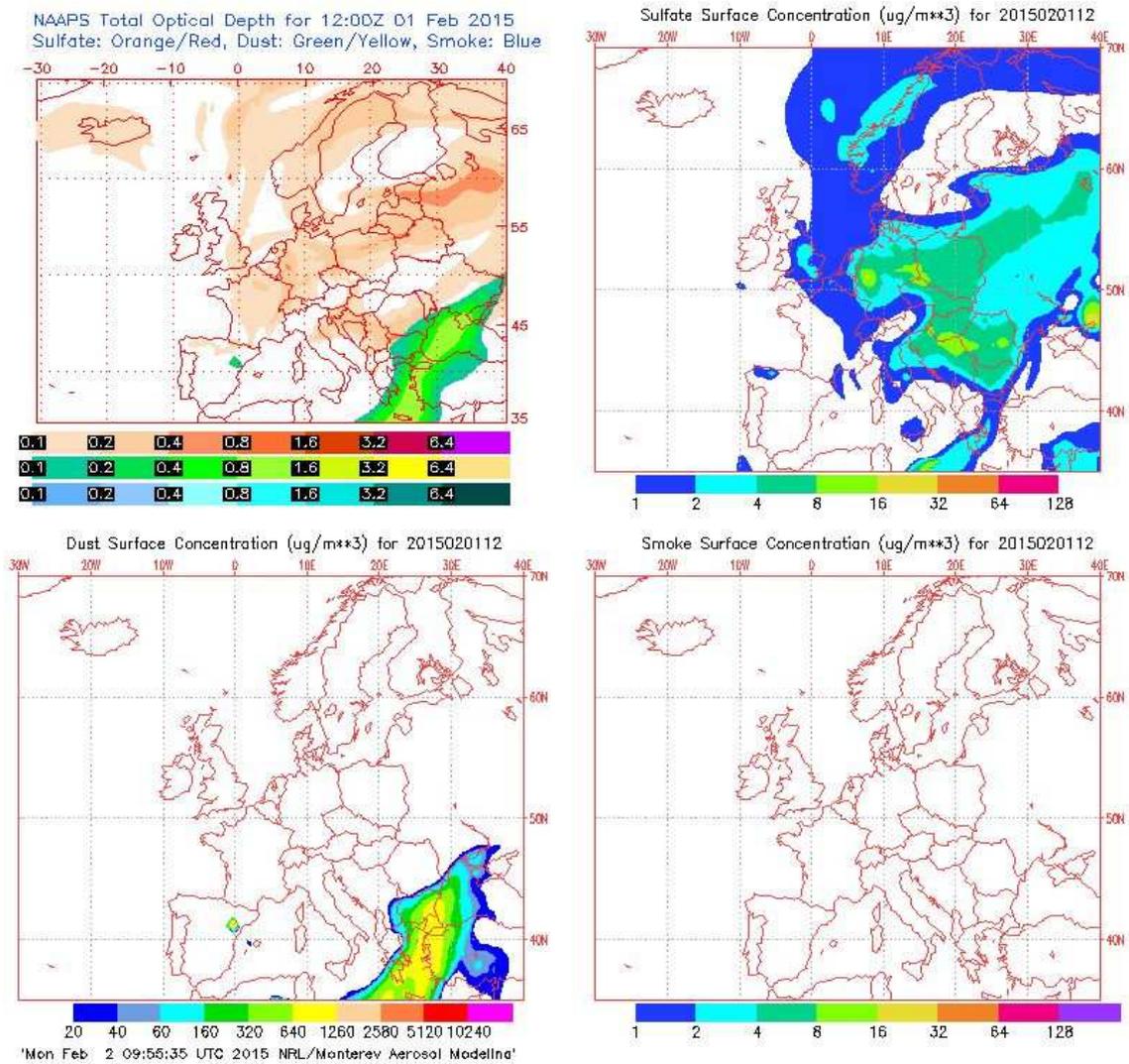
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $12,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 66,62%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $27,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 5,9 m y 4,61 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 5,2 m y 4,11 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 70,45 km/h, lo cual se corresponde con viento muy fuerte.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 62,97%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



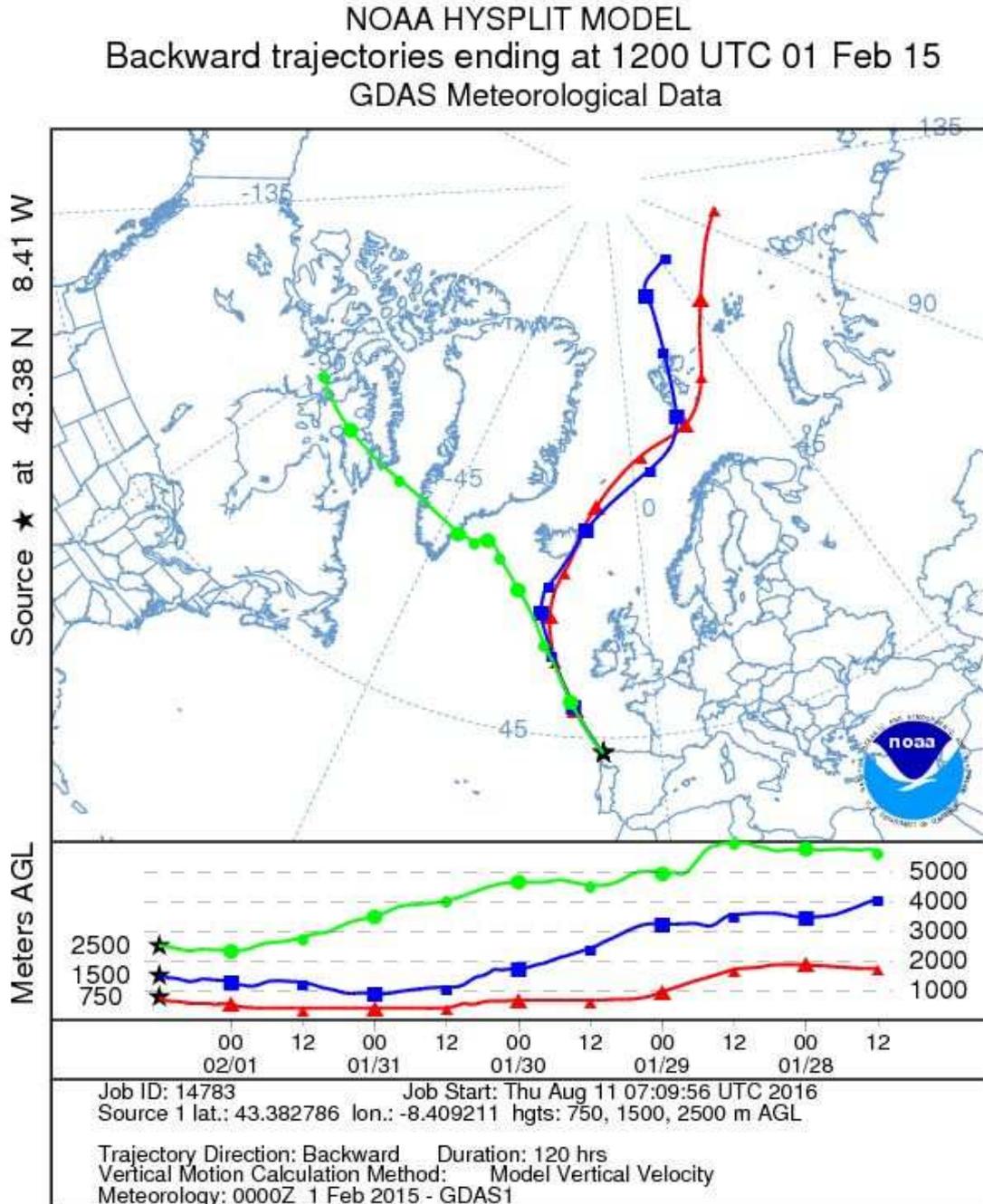
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 64. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 01/02/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa del norte del continente americano; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Glacial Ártico.



Gráfica 65. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 01/02/2015.



14 DE FEBRERO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $5,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 61,55%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $35,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

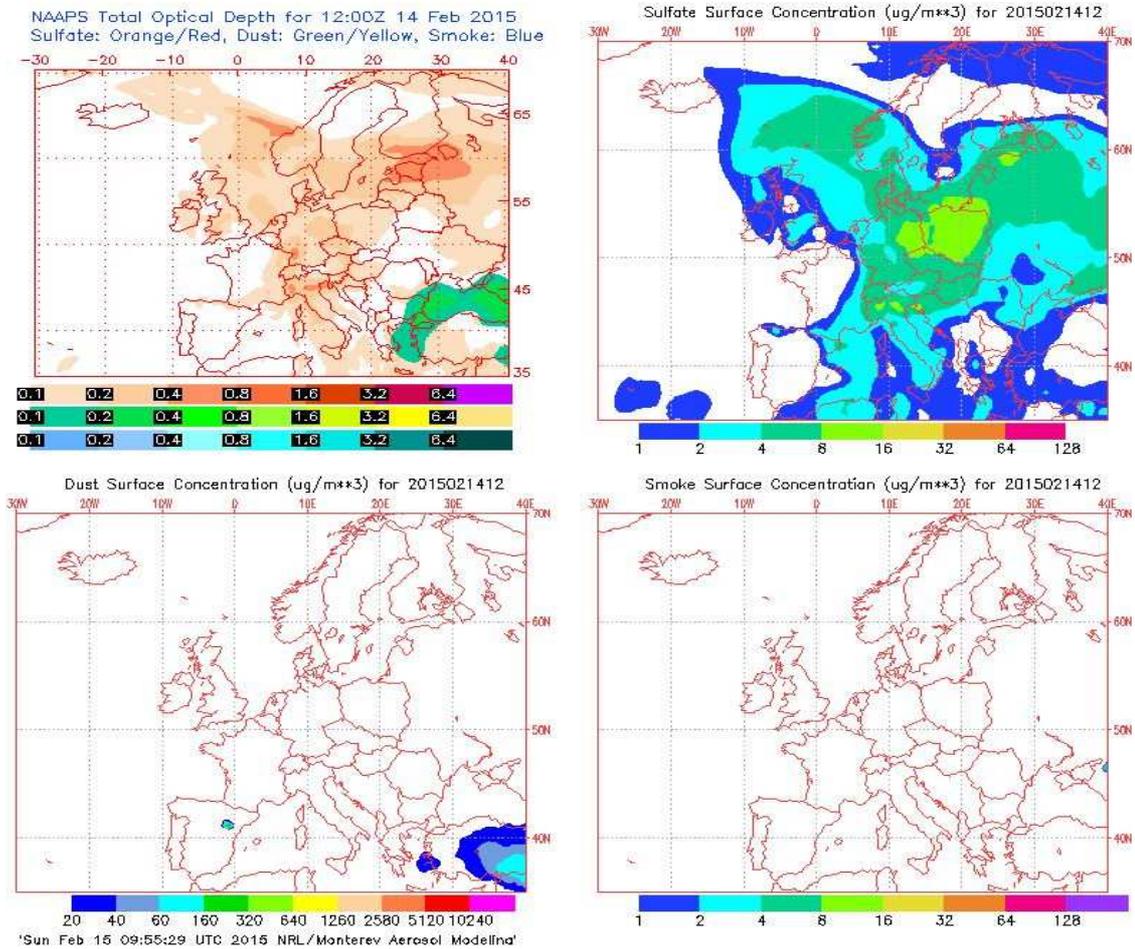
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $2,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 69,31%, lo cual no se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 5,5 m y 4,60 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 5,4 m y 3,88 m, respectivamente. La racha de viento en Coruña-Dique fue de $54,94 \text{ km}/\text{h}$, lo cual se corresponde con viento fuerte.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

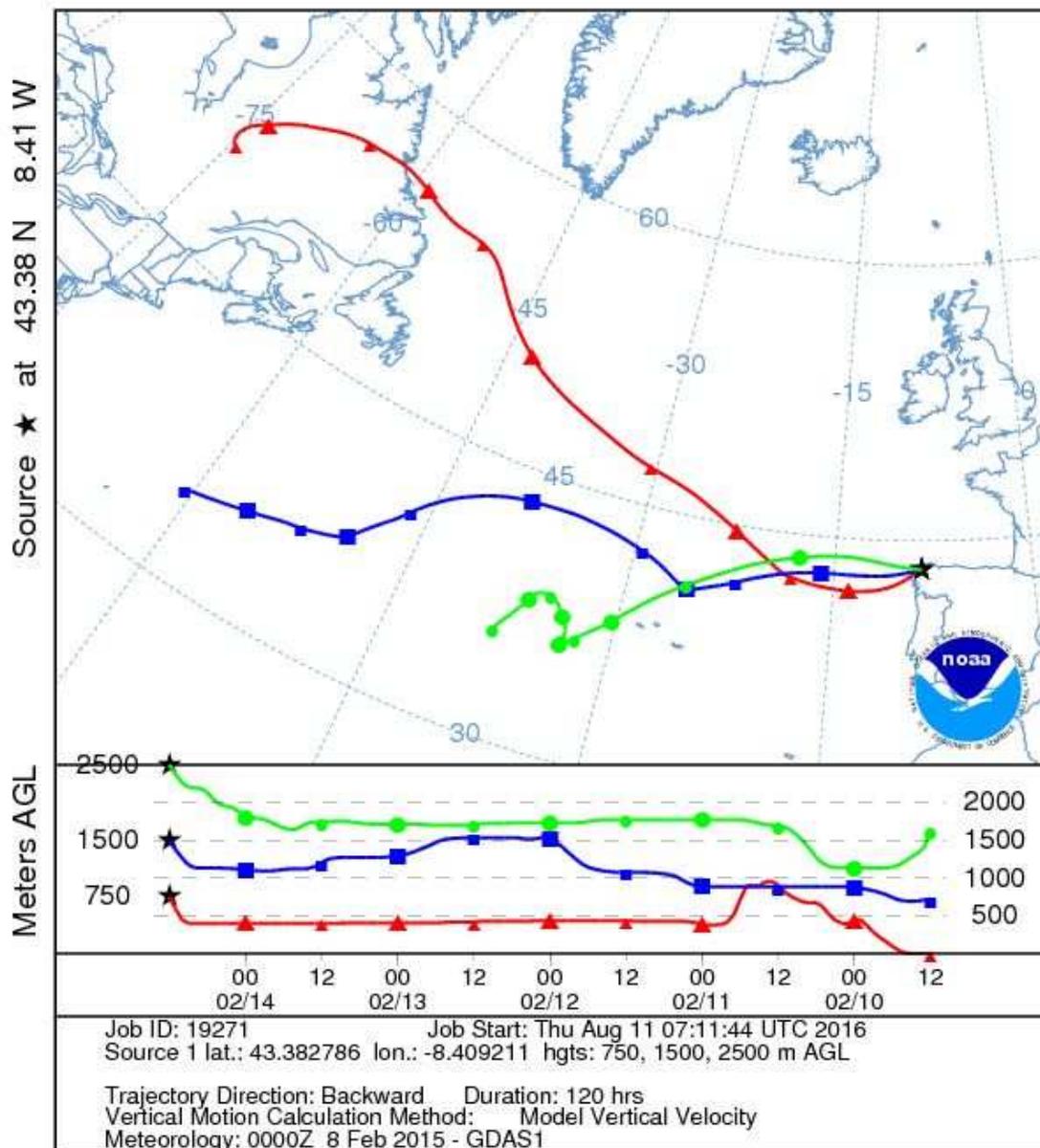


Gráfica 66. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 14/02/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 14 Feb 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 67. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 14/02/2015.



16 DE FEBRERO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $5,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 57,13%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $35,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

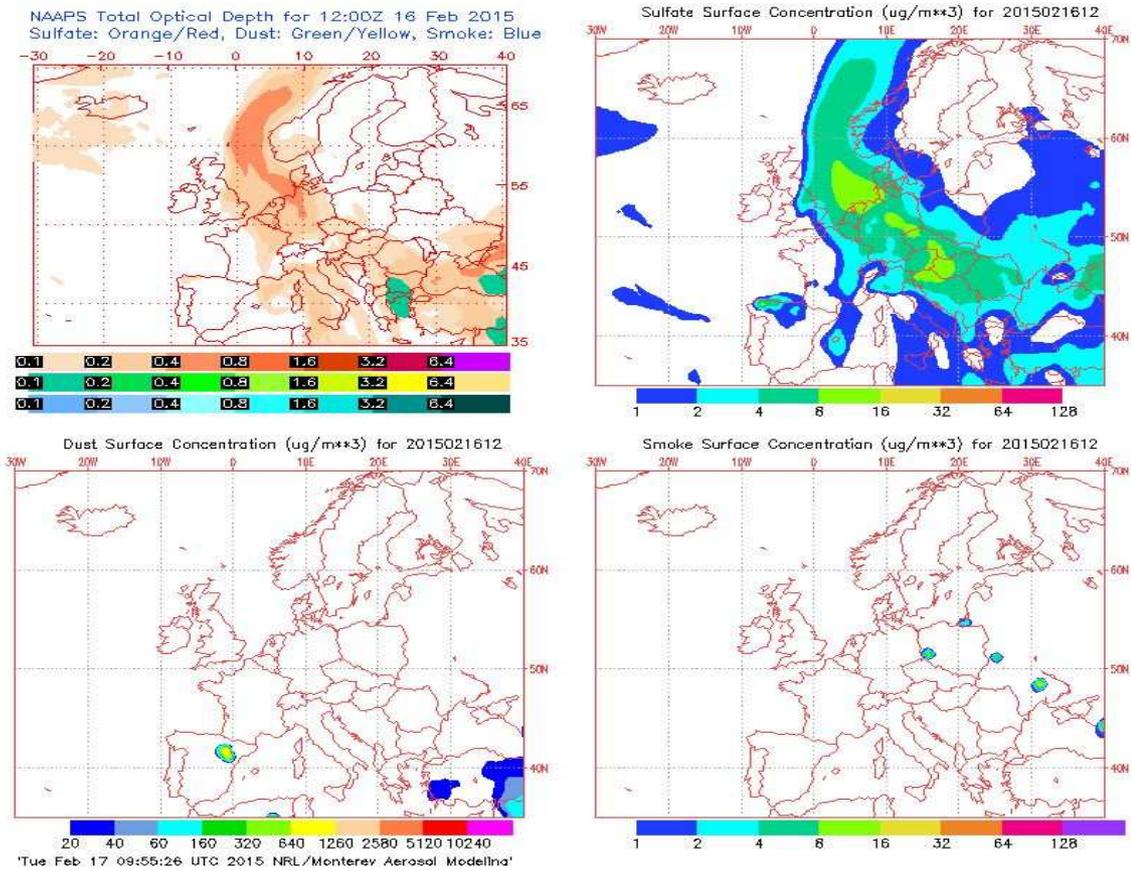
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $0,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 15,69%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,6 m y 3,79 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,7 m y 2,86 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de $75,85 \text{ km}/\text{h}$, lo cual se corresponde con viento muy fuerte.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.



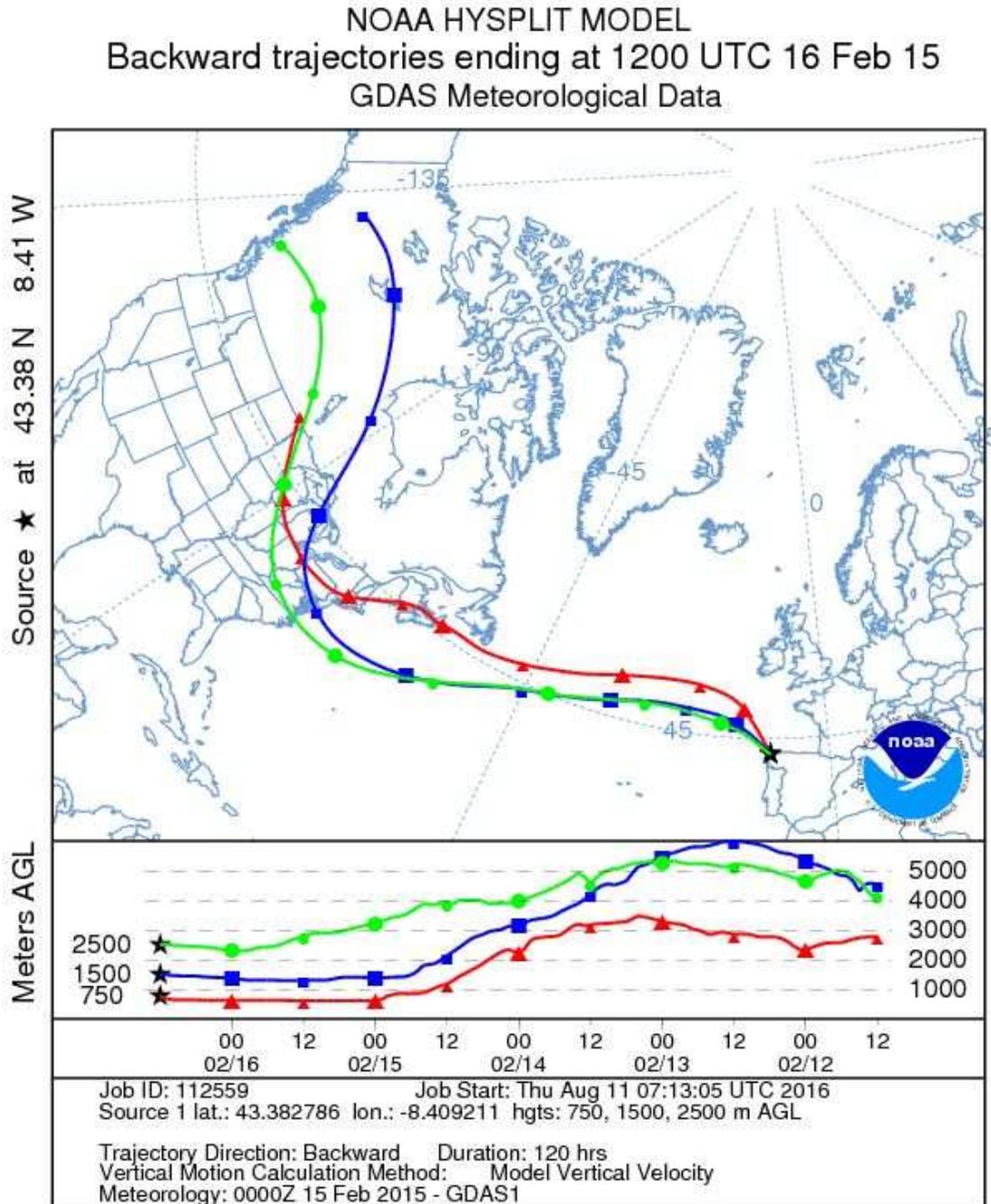
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 68. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 16/02/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el norte del continente americano, siendo para 2500 m de naturaleza costera.



Gráfica 69. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 16/02/2015.

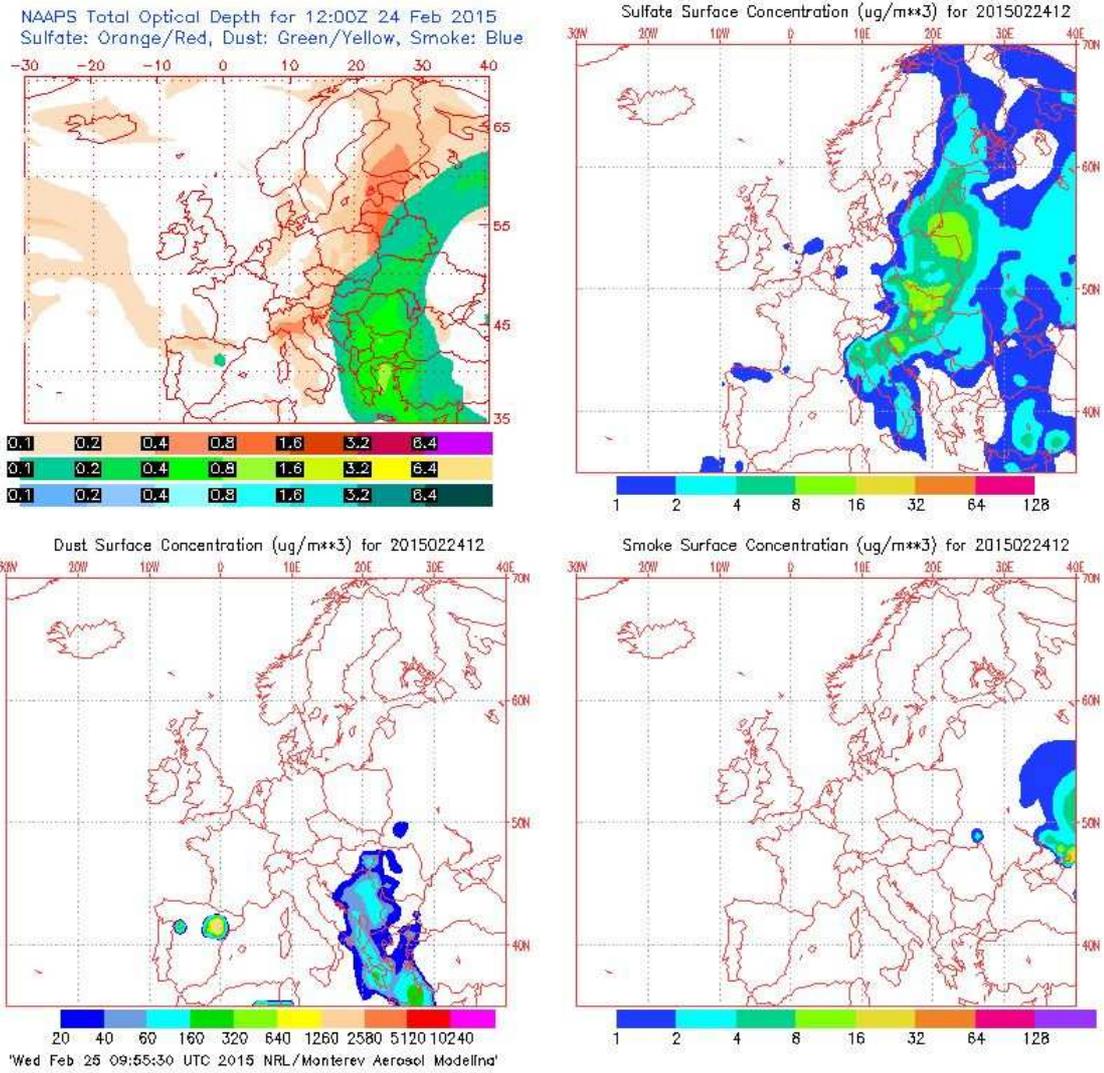


24 DE FEBRERO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 105 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Esta es la concentración media diaria más elevada de todo el año. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 45 µg/m³, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 40 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 44 µg/m³, registrada con el analizador gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 10,0 m y 7,96 m, valores correspondientes a niveles rojo y naranja de alerta, respectivamente. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 8,4 m y 6,98 m, valores correspondientes a niveles rojo y naranja de alerta, respectivamente. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 65,52 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

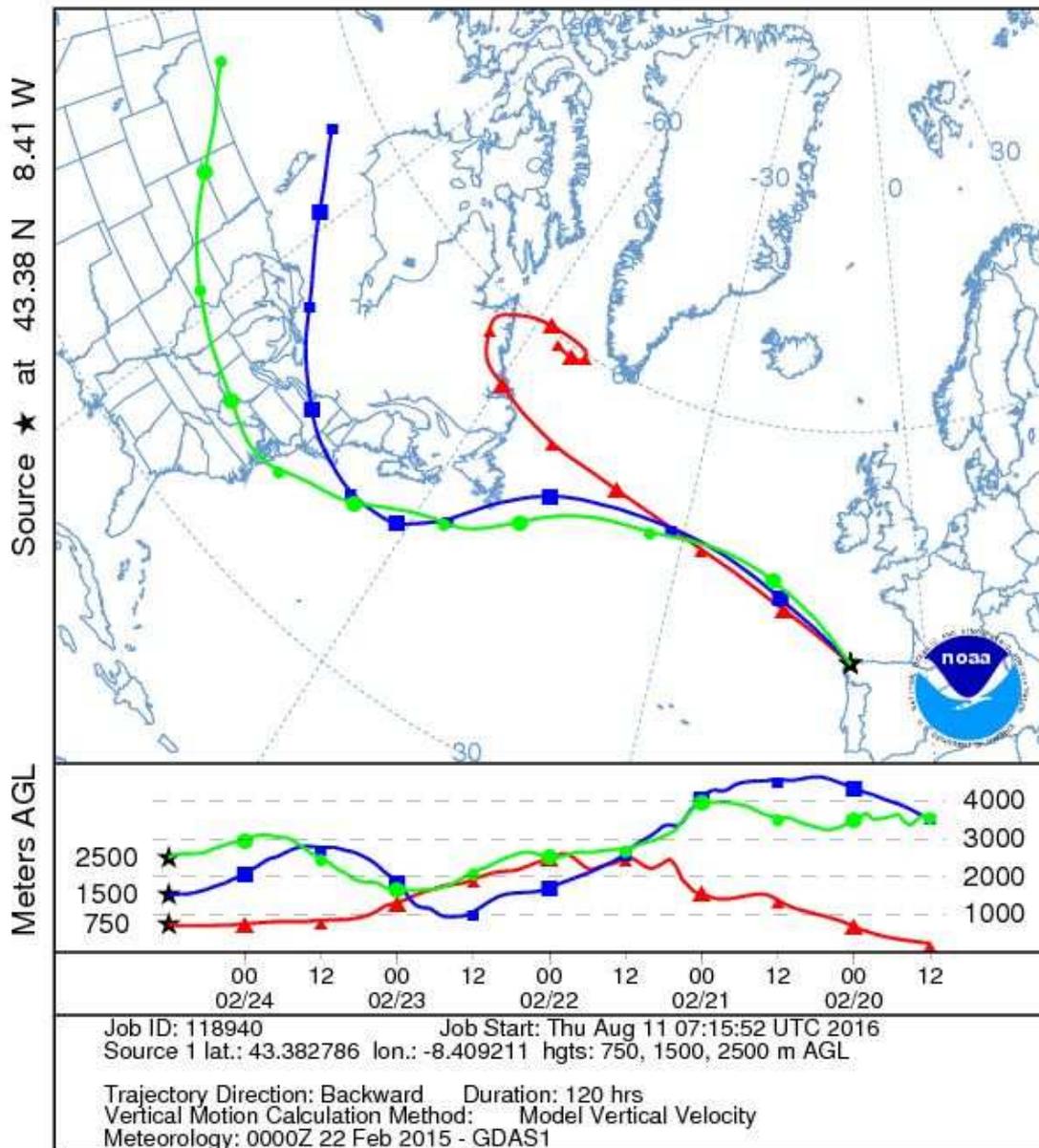


Gráfica 70. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 24/02/2015.



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 24 Feb 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 71. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 24/02/2015.

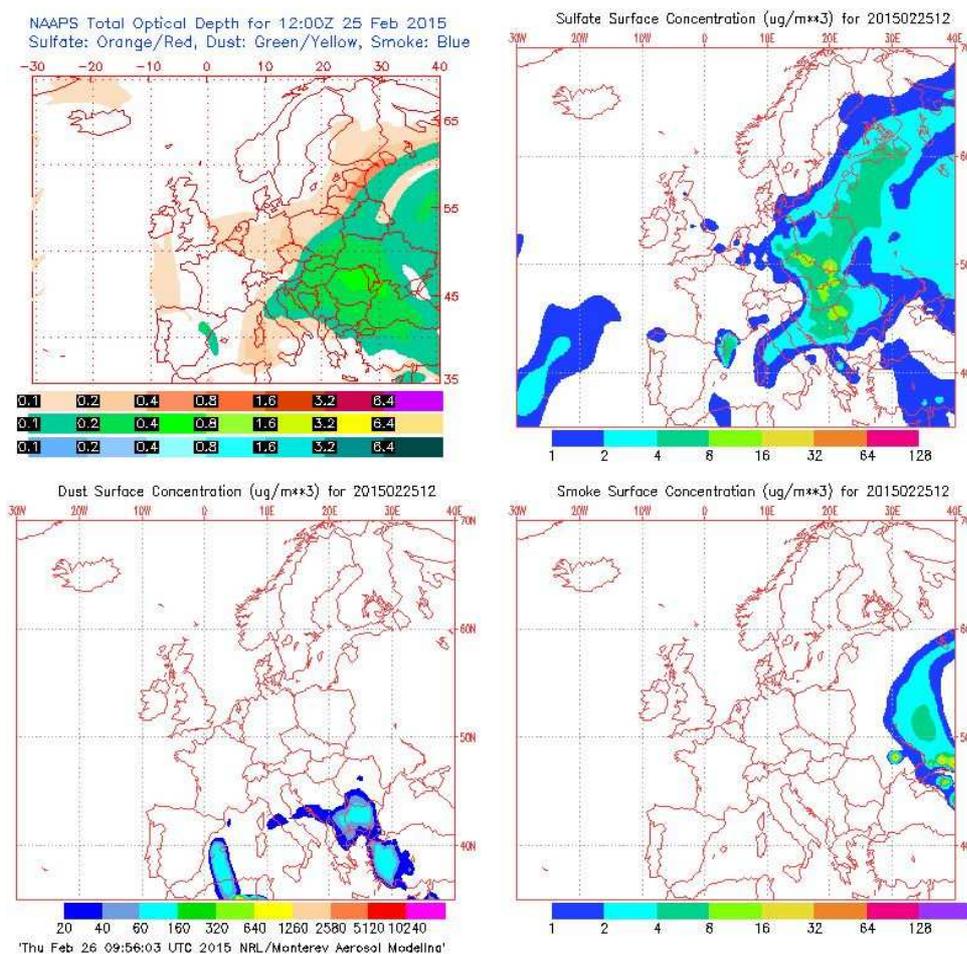


25 DE FEBRERO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 65 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 28 µg/m³, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 33 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 30 µg/m³, registrada con el analizador gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 6,3 m y 4,72 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 5,8 m y 4,25 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 37,87 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

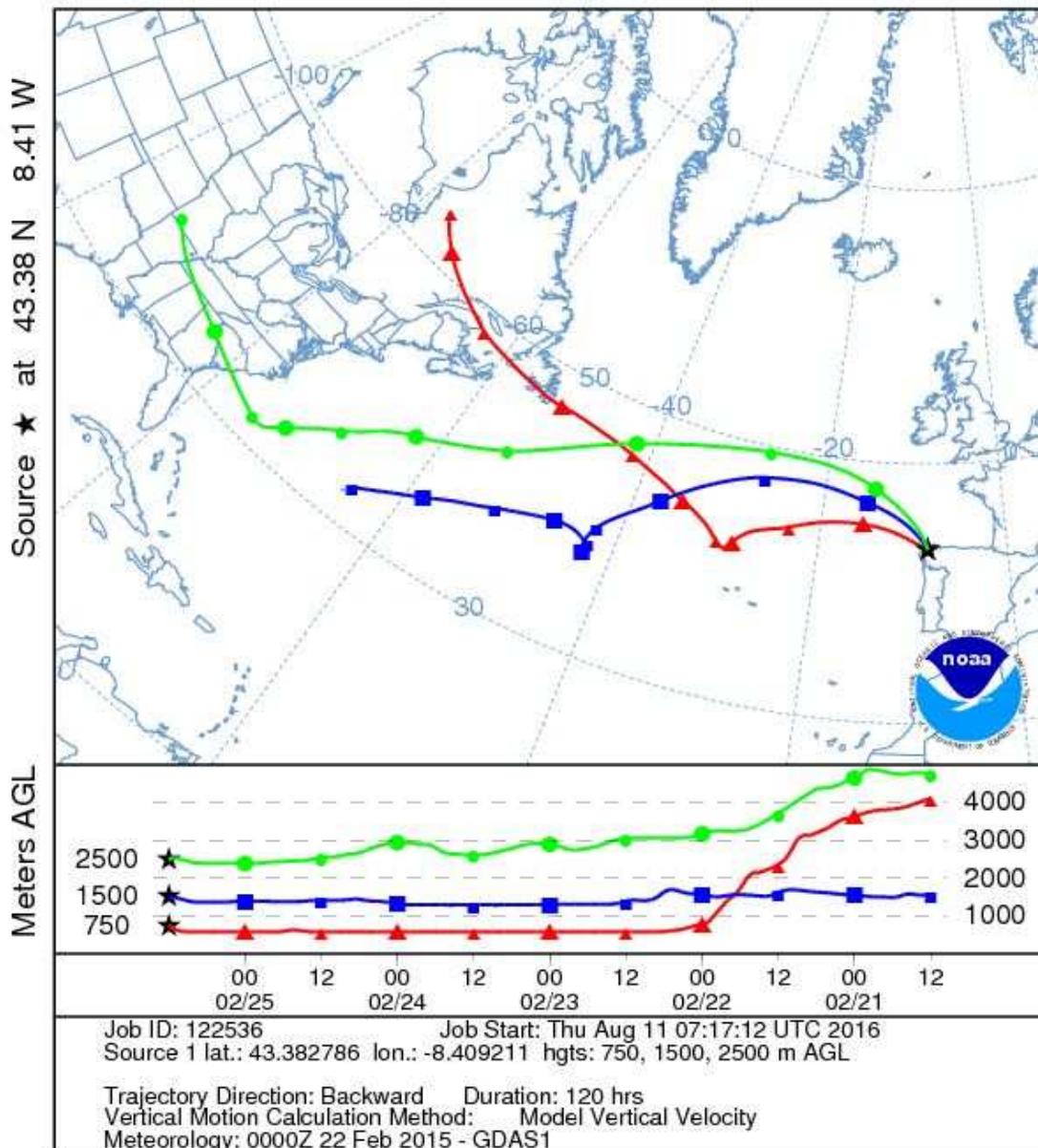


Gráfica 72. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 25/02/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano; y a 1500 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 25 Feb 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 73. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 25/02/2015.



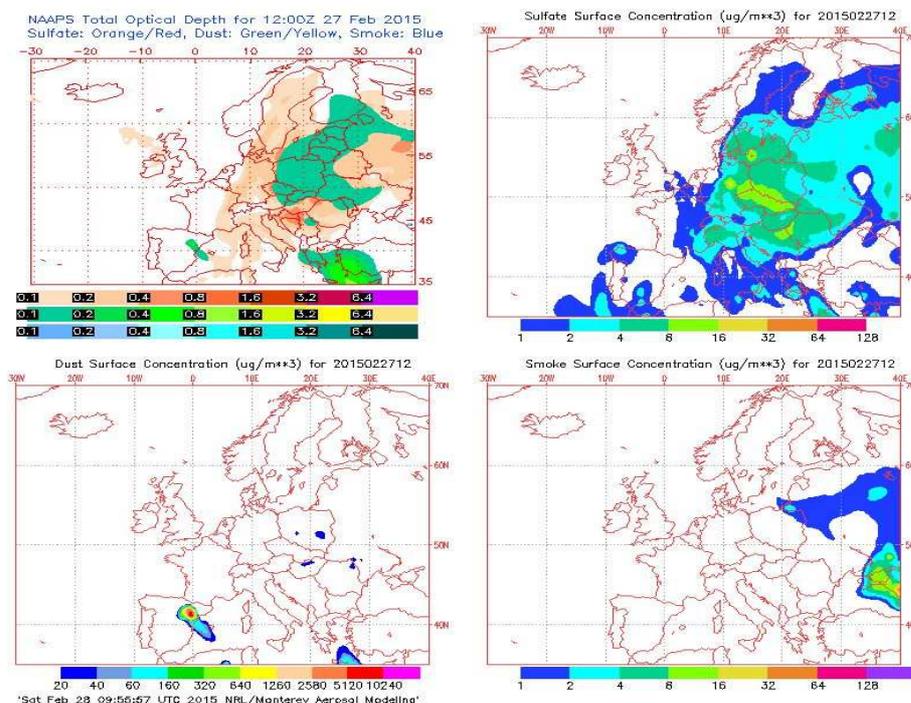
27 DE FEBRERO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $9,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 63,21%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $33,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 5,5 m y 4,19 m, respectivamente, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 4,4 m y 3,58 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de $41,29 \text{ km/h}$, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de $1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

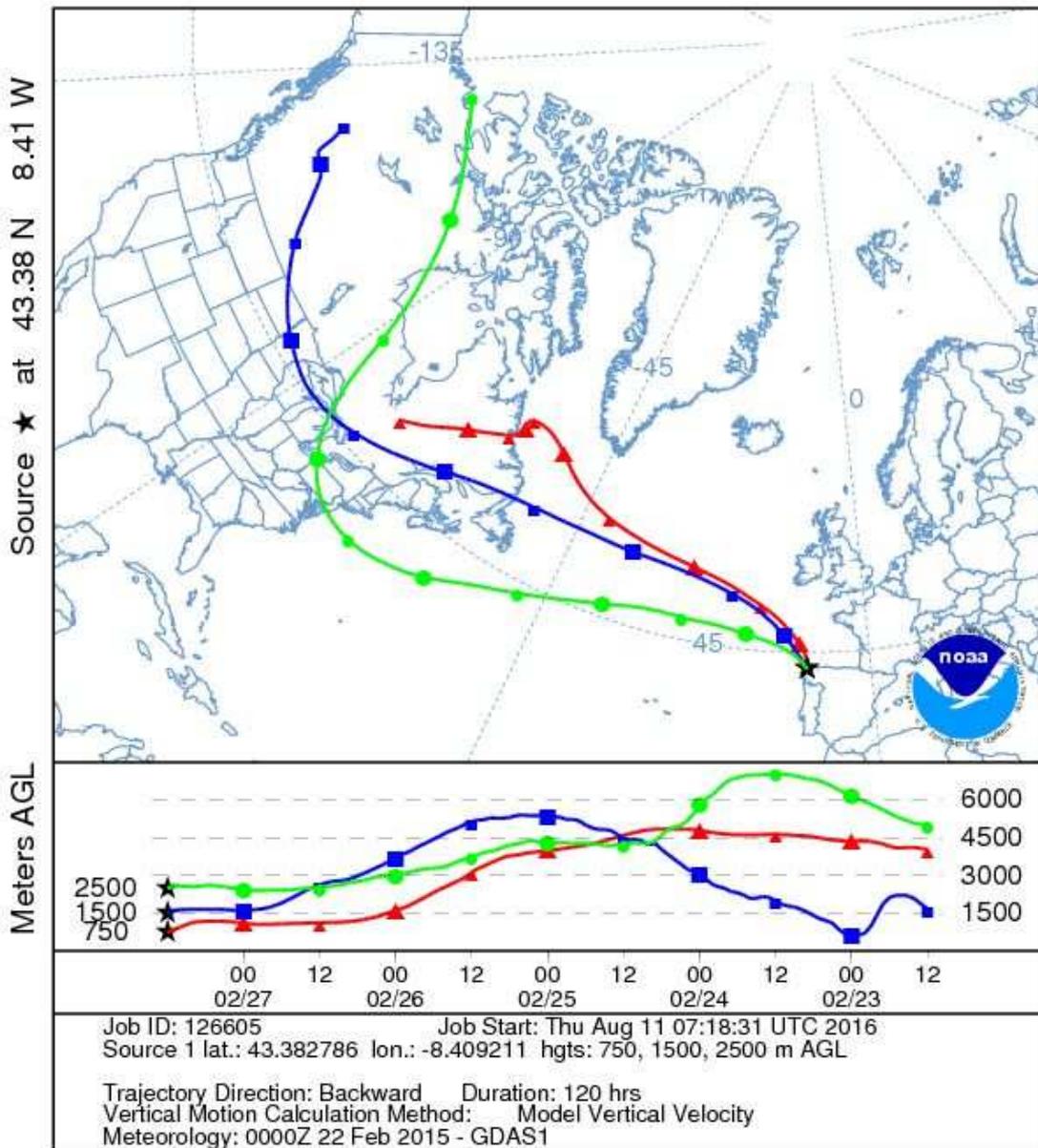


Gráfica 74. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 27/02/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el norte del continente americano, siendo de naturaleza costera para 2500 m.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 27 Feb 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 75. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 27/02/2015



2 DE MARZO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $11,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 66,24%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $29,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

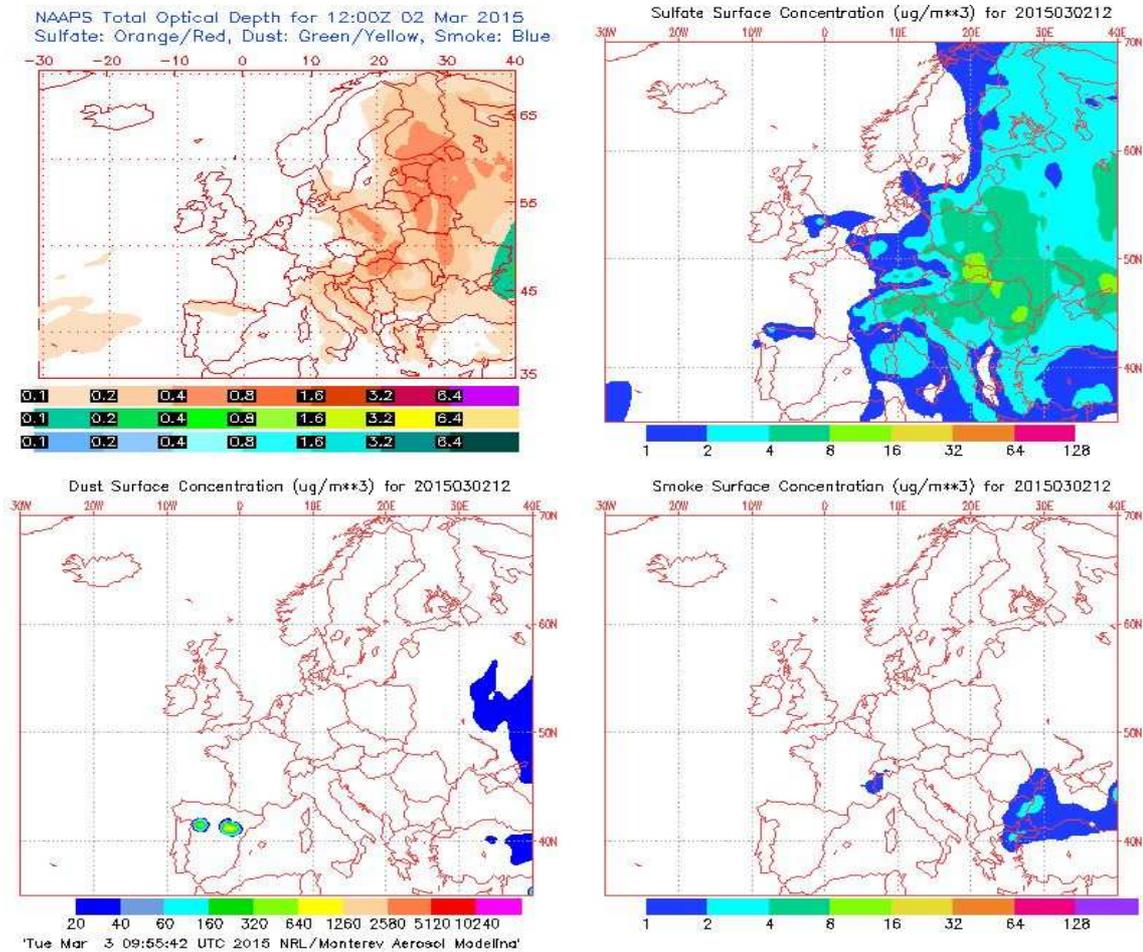
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 50,46%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 47,48%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,8 m y 4,29 m, respectivamente, correspondiendo ambos valores a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 4,2 m y 3,36 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 34,70 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

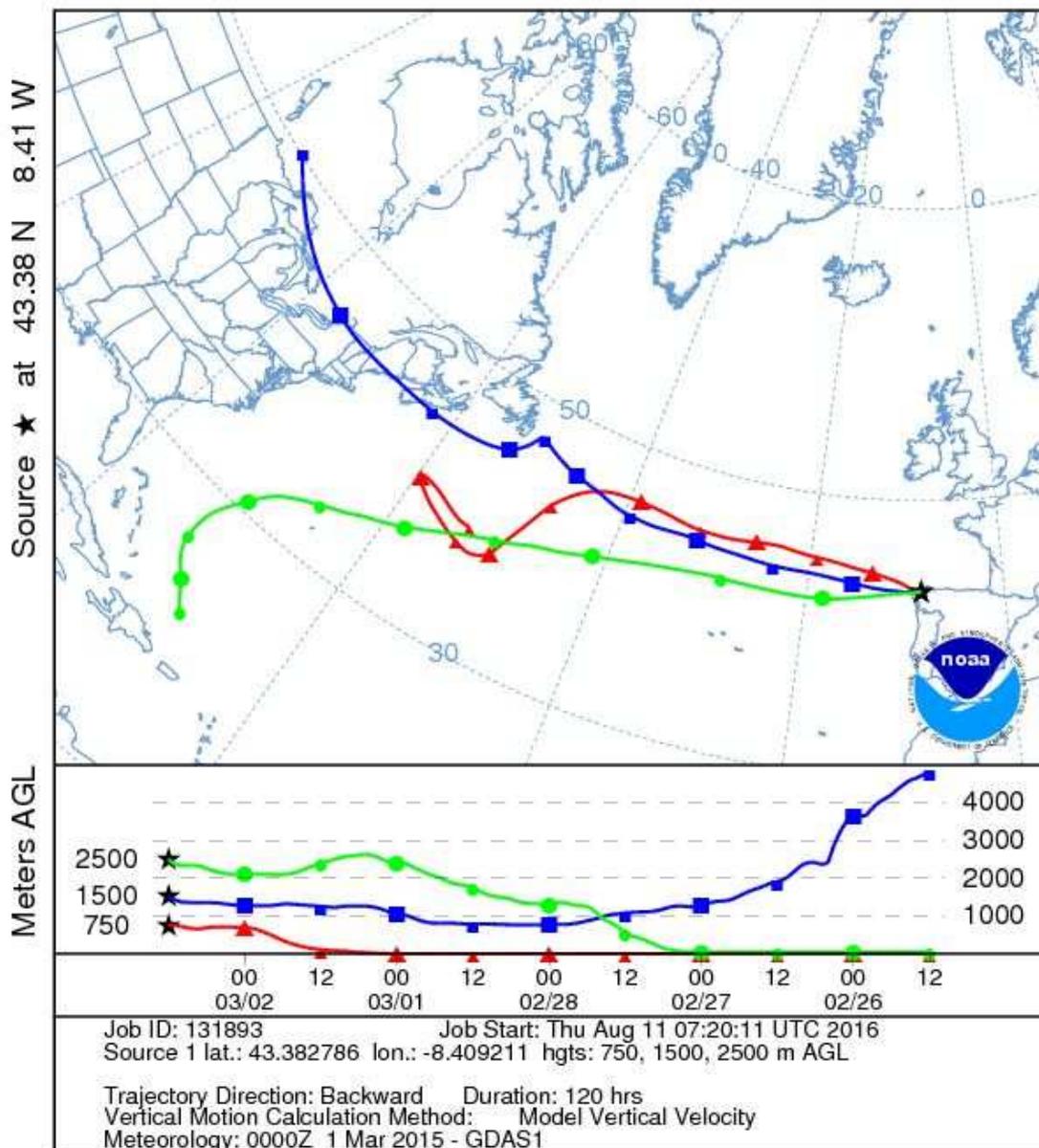


Gráfica 76. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 02/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 1500 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano; y a 2500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 02 Mar 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 77. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 02/03/2015



6 DE MARZO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $15,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 54,25%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $37,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

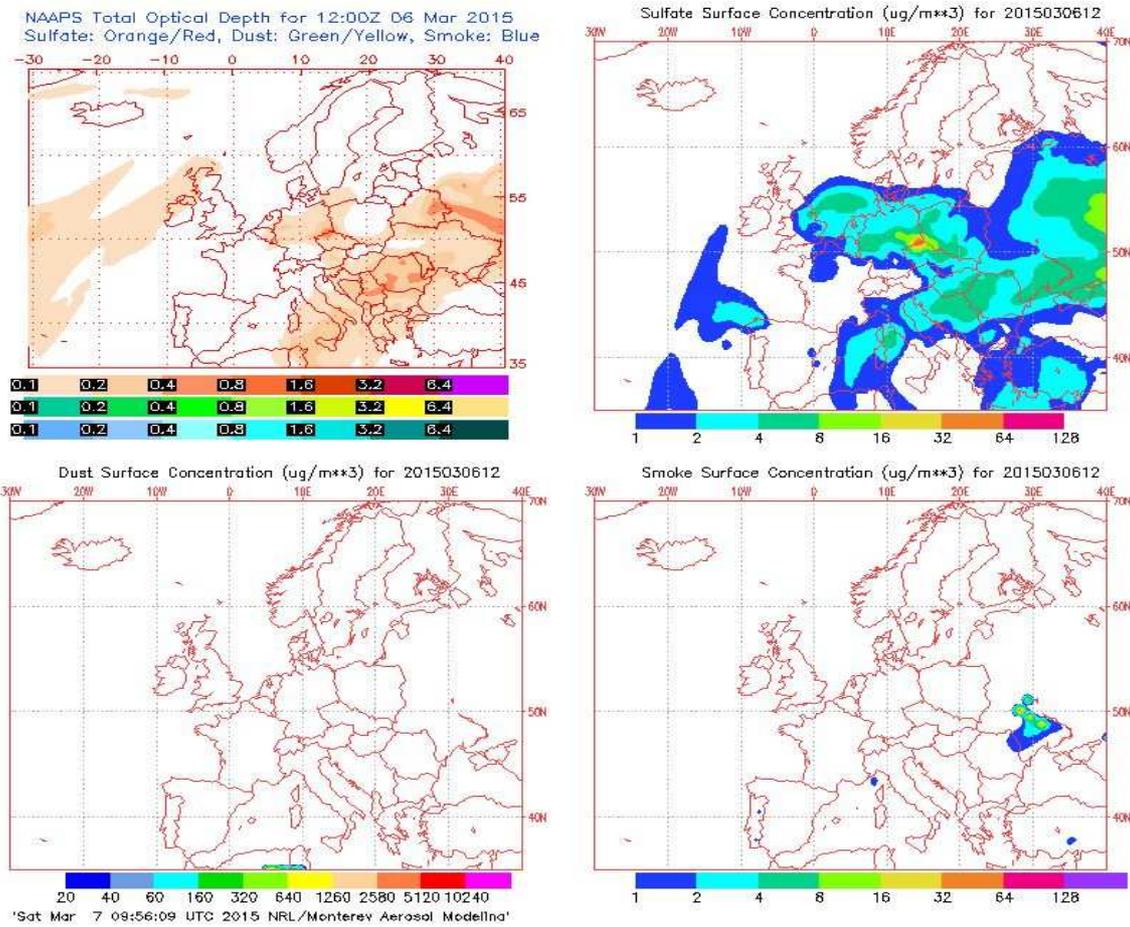
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $0,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 10,41%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,9 m y 3,46 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,6 m y 2,25 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 22,10 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $2,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 14,98%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

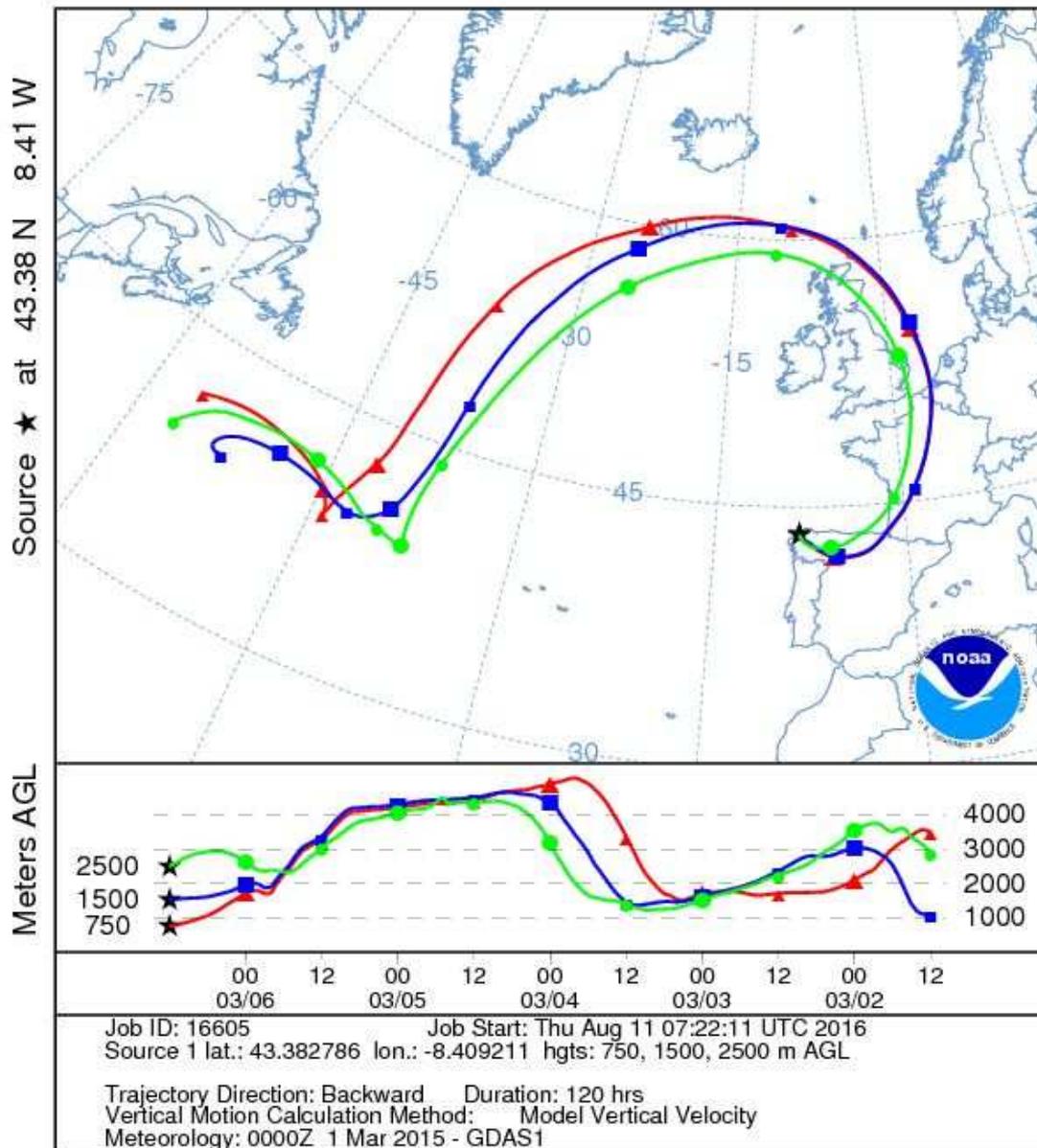


Gráfica 78. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 06/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias como el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 06 Mar 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 79. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 06/03/2015



7 DE MARZO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $7,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 37,75%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $52,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación no es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

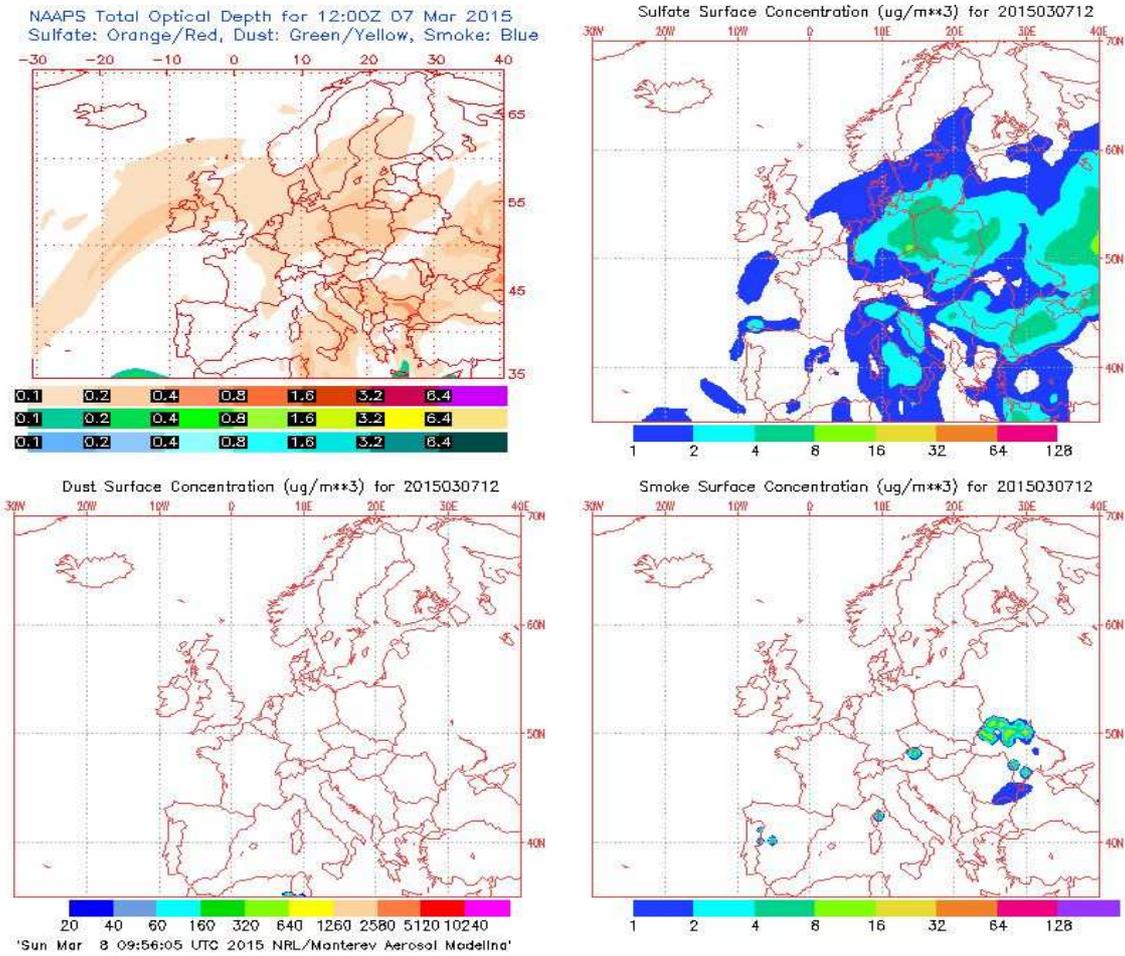
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 14,38%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,0 m y 2,54 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,4 m y 2,07 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 20,92 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose para el gravimétrico el límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 19,93%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



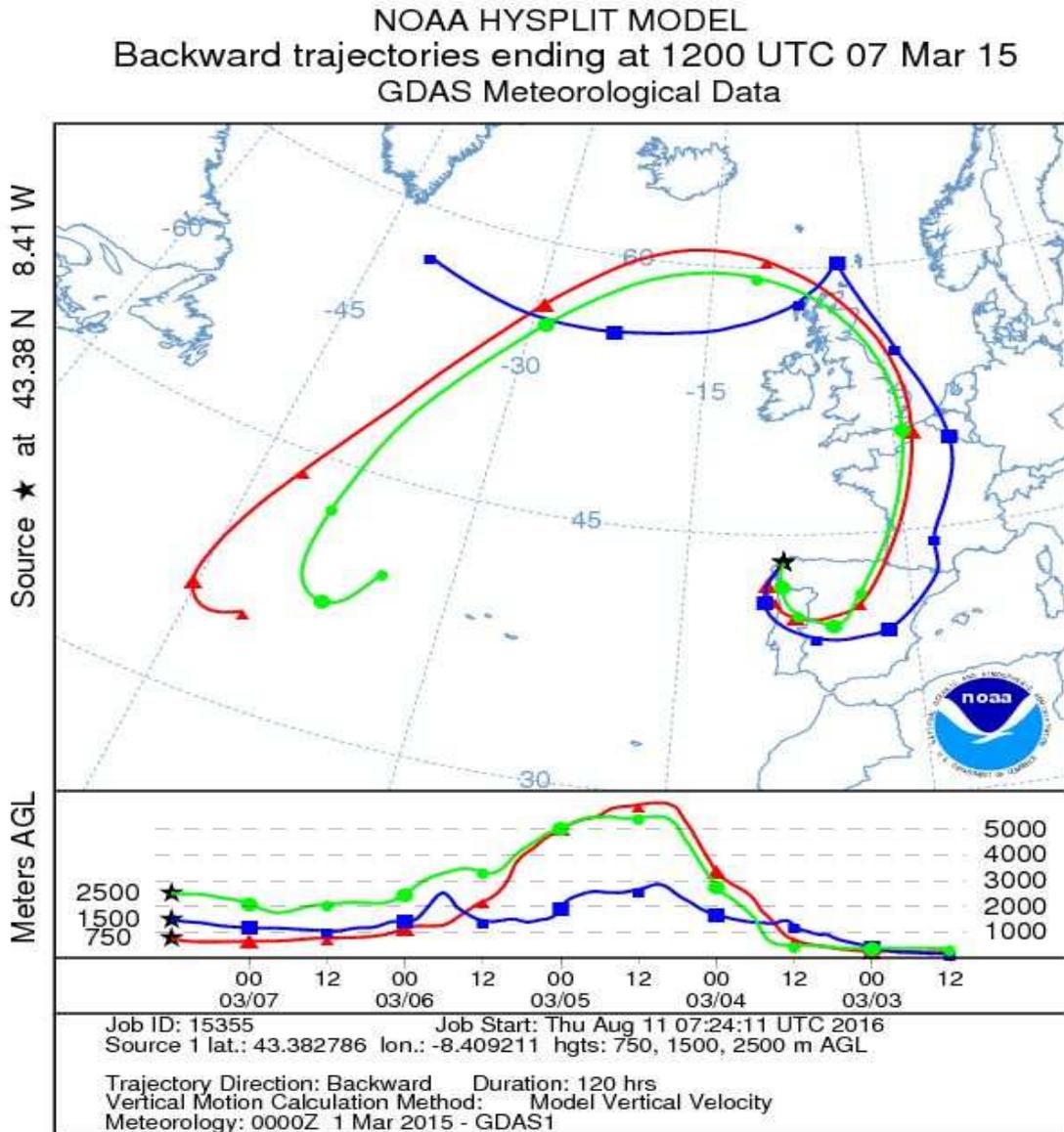
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 80. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 07/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias como el Océano Atlántico.

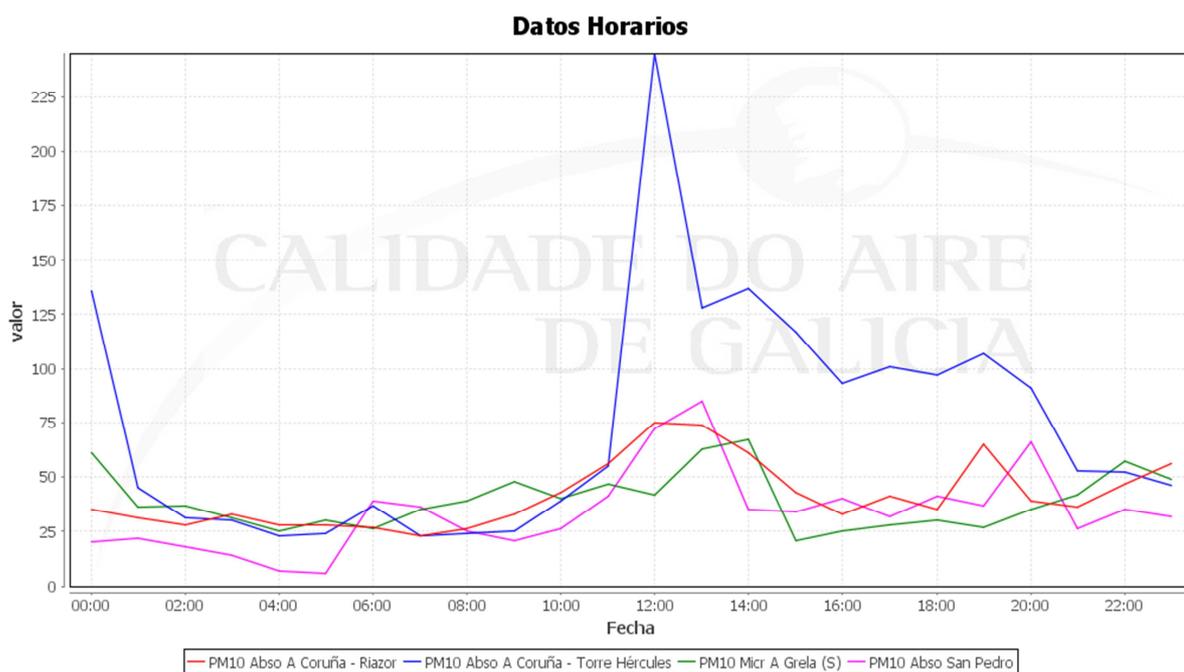


Gráfica 81. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 07/03/2015

Tras realizar el descuento de sal marina, vemos que no se logra reducir el valor de PM_{10} por debajo del límite de superación diaria. A su vez, si se observa el valor obtenido por el analizador automático en A Grela, que está situada en una zona industrial, con tránsito de tráfico, y de San Pedro, que es una estación más apartada, se obtuvieron $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Teniendo presente el valor obtenido en Riazor, de $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, vemos que no se puede descartar la influencia de la contaminación derivada del tránsito del tráfico.

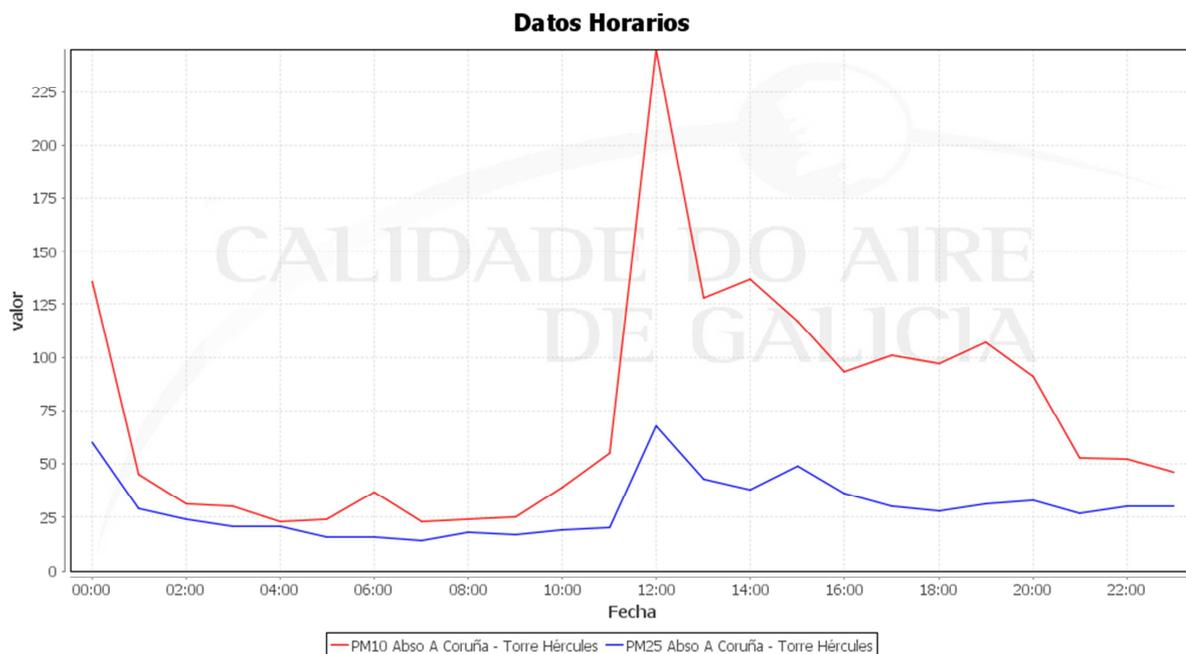


Una manera de estudiar la relación entre los datos de PM_{10} en las distintas estaciones es evaluarlos gráficamente con los datos horarios de susodicho día. Así, comprobamos lo esperado, es decir, niveles similares a lo largo del día de las estaciones de Riazor, A Grela y San Pedro, con sus inevitables peculiaridades. Lo interesante en este caso es que sí que existe cierta similitud entre la tendencia de Torre de Hércules, Riazor y A Grela, es decir, las tres estaciones con influencia del tránsito de automóviles. Asimismo, se ve claramente que aproximadamente a partir de las 08:00 y hasta las 20:00 del mismo día es el intervalo de tiempo en el cual se concentran los valores apreciables de PM_{10} , franja horaria la cual se ajusta bastante bien a las jornadas laborales de los trabajadores de la ciudad.



Gráfica 82. Datos de concentración media horaria, en $\mu g/m^3$ de PM_{10} en las estaciones de A Coruña Torre de Hércules, A Grela, Riazor y San Pedro el 07/03/2015

Por otro lado, podemos comparar la evolución de las concentraciones de PM_{10} y de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules a lo largo del día, de nuevo atendiendo al comportamiento horario. En este caso, vemos que siguen la misma tendencia, y que se mantienen en valores razonables si los comparamos entre sí.



Gráfica 83. Datos de concentración media horaria, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$ en la estación de A Coruña Torre de Hércules, el 07/03/2015

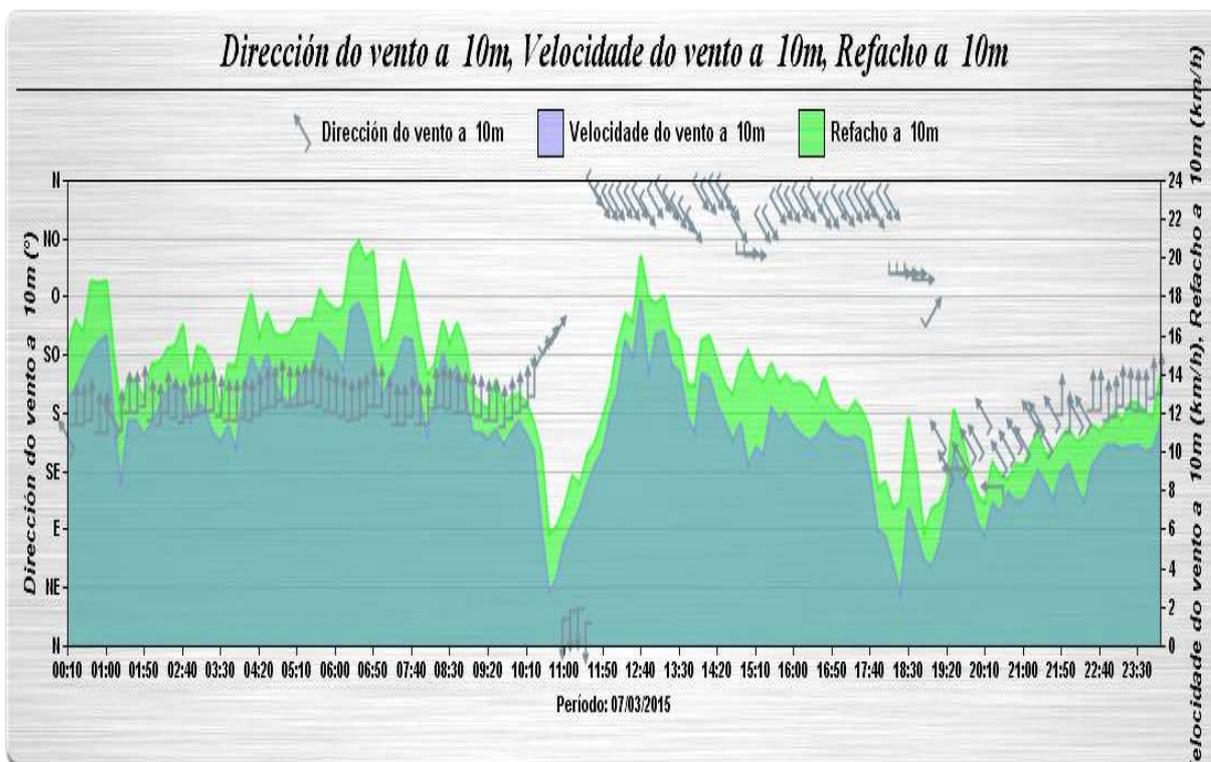
Como vemos, la racha de viento en Coruña-Dique fue de 20,92 km/h, y la velocidad media a lo largo del día fue de 11,2 km/h en la misma localización. Esto lo que nos sugiere es que en aquellos momentos del día en los que se registra componente sur, y sus variantes este-oeste, la posible contaminación que llegaría a Torre de Hércules sería más persistente que si tuviésemos una racha de viento mucho más elevada comparada con la velocidad media, lo que haría que esa nube de aire se trasladase rápidamente hacia el mar. Por otra parte, es muy importante reseñar que en este día no se registraron precipitaciones, lo cual no limpia el aire y contribuye al mantenimiento de esta masa de aire.

A continuación, mostramos una gráfica con la dirección y velocidad del viento junto a la racha de viento en Coruña-Dique a lo largo del día de interés, en horario UTC. Como se puede observar, hasta aproximadamente las 10:00, tenemos una componente sur muy clara, lo cual atraería el aire procedente de la ciudad hasta la localización de la Torre de Hércules. Después, entre las 10:00-12:00, tenemos una fuerte disminución de las velocidades y un cambio de dirección del viento, siendo de naturaleza norte, cambiando ésto a partir de las 19:00 aproximadamente, cuando la velocidad vuelve a los niveles del inicio del día, y adquiere una dirección noroeste. A partir de este momento, que coincide más o menos con la finalización de la jornada laboral, la velocidad disminuye, y la dirección de procedencia del viento es sureste, de nuevo trayendo la contribución urbana hacia la localización de la Torre de Hércules, contribuyendo ésto a la permanencia de la masa.

Por lo tanto, vemos como en los momentos de mayor uso de vehículos, como son el inicio de la jornada laboral y el final de ésta, tenemos aire procedente de la ciudad, con especial interés en la segunda de éstas, cuando la velocidad disminuye y contribuye claramente a la permanencia de la misma. No así con el mediodía, que es otro momento de gran incidencia de tráfico, así que no podemos asegurar que ésto sea concluyente, pero sí interesante.



Asimismo, el hecho de que la velocidad media y la racha de viento estén por debajo de 5 km/h a las 11:00, nos insinúa que la masa de aire no se mueve en ese momento. Si retomamos la gráfica acerca de la concentración de PM₁₀, vemos que hay un pico muy llamativo a las 12:00, lo cual podría estar relacionado con este hecho.



Gráfica 84. Dirección y velocidad del viento junto a la racha de viento en Coruña-Dique el 07/03/2015

También son peculiares los bajos niveles de concentración de sal marina, y el análisis de retrotrayectorias y la concentración de sulfato en superficie no nos muestran un caso de interés, al igual que se constituye como un día con un oleaje y racha de viento bastante corrientes.

Por lo tanto, y como el viento en Torre de Hércules procede del sureste, es decir, de la ciudad, podríamos aventurarnos a decir que la incidencia del tráfico es plausible, a la vista de los niveles obtenidos en otras regiones urbanas y la dirección del viento predominante. Por lo tanto, todo apunta a la posibilidad de que se trate de una episodio causado por agentes antropogénicos.



8 DE MARZO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $8,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 49,95%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $39,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

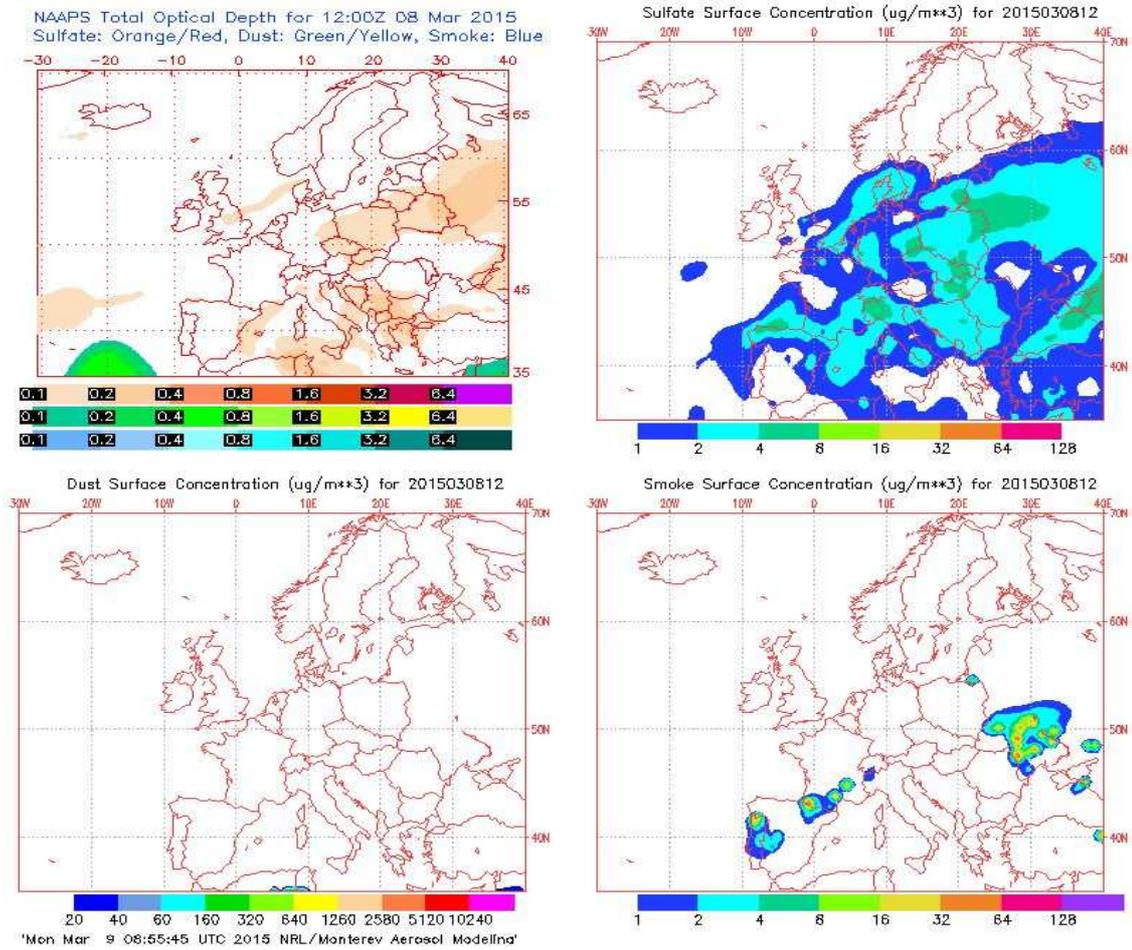
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $0,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 6,49%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,8 m y 3,25 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,5 m y 2,74 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 30,35 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 25,10%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se han identificado episodios de quema de biomasa, pero no de intrusiones de polvo sahariano.

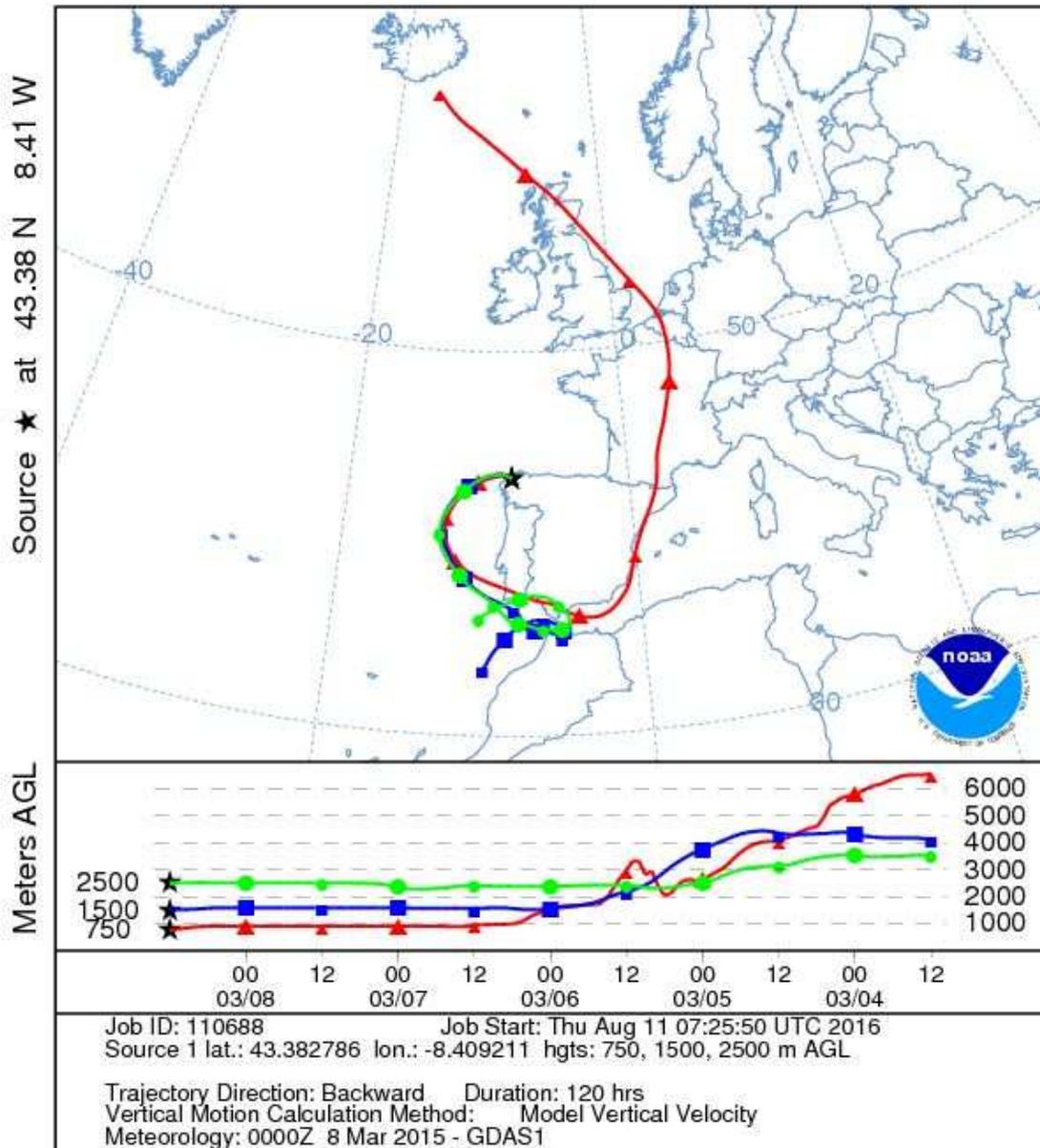


Gráfica 85. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 08/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de zonas limpias como el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 08 Mar 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 86. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 08/03/2015



9 DE MARZO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $6,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 45,30%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $37,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

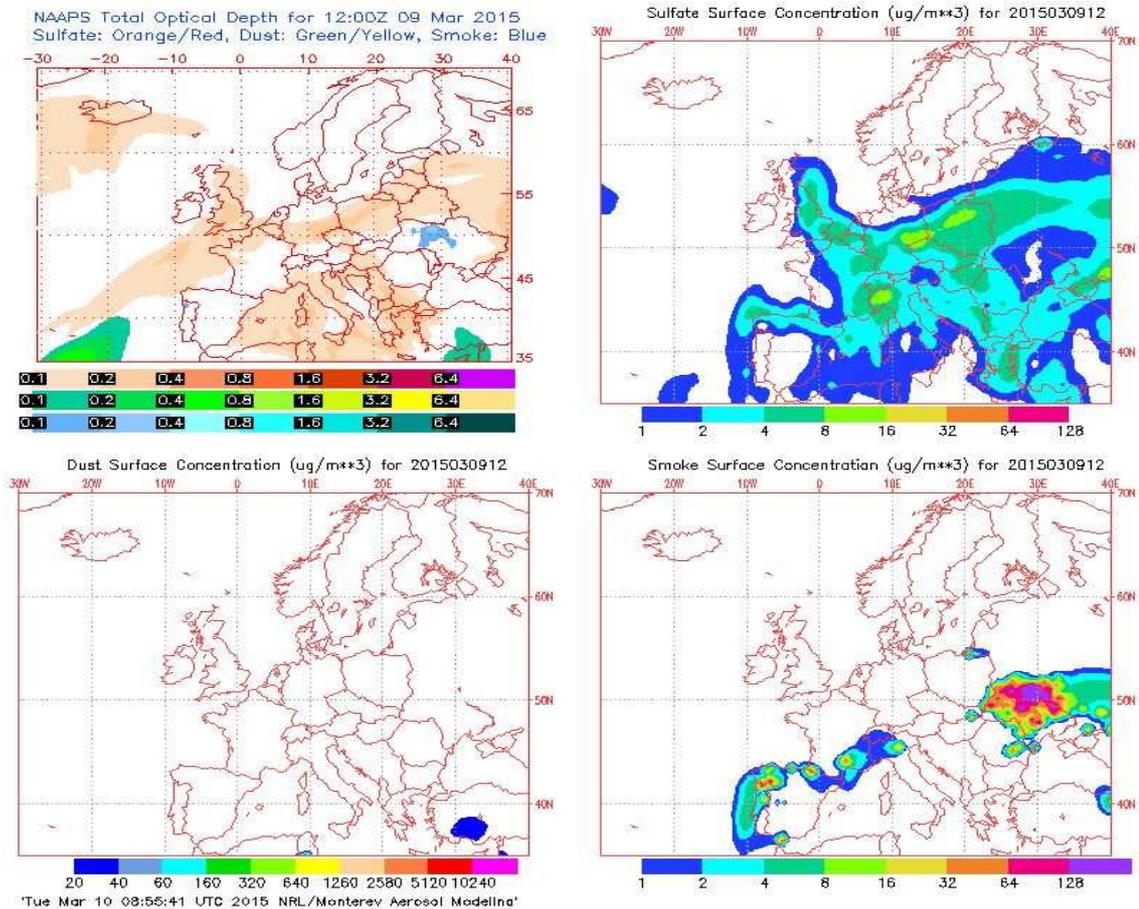
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $0,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 15,85%, lo cual se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $2,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 19,55%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,3 m y 3,57 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 4,0 m y 3,17 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 25,27 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado



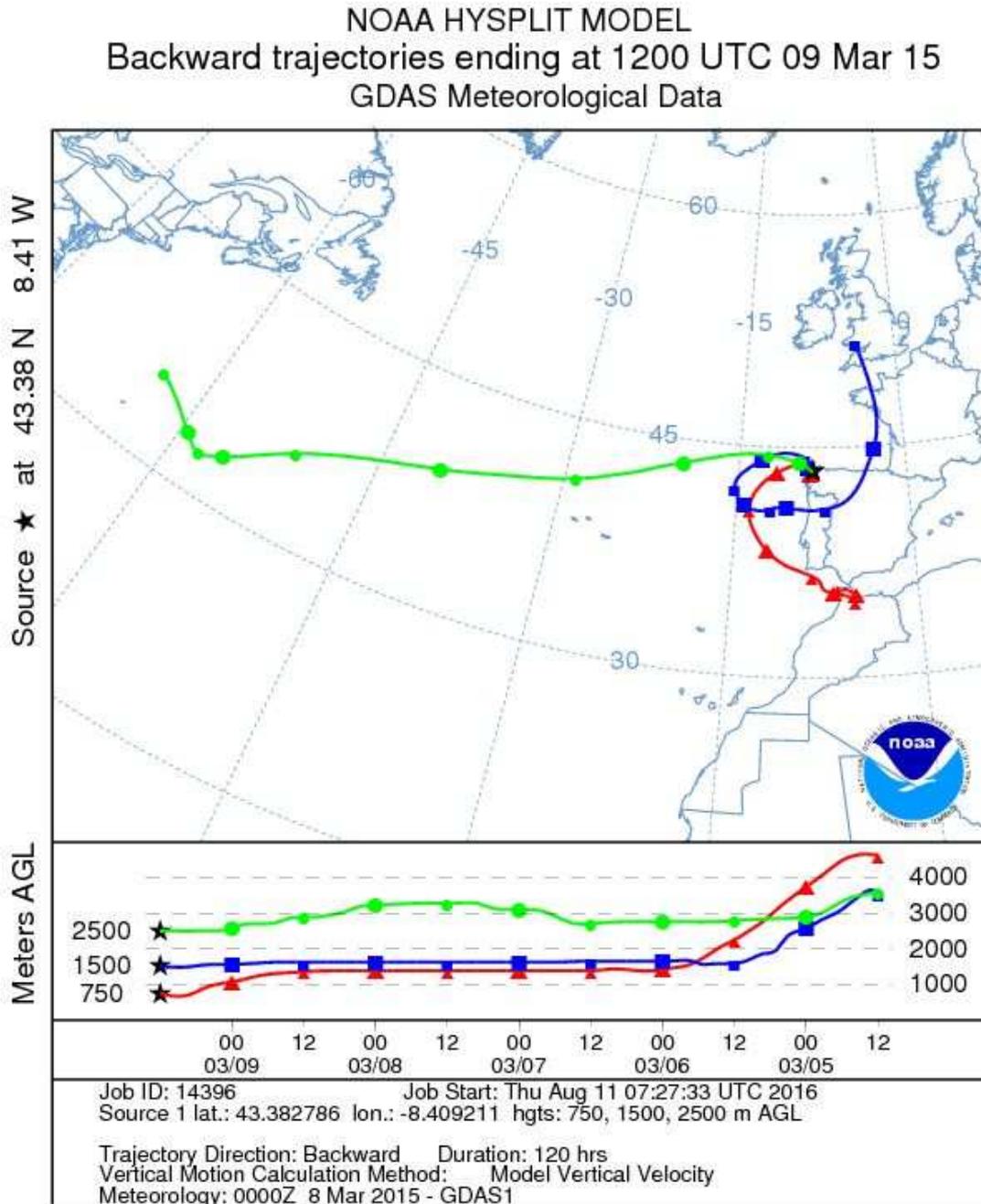
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se han identificado episodios de quema de biomasa, pero no de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 86. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 09/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; a 1500 m, procede de la costa del Reino Unido; y a 750 m, procede de la costa del norte del continente africano.



Gráfica 88. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 09/03/2015



10 DE MARZO DE 2015

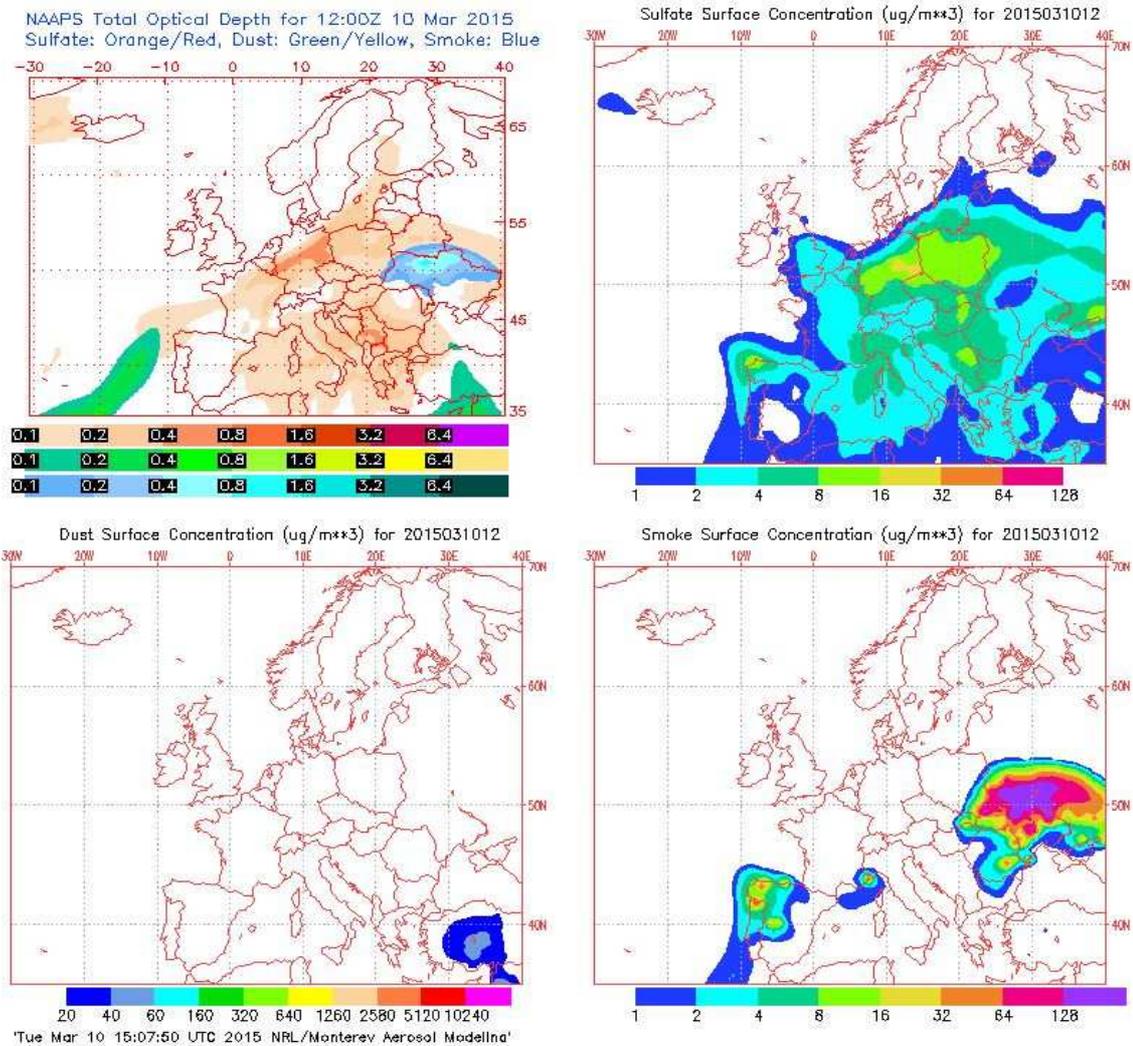
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $10,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 50,43%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $38,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 26,65%, siendo esto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,3 m y 3,46 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 4,1 m y 3,35 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 22,68 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 8-16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se han identificado episodios de quema de biomasa, pero no de intrusiones de polvo sahariano.

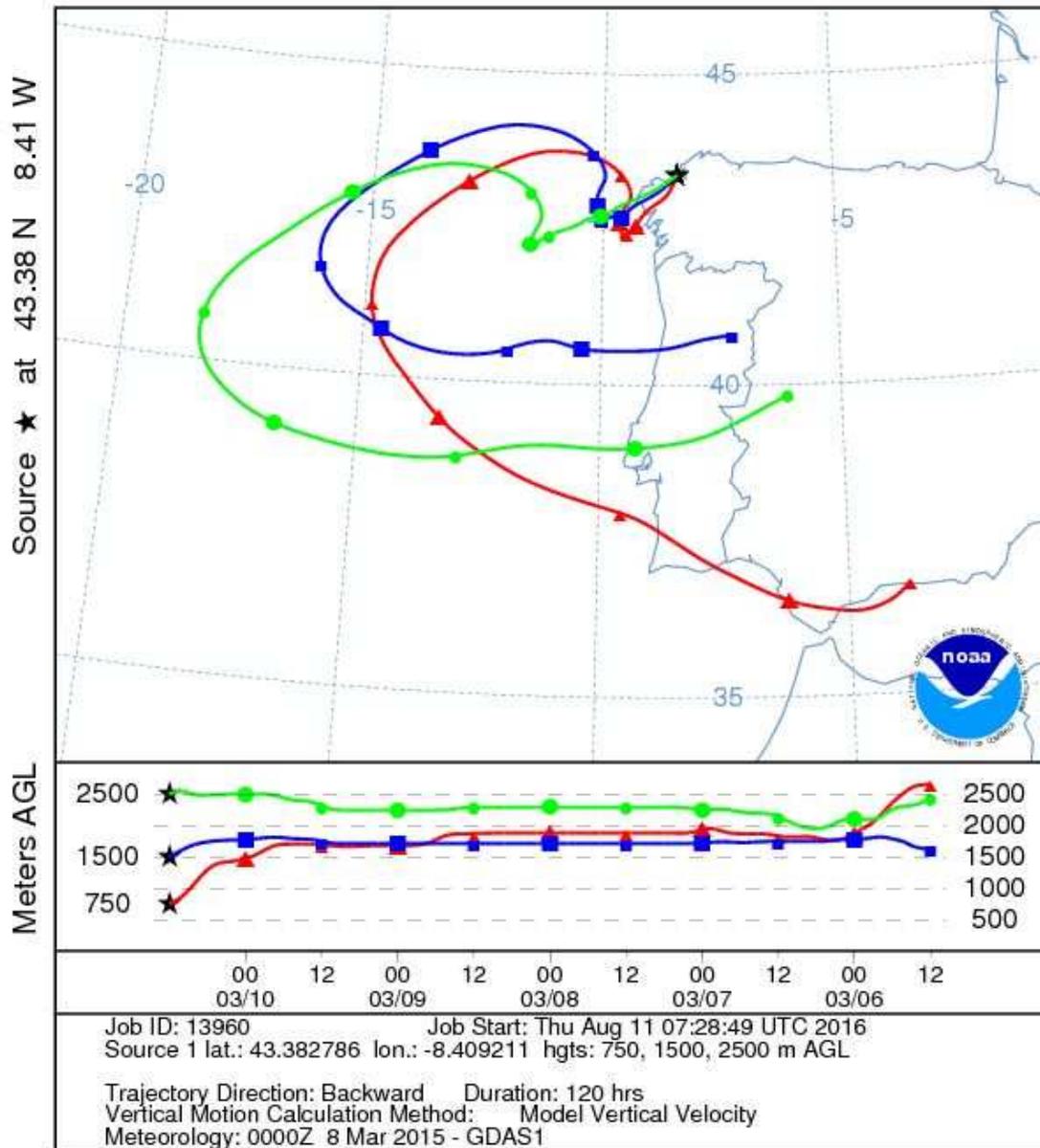


Gráfica 89. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 10/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de la Península Ibérica. Para 2500 m y 1500 m, procede de zonas del interior, mientras que para 750 m procede del sur de la península, concretamente de una zona costera.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 10 Mar 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 90. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 10/03/2015

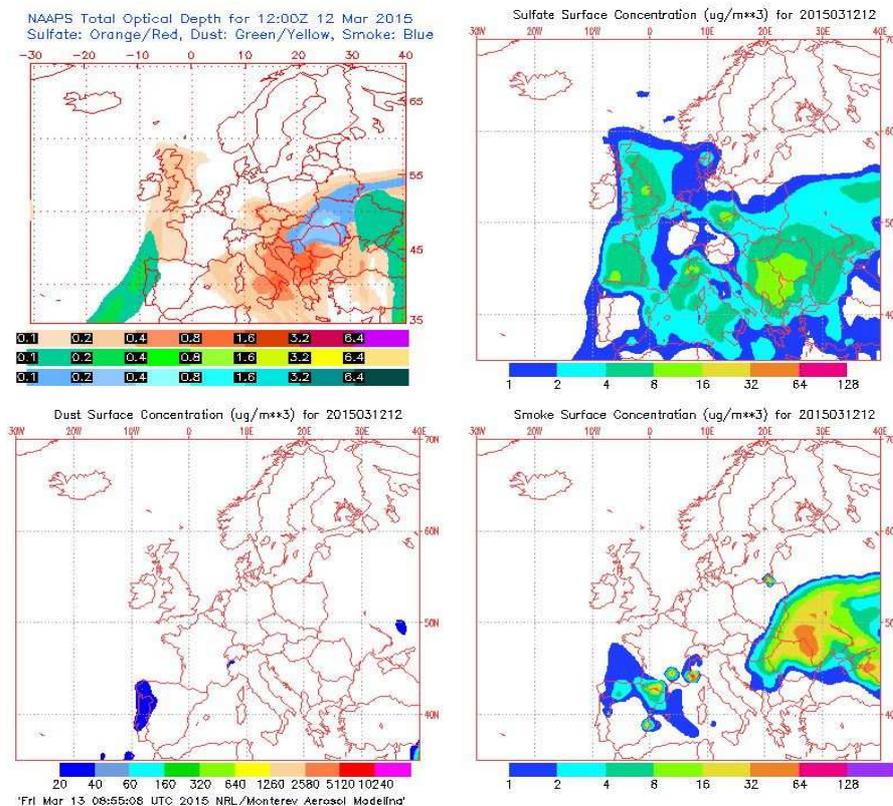


12 DE MARZO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 56 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 29 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 37 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 54 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 51 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 2,0 m y 1,54 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 1,4 m y 1,12 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 46,44 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano. El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de 18 µg/m³, por lo que no estaríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en 38 µg/m³.

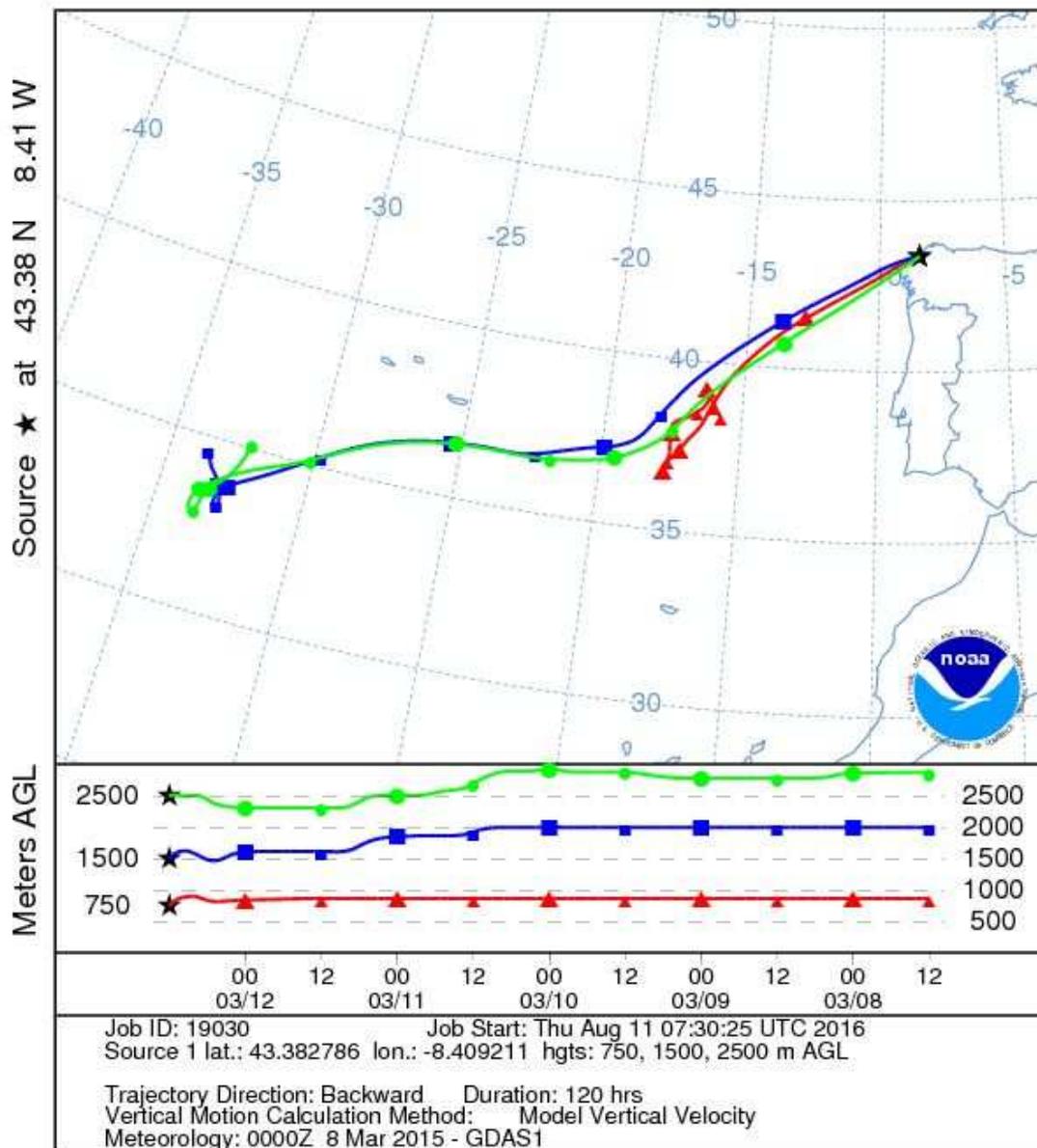


Gráfica 91. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 12/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 12 Mar 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 92. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 12/03/2015

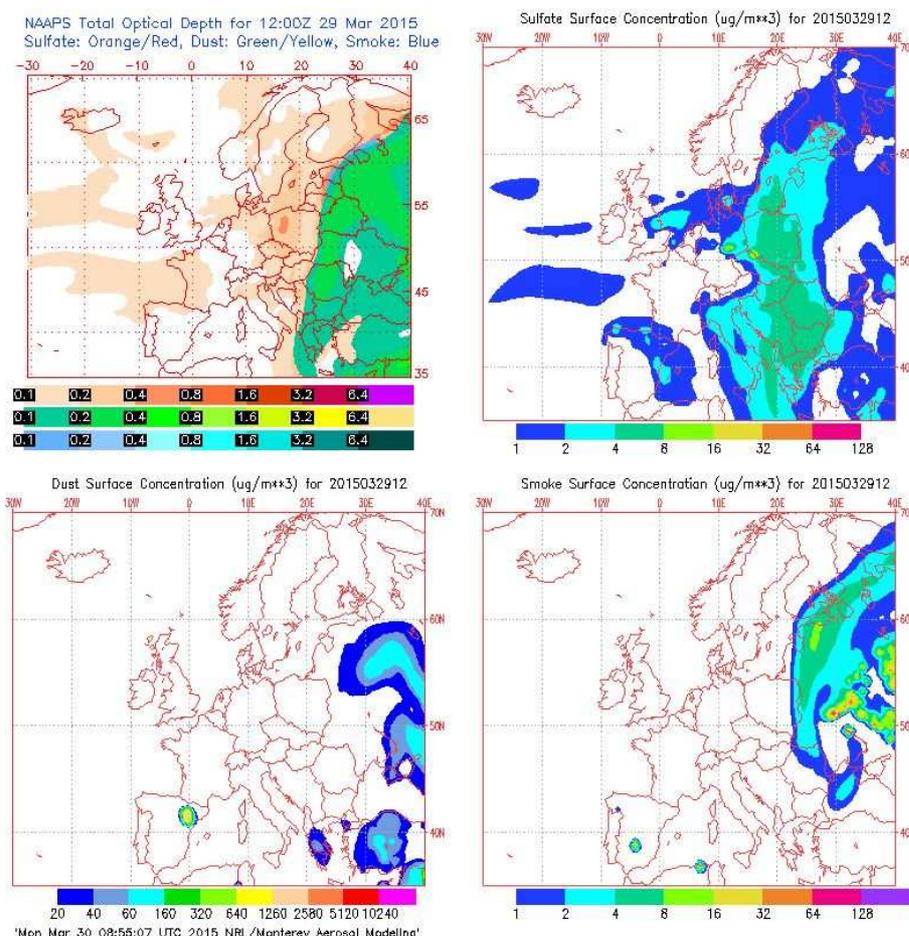


29 DE MARZO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 55 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 19 µg/m³, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 21 µg/m³, registrada con el analizador automático, valor el cual no resulta ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,0 m y 3,23 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,9 m y 2,46 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 33,16 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

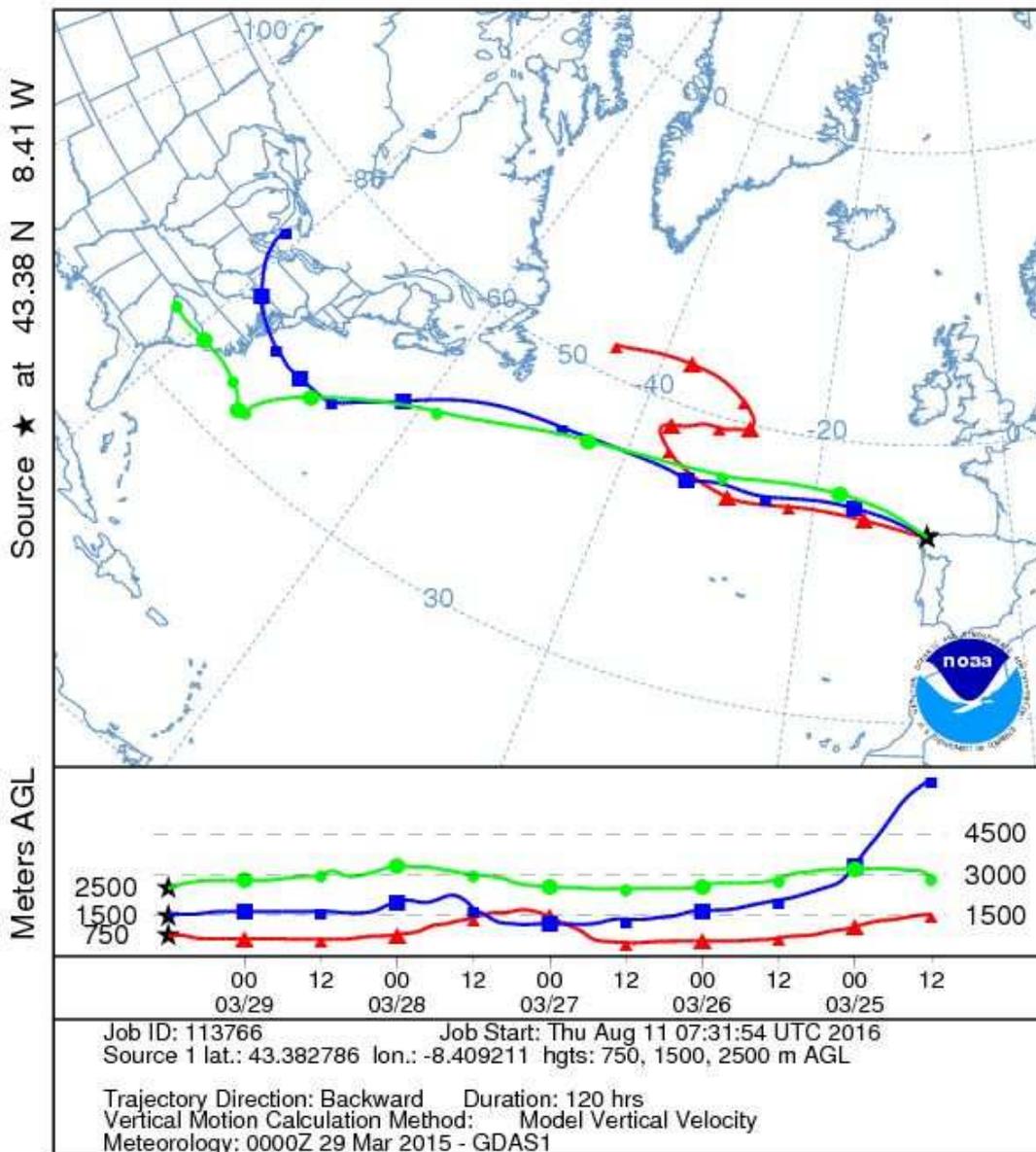


Gráfica 93. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 29/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 29 Mar 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 94. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 29/03/2015



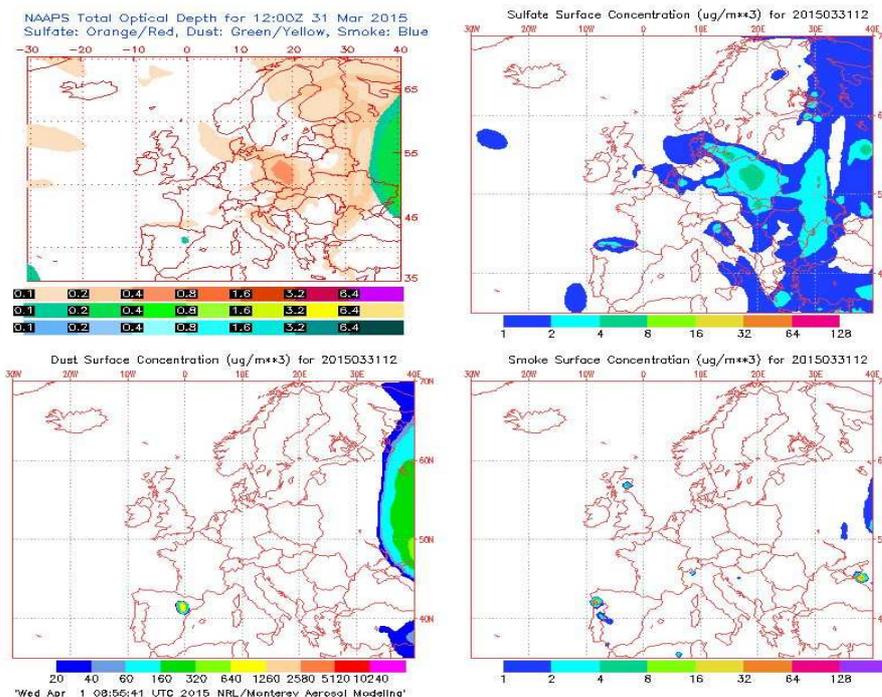
31 DE MARZO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 52 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 38 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 8,17 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 70,31%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 25,28 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 17 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 11 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 18 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 22 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,5 m y 3,10 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,2 m y 2,74 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 24,80 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

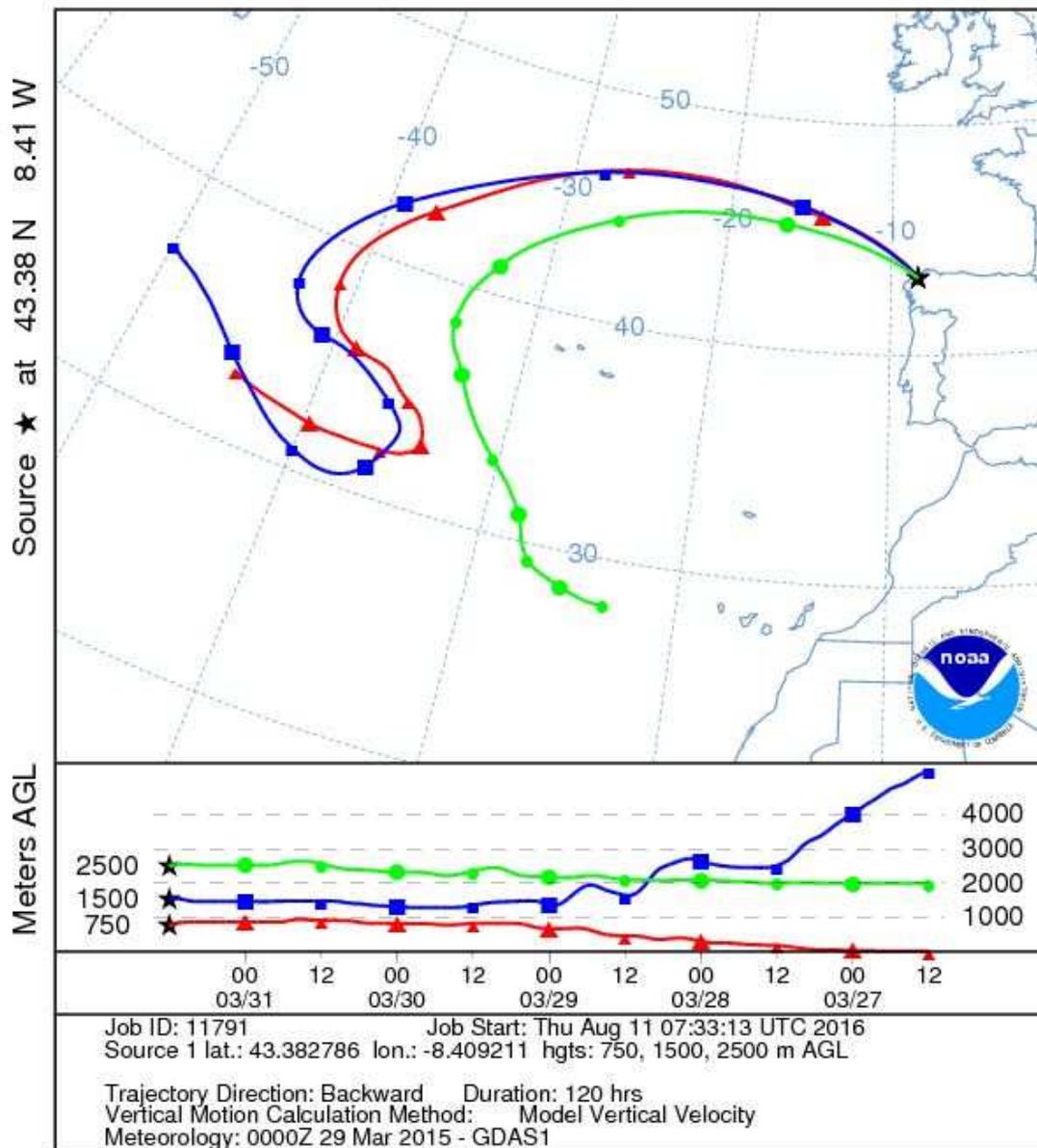


Gráfica 95. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 31/03/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias como el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 31 Mar 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 96. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 31/03/2015



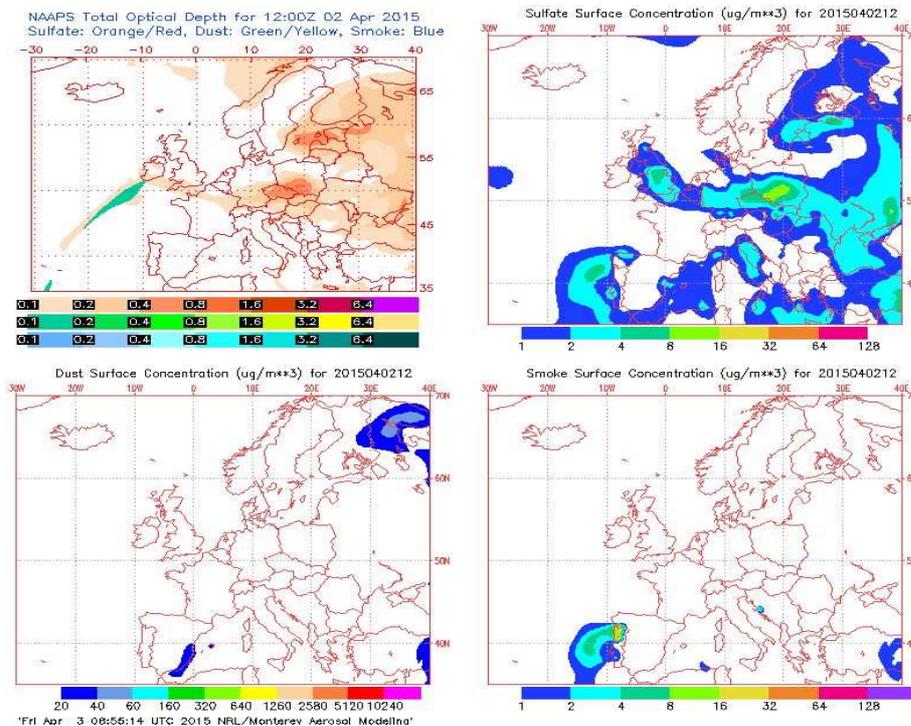
2 DE ABRIL DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 64 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 65 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 12,24 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 61,58%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 23,98 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 23 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 14 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 34 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 71 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en el caso del gravimétrico el límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,3 m y 2,61 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,9 m y 2,48 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 25,06 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

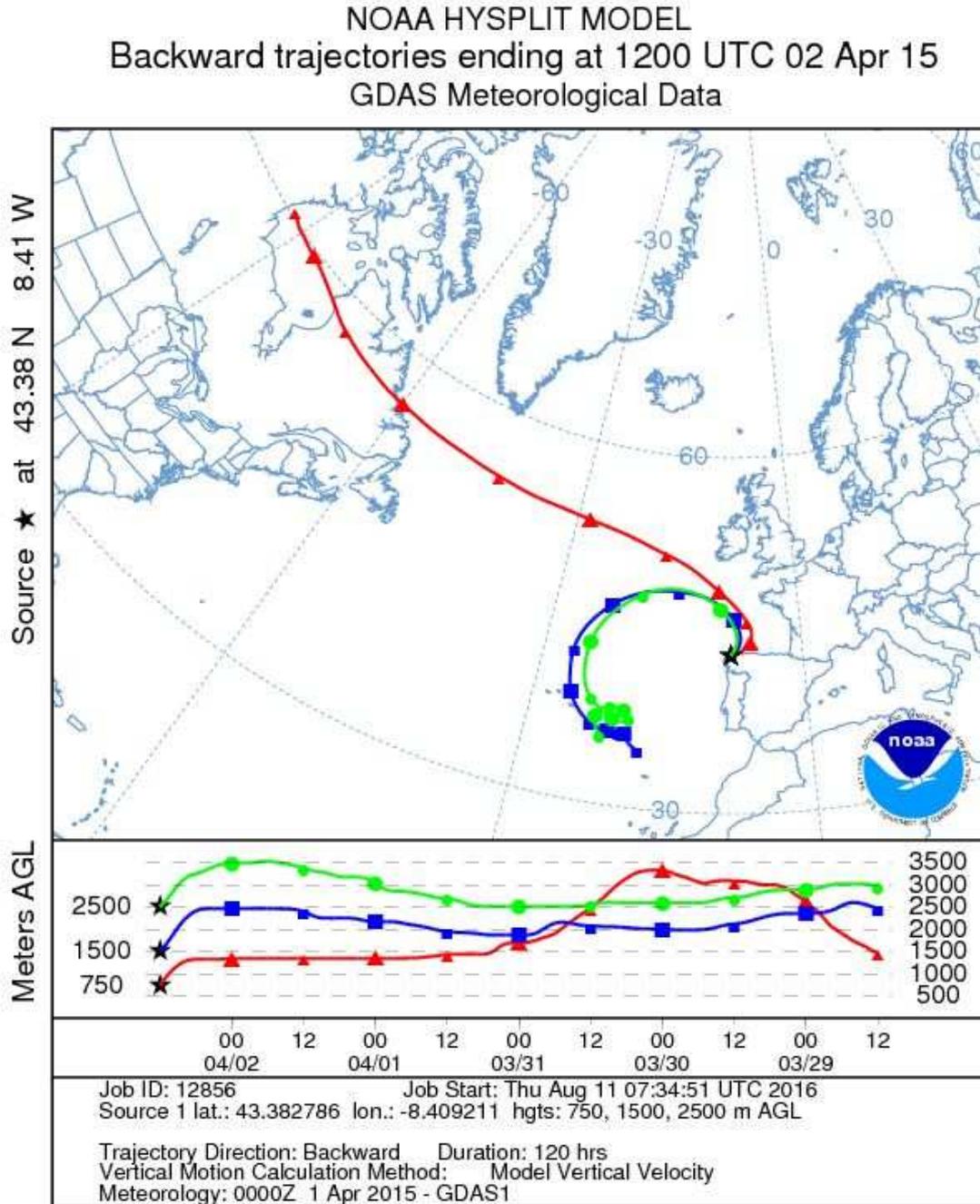
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 97. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 01/04/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 750 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa del norte del continente americano; y a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico.



Gráfica 98. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 01/04/2015



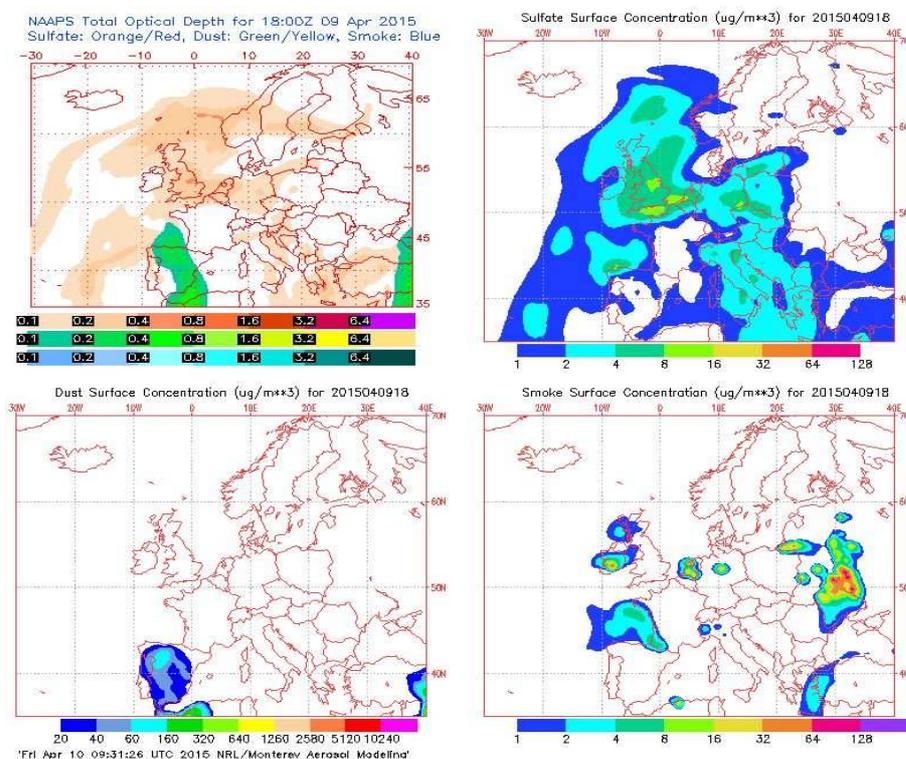
9 DE ABRIL DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 78 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 67 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 12,24 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 59,74%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 37,98 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 30 µg/m³, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 31 µg/m³, registrada con el analizador automático, valor el cual no resulta ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 2,8 m y 2,45 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,0 m y 2,47 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 18,00 km/h, lo cual se corresponde con viento débil.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

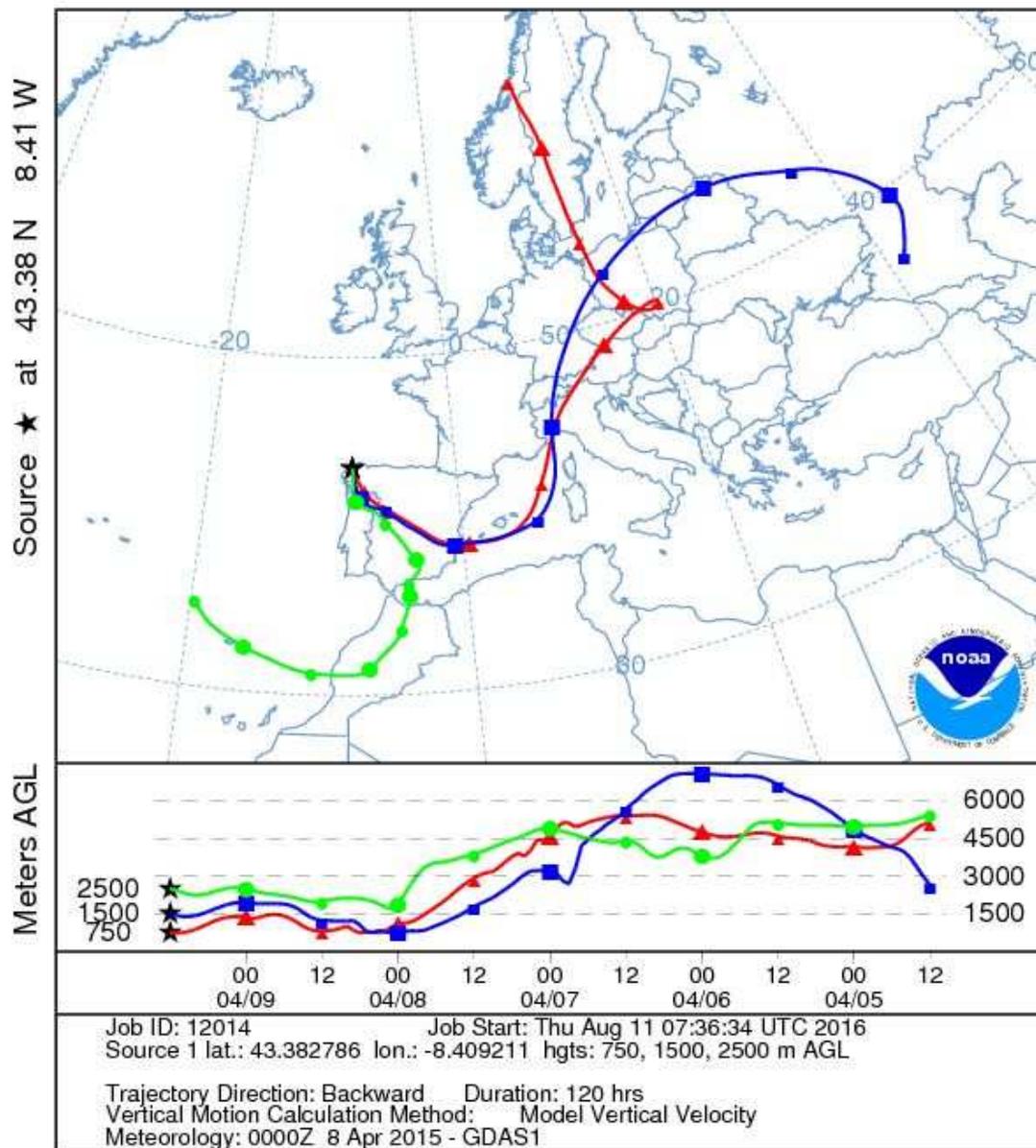


Gráfica 99. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 09/04/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500, procede de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; a 1500 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Glacial Ártico; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias desde la costa del norte del continente europeo.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 09 Apr 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 100. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 09/04/2015



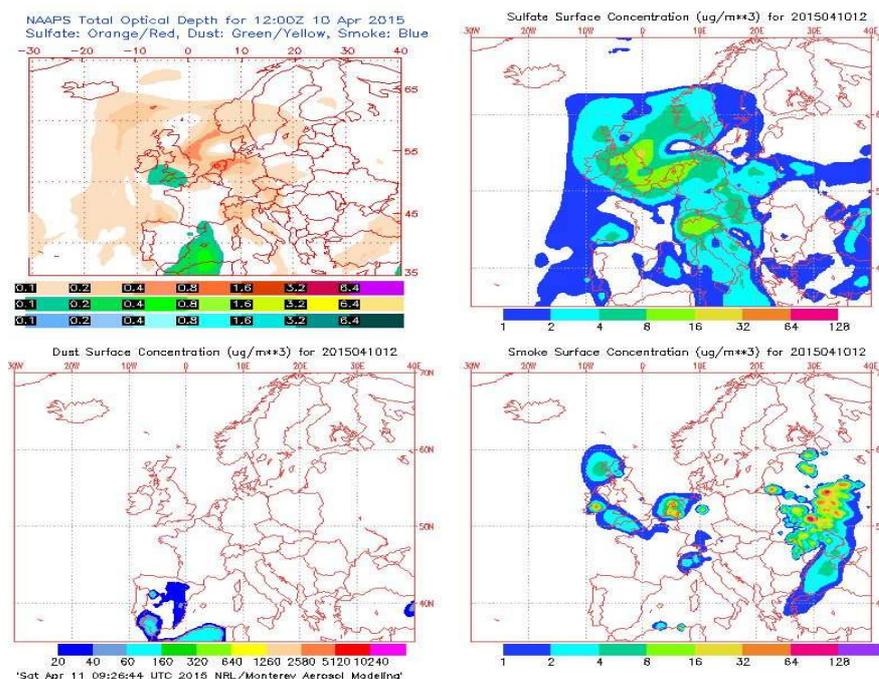
10 DE ABRIL DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 54 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 24 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 3,71 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 50,55%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 41,87 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 22 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 12 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 29 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 20 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 2,2 m y 1,96 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,1 m y 1,71 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 36,94 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

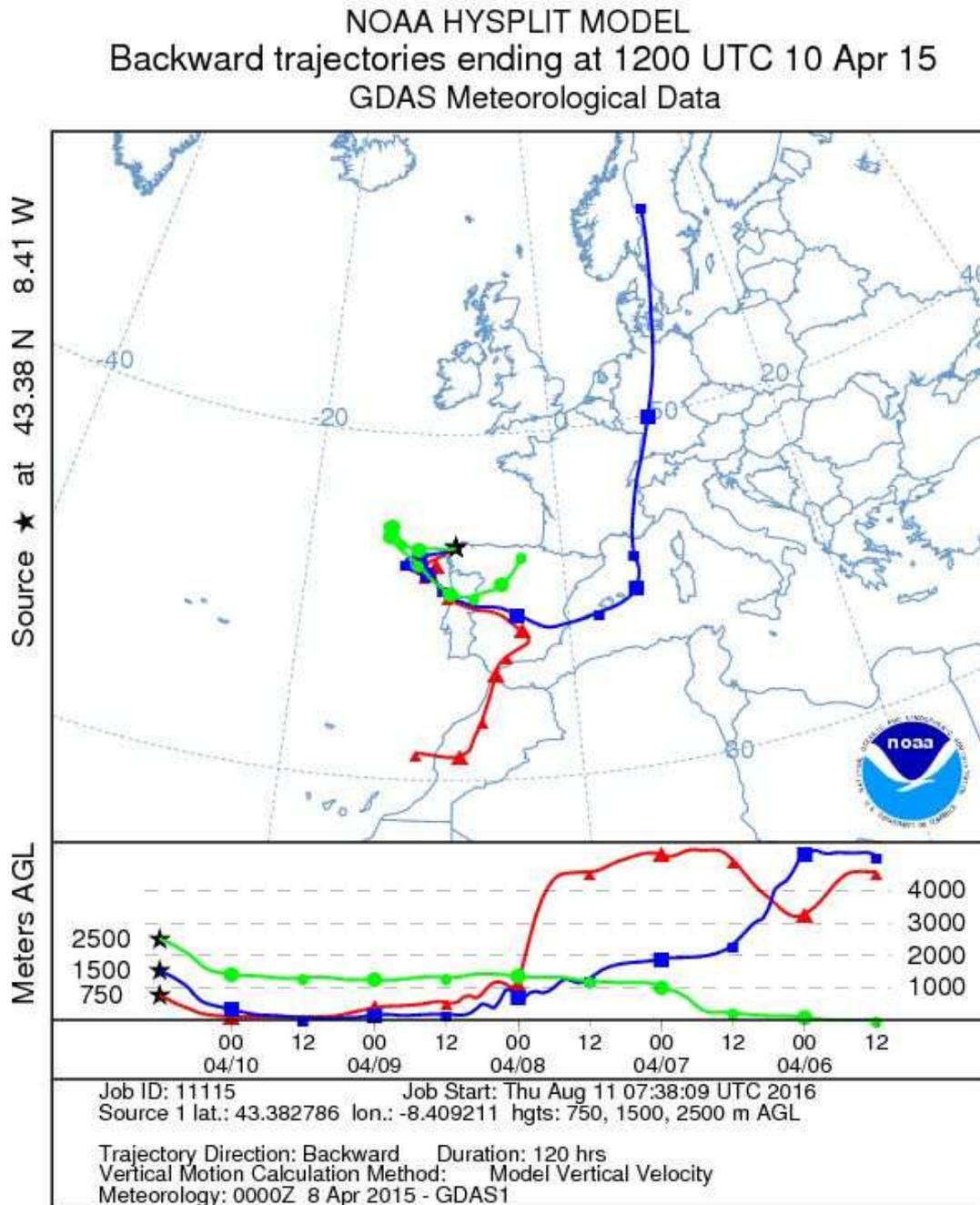
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 101. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 10/04/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500, procede de transporte de masas de aire de la Península Ibérica; a 1500 m, procede de transporte a largas distancias desde el interior del norte del continente europeo; y a 750 m, procede de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico.



Gráfica 102. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 10/04/2015



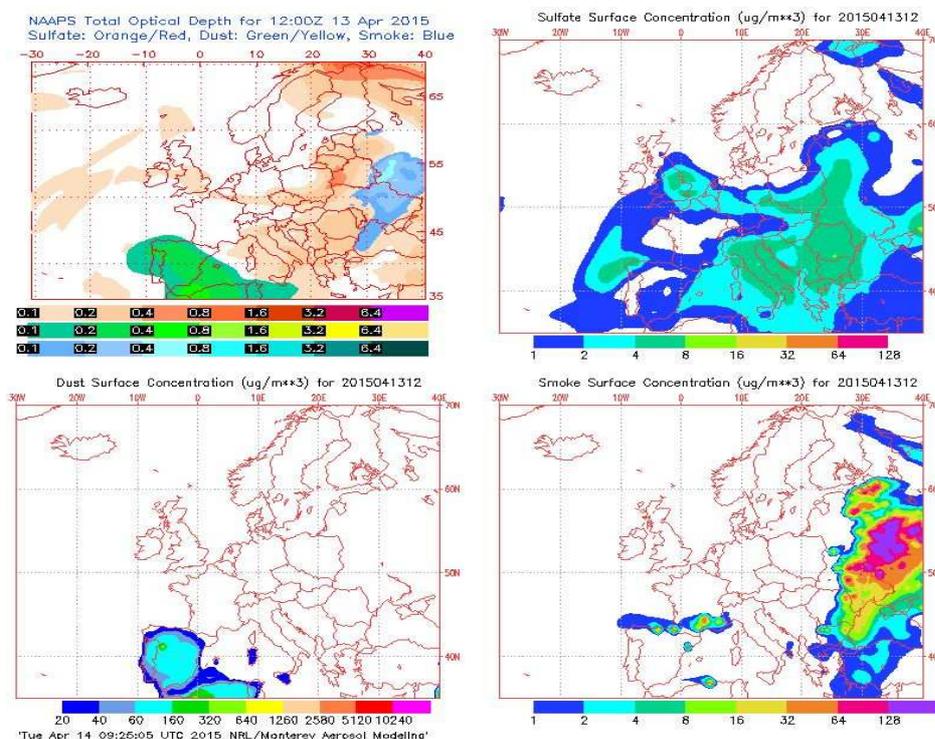
13 DE ABRIL DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 79 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 75 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 10,52 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 45,87%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 44,60 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 29 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 23 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 47 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 81 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en el caso del gravimétrico el límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 2,8 m y 2,31 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,1 m y 1,92 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 29,74 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

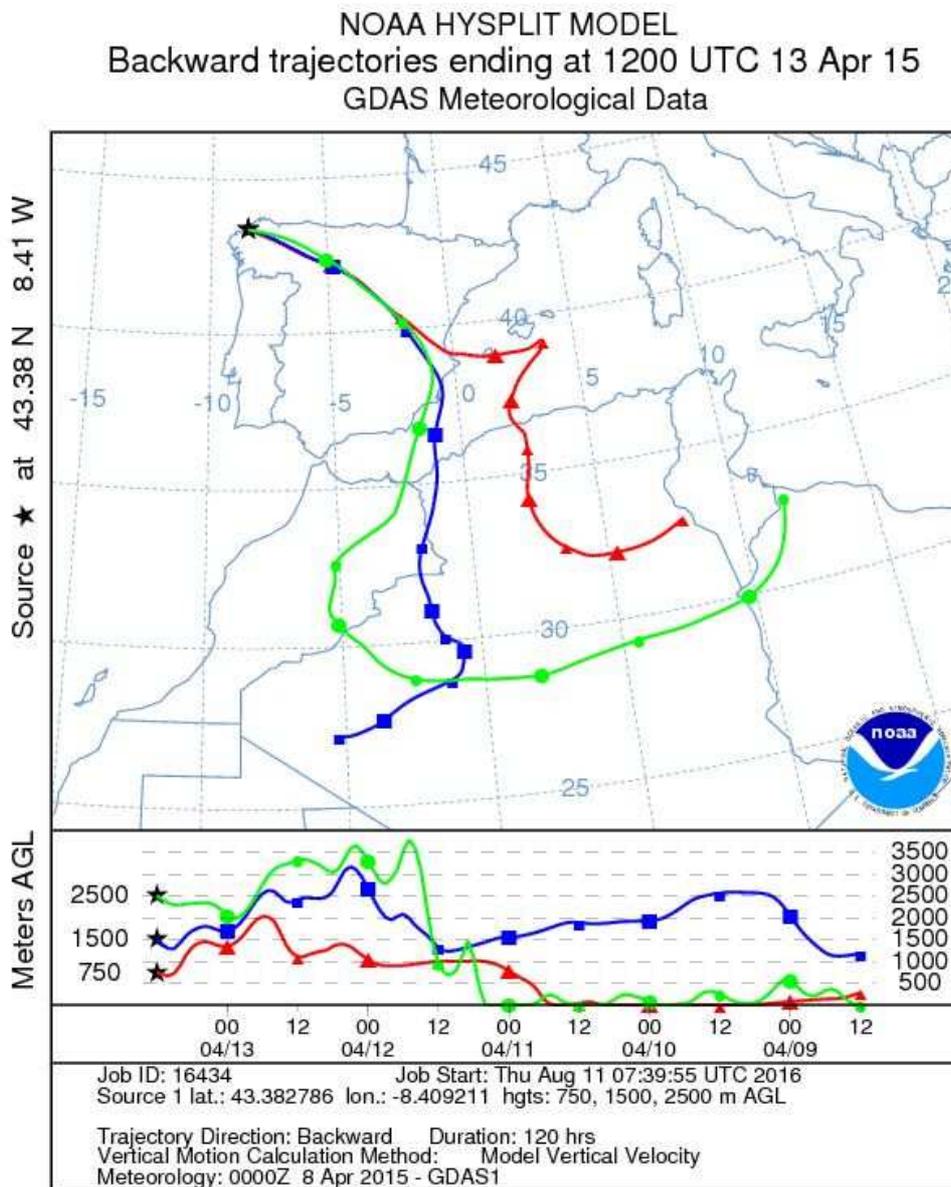
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 103. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 13/04/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden del norte del continente africano, sin embargo, se diferencian según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de zona costera, mientras que para 1500 m y 750 m, proceden del interior continental.



Gráfica 104. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 10/04/2015

El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que no estaríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

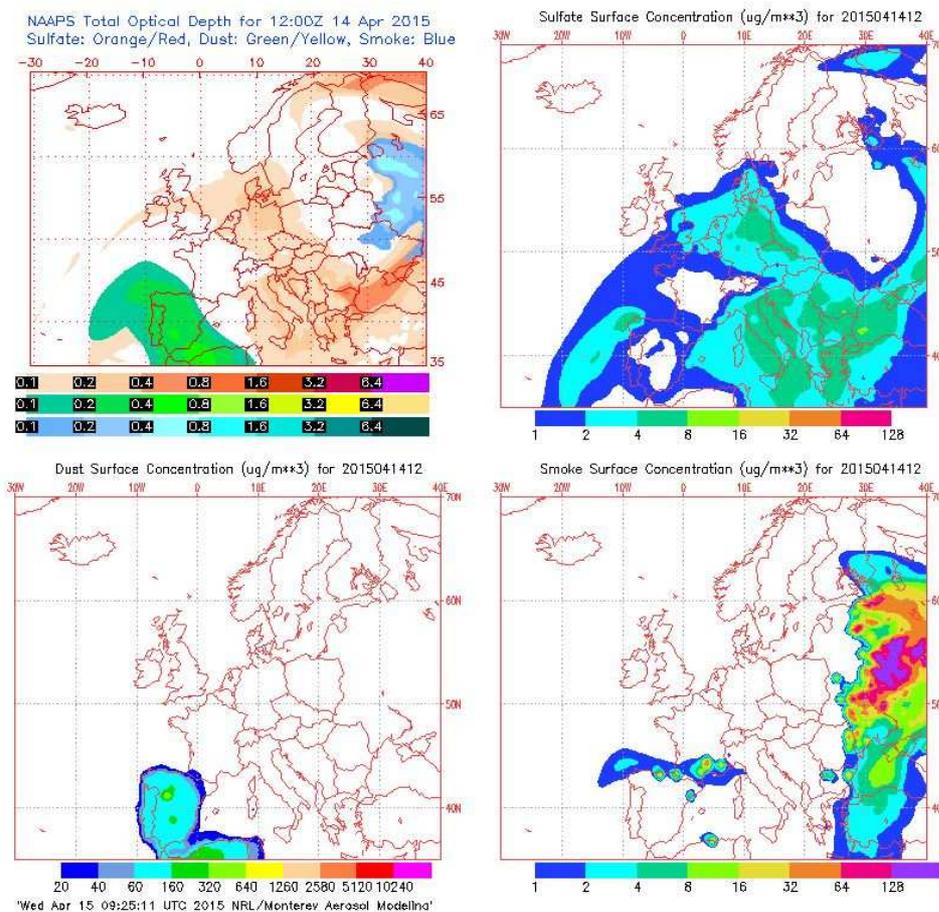


14 DE ABRIL DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 66 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 27 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 29 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 62 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 1,8 m y 1,55 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 1,6 m y 1,38 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 28,69 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano.

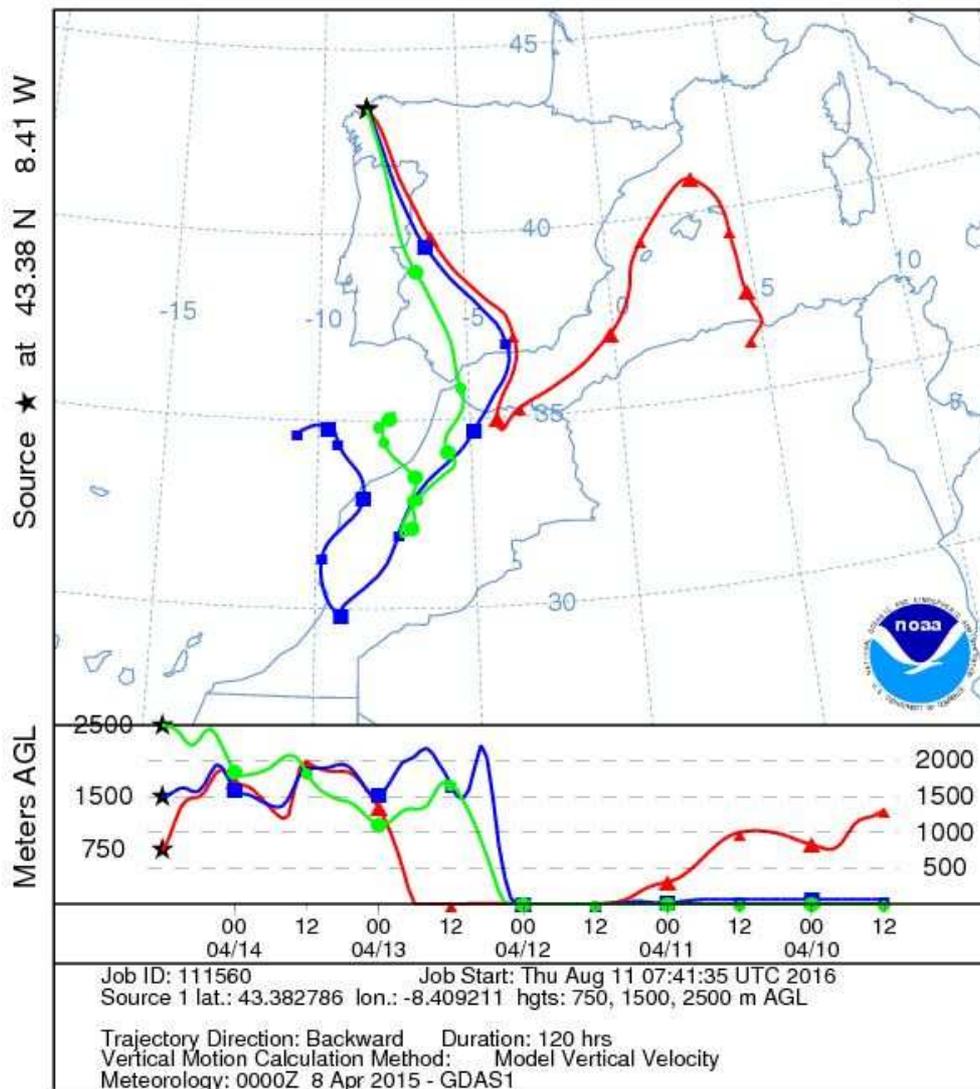


Gráfica 105. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 14/04/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Glacial Ártico; y a 750 m, procede del norte del continente africano, de una región próxima a la costa.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 14 Apr 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 106. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 14/04/2015

El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que no estaríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la media diaria.

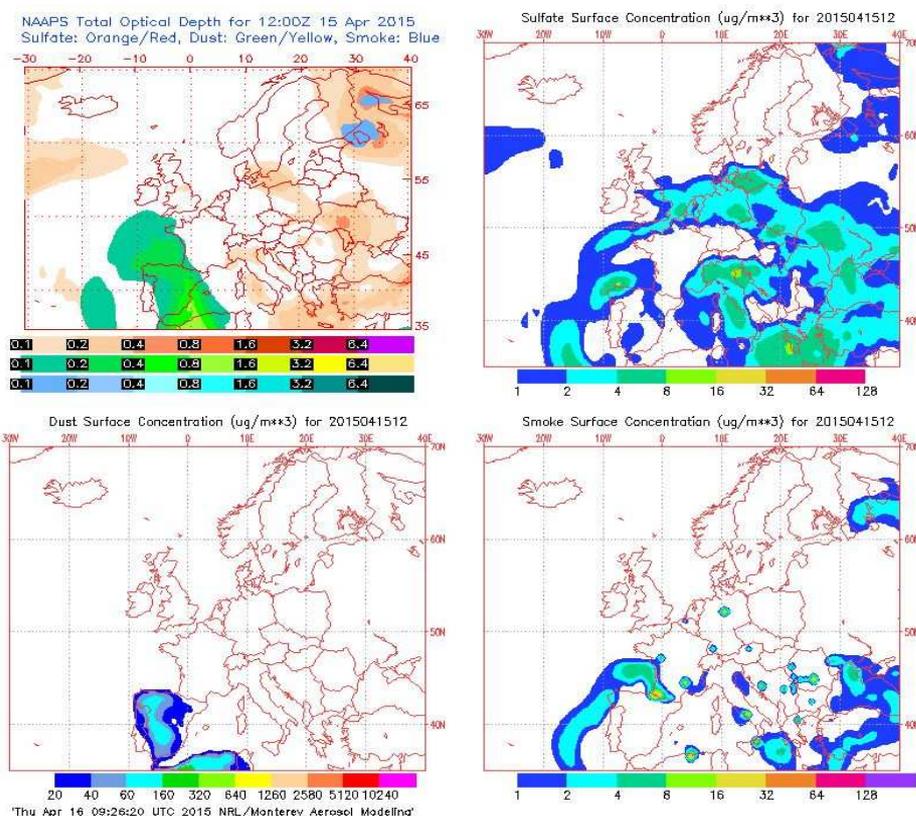


15 DE ABRIL DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 64 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 28 µg/m³, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 51 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 37 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en el caso del automático el límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 2,3 m y 1,88 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 1,7 m y 1,49 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 38,56 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

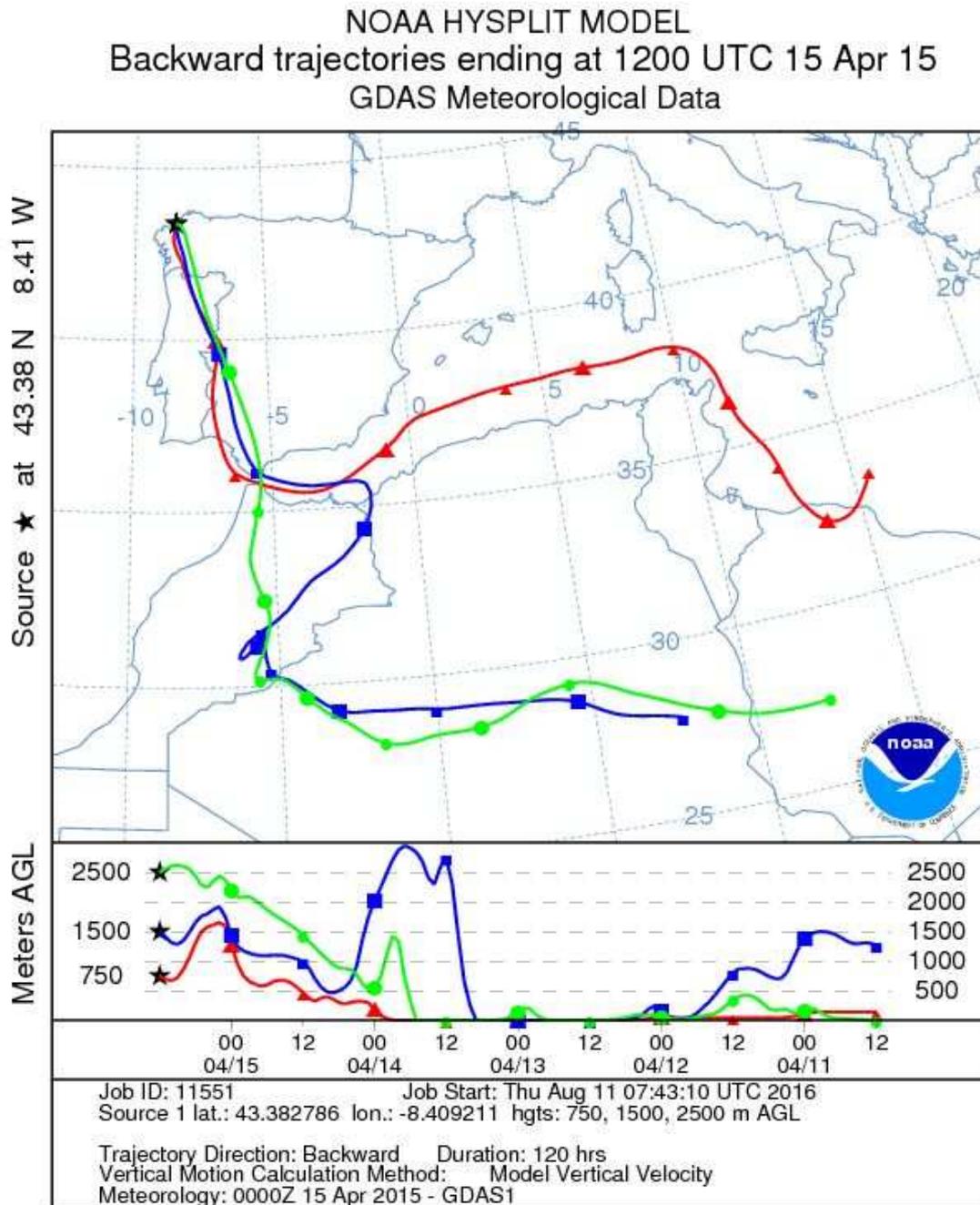
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano. El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de 12 µg/m³, por lo que seguiríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en 52 µg/m³, teniendo en cuenta que esta fuente no es aditiva a la del sal marina.



Gráfica 107. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 15/04/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico; y a 750 m, procede de transporte desde zonas limpias, siendo en este caso desde el mar Mediterráneo.



Gráfica 108. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 15/04/2015



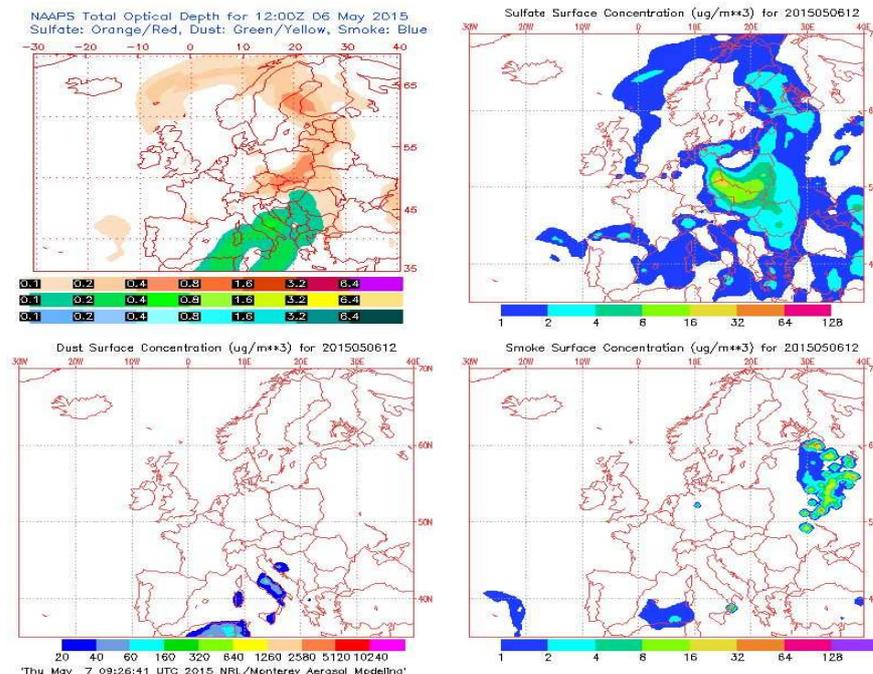
6 DE MAYO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 61 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 46 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 8,21 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 58,36%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 34,15 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 19 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 13 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 25 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 23 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,3 m y 3,48 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,6 m y 2,96 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 26,93 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

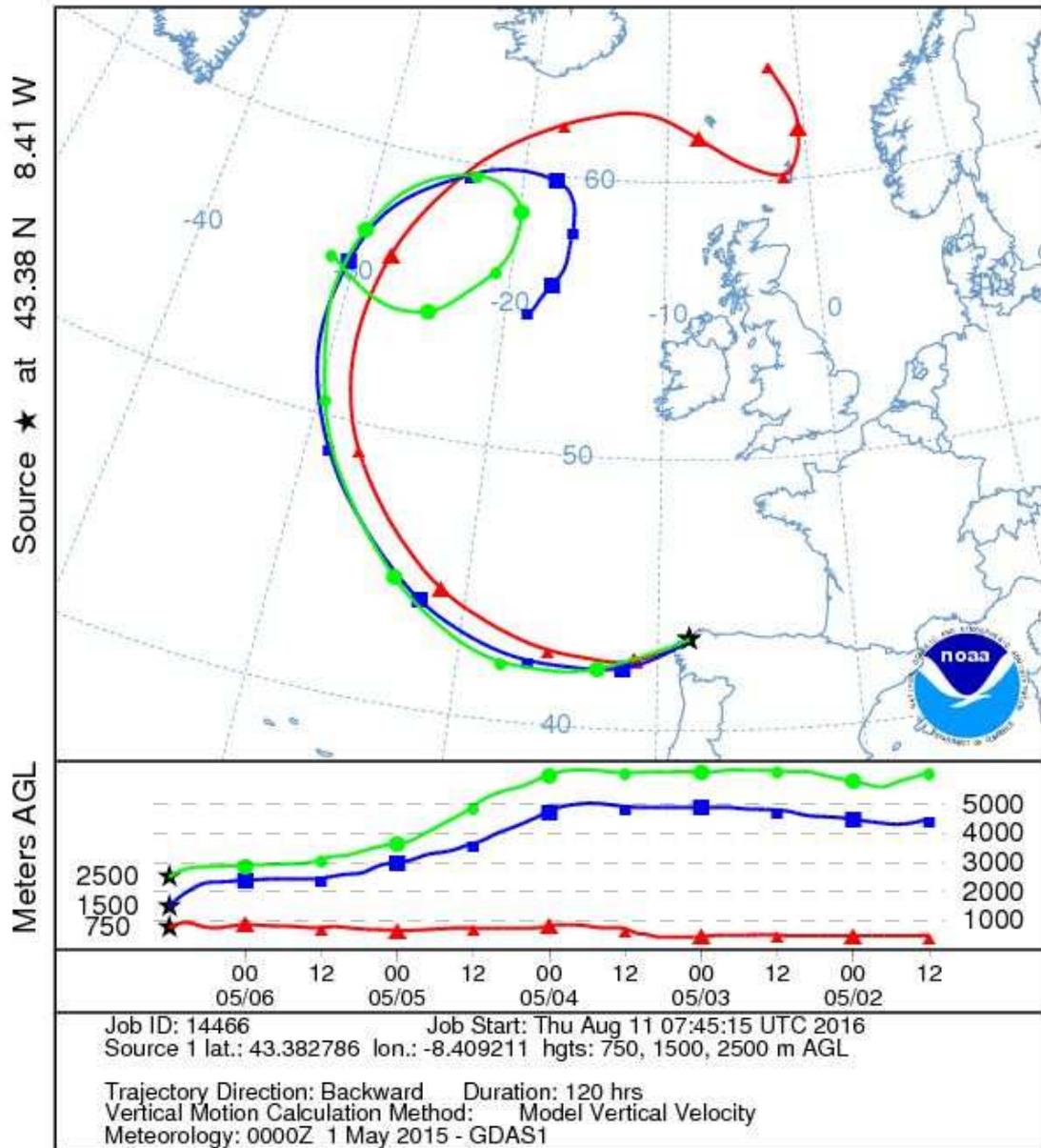


Gráfica 109. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 06/05/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 06 May 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 110. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 06/05/2015



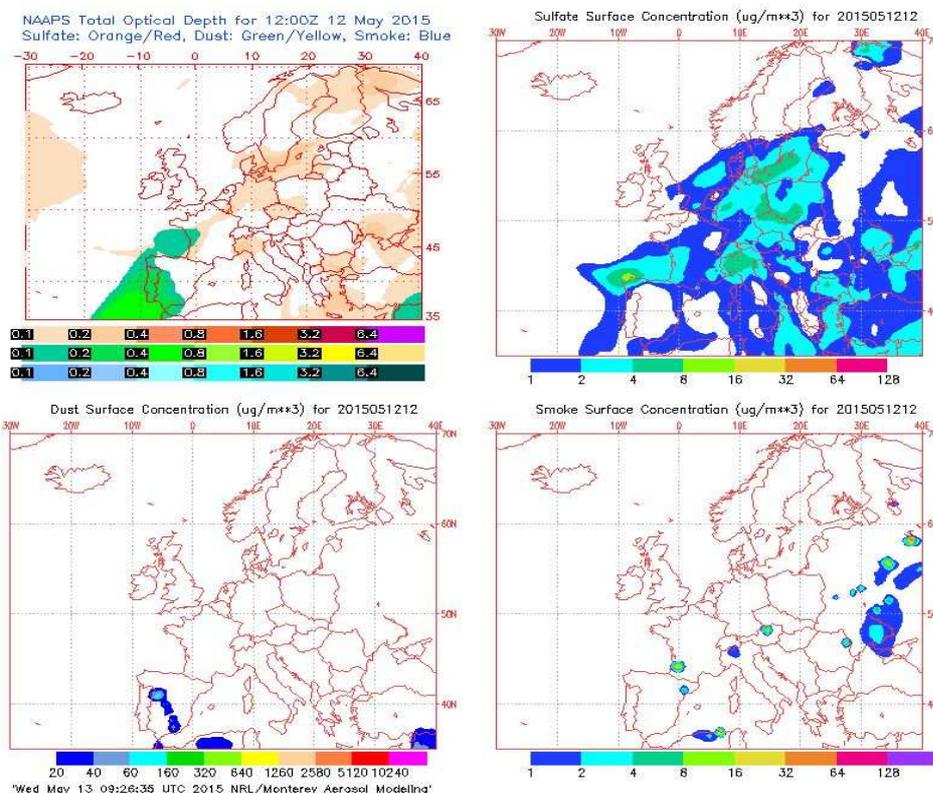
12 DE MAYO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 58 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 71 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 5,55 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 25,56%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 39,85 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 21 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 25 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 33 µg/m³, registrada con el analizador automático, valor el cual no resulta ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,2 m y 2,07 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 45,86 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

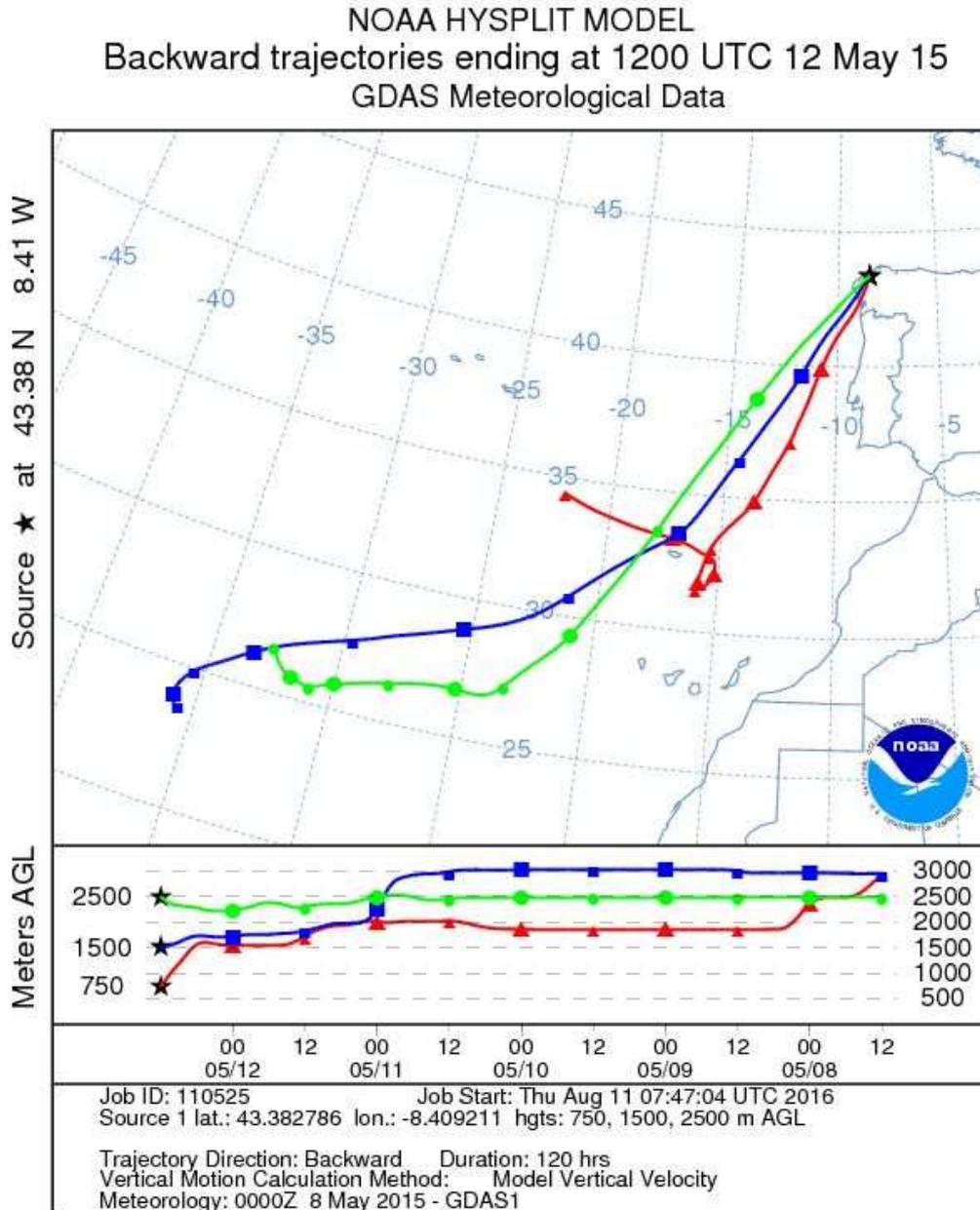
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 111. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 12/05/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.



Gráfica 112. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 06/05/2015

El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que seguiríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



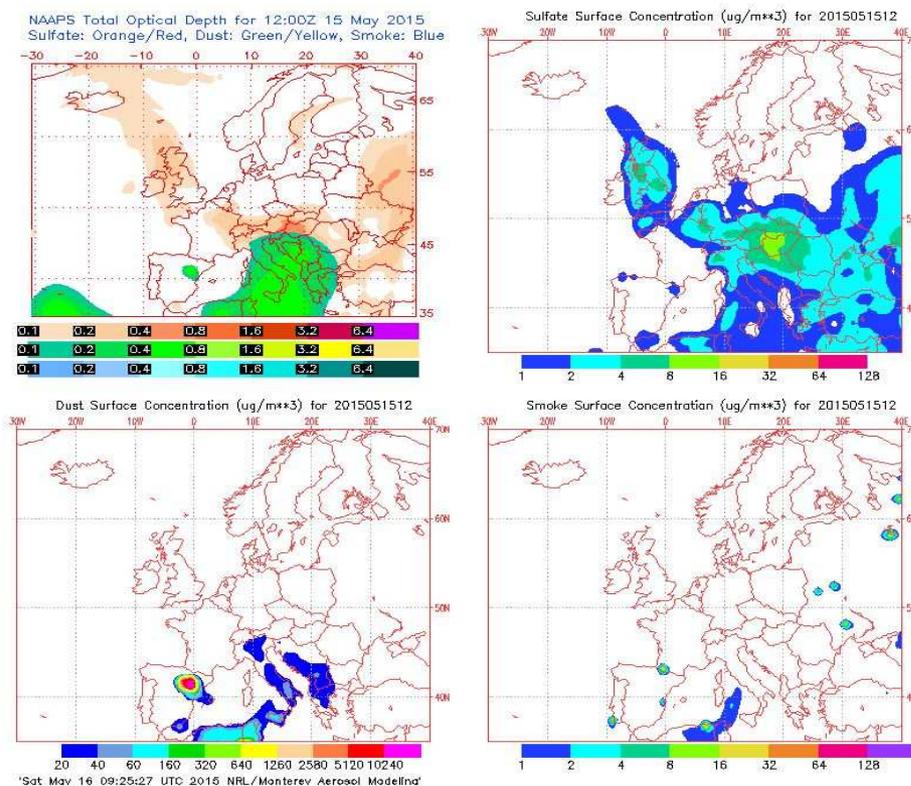
15 DE MAYO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 74 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 77 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 10,18 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 43,23%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 40,71 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 22 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 14 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 33 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 21 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 5,7 m y 3,87 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel naranja de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 36,79 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

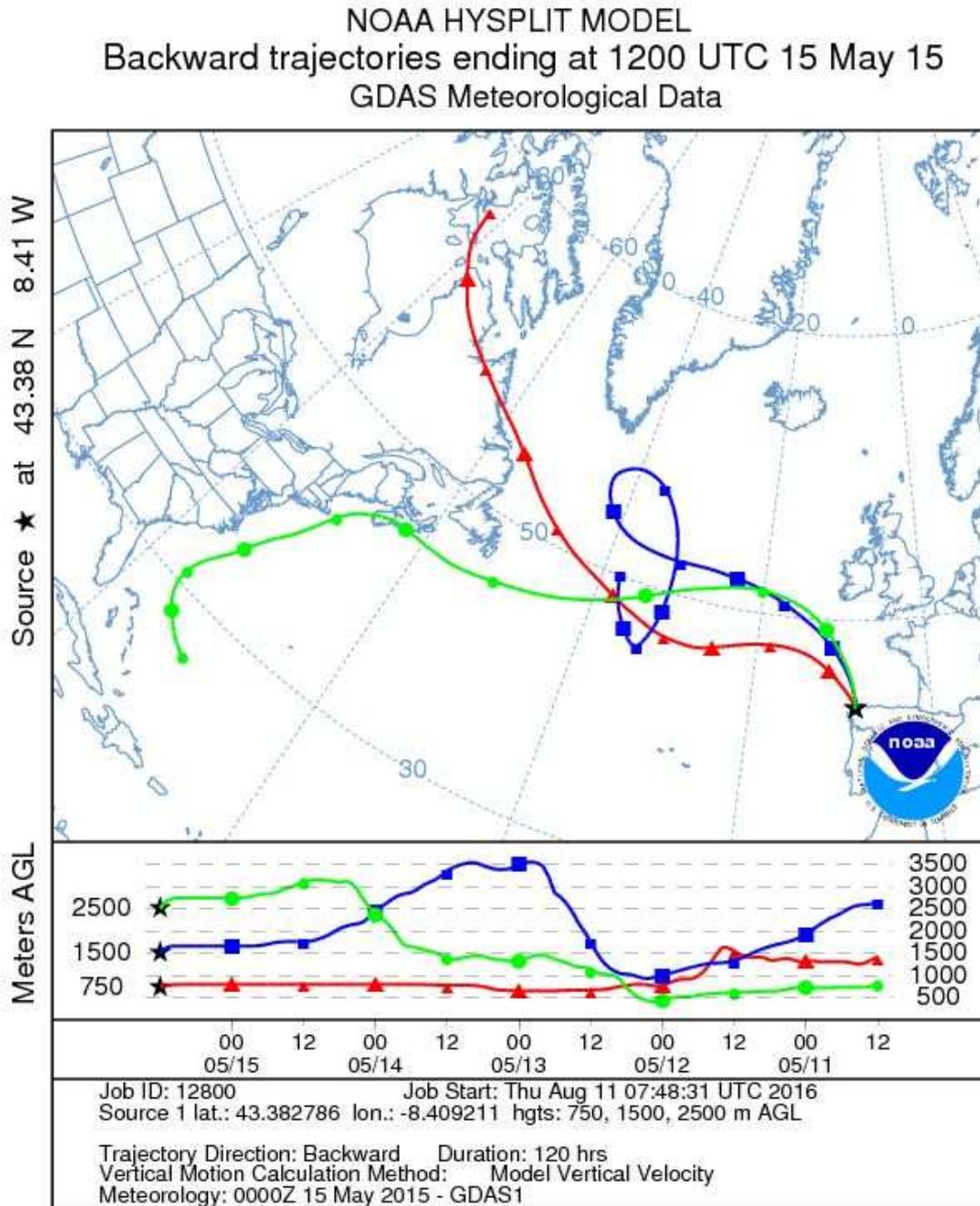
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 113. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 15/05/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de zonas limpias como es el caso del Océano Atlántico; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa del norte del continente americano.



Gráfica 114. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 15/05/2015



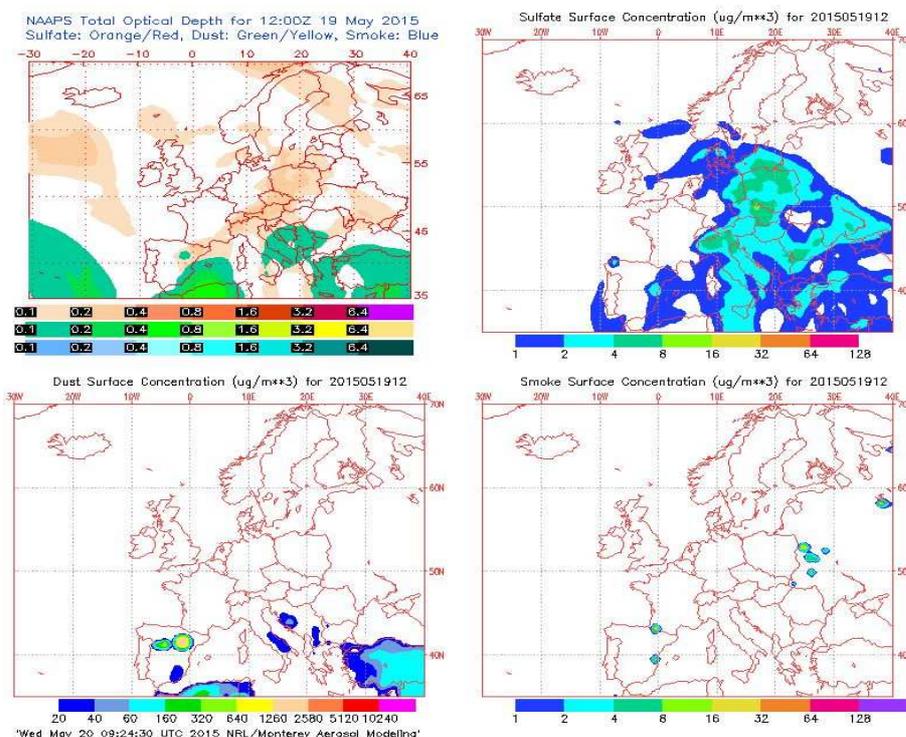
19 DE MAYO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $7,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 55,51%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $31,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riaza, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,2 m y 3,25 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 48,67 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

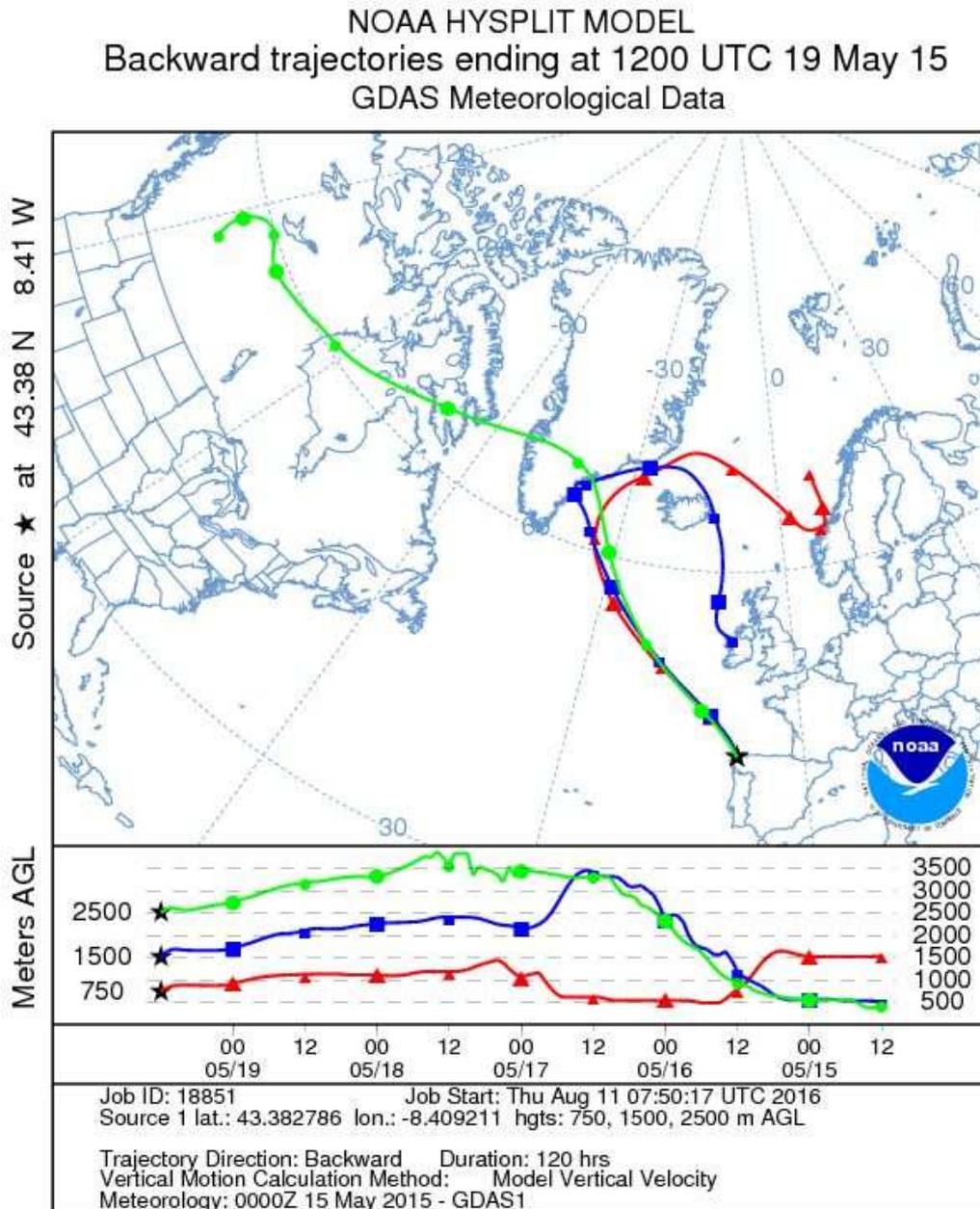
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de $1\text{-}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 115. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 19/05/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano; a 1500 m, procede de la costa de Reino Unido; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde zonas limpias, como es el caso del Océano Atlántico.



Gráfica 116. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 19/05/2015

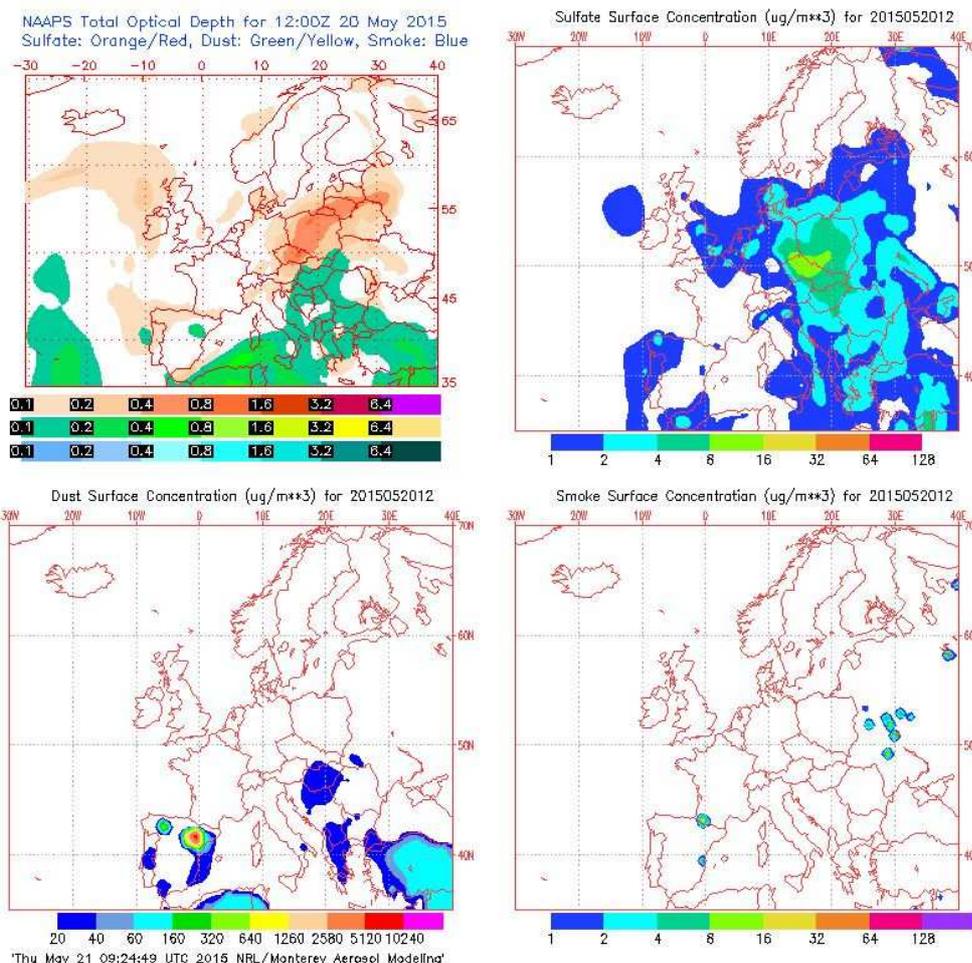


20 DE MAYO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 58 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 23 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 15 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 30 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 26 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,9 m y 3,08 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 43,16 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

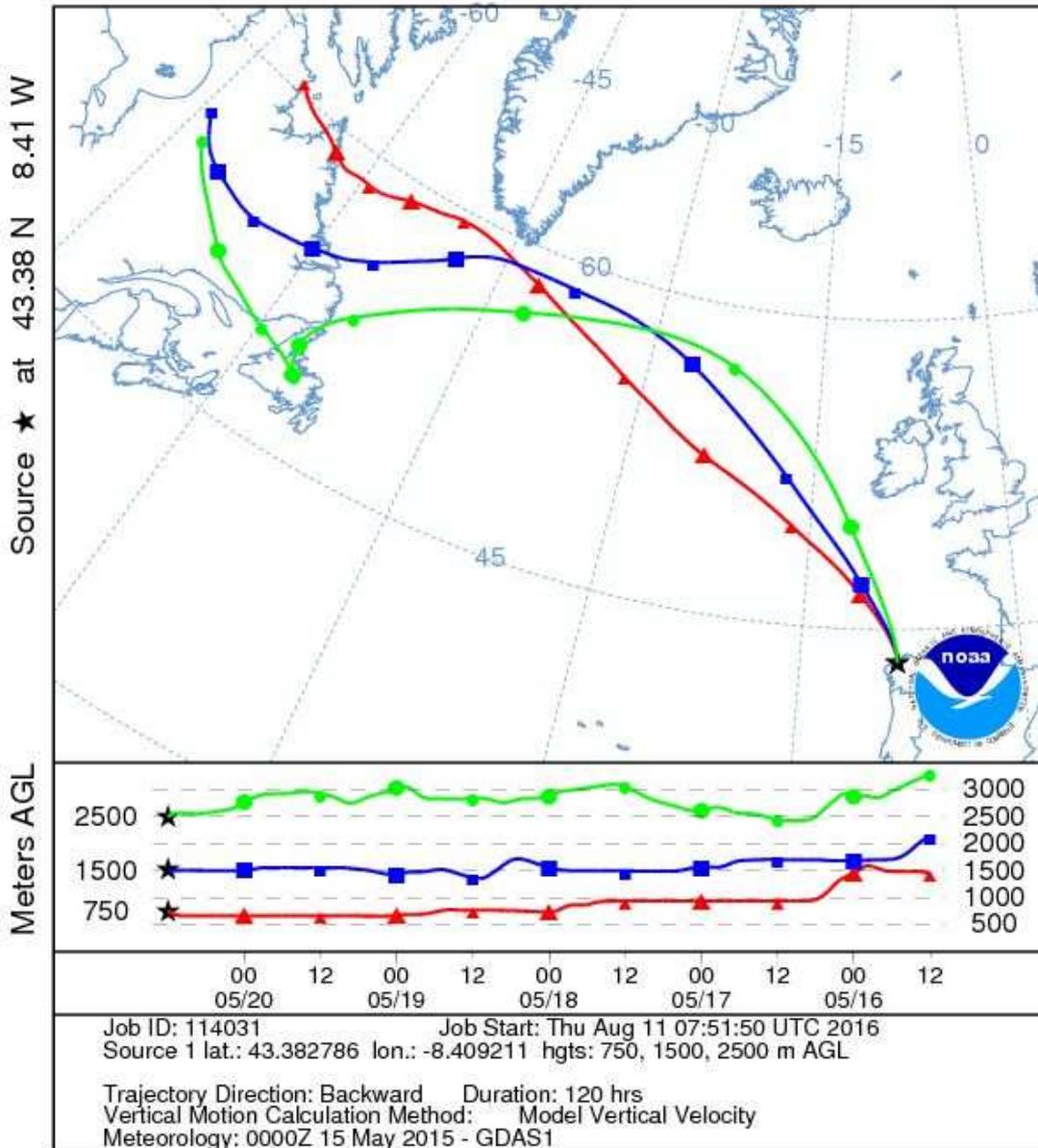


Gráfica 117. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 20/05/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el norte del continente americano, siendo de naturaleza costera para el caso de 750 m.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 20 May 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 118. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 20/05/2015



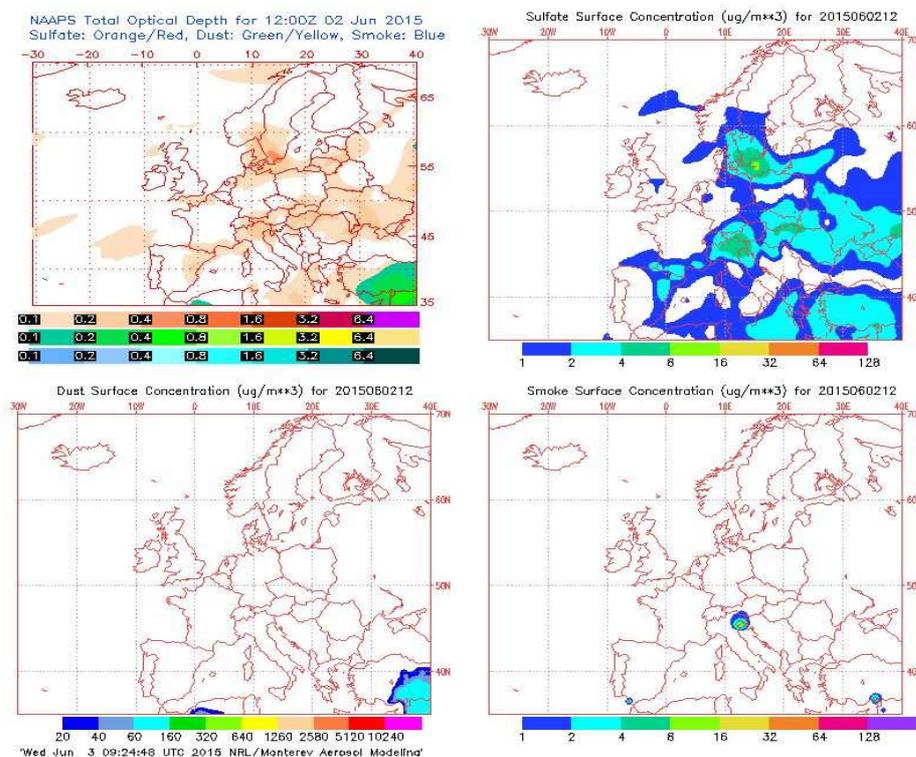
2 DE JUNIO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 71 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 51 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 10,02 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 64,25%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 38,23 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 25 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 23 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 19 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 26 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,6 m y 3,66 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,5 m y 3,08 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 34,45 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

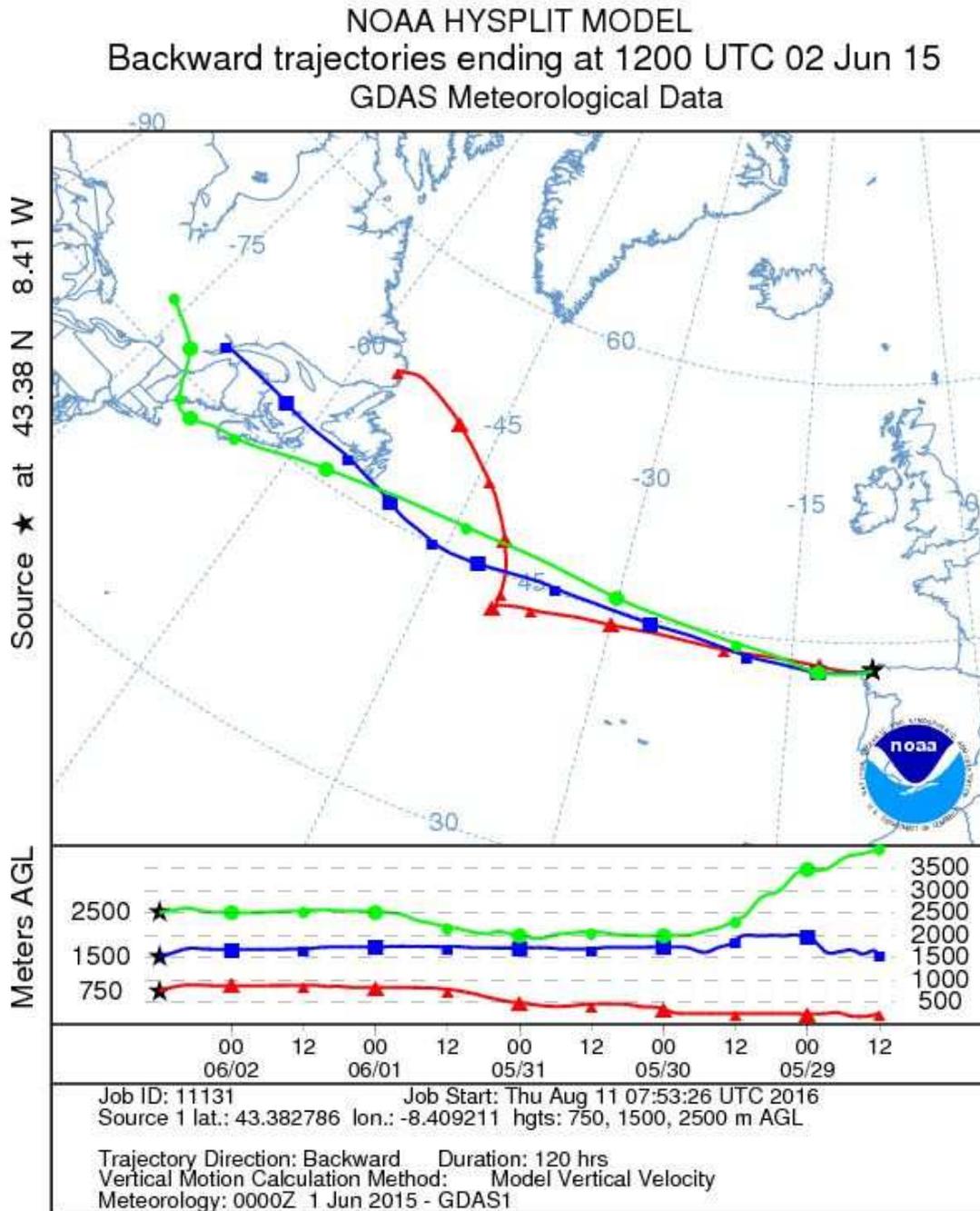
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 119. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 02/06/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el norte del continente americano, siendo de naturaleza costera para los casos de 1500 m y de 750 m.



Gráfica 120. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 02/06/2015



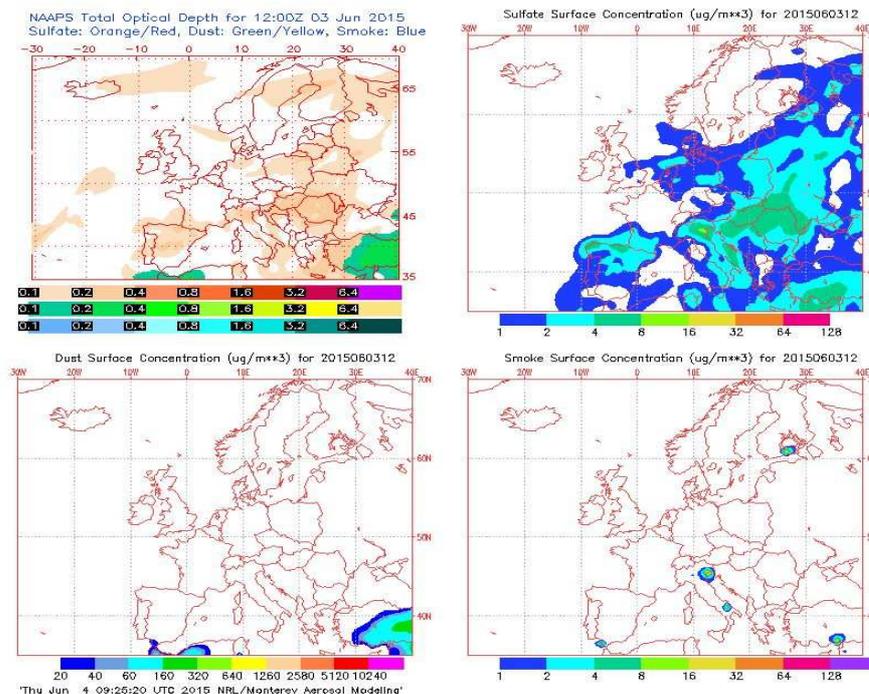
3 DE JUNIO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 51 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 35 µg/m³, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de 50 µg/m³ diario. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 6,74 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 62,97%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM₁₀ obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de 28,96 µg/m³, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 22 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 16 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 35 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 40 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,7 m y 3,32 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,5 m y 2,87 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 39,28 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

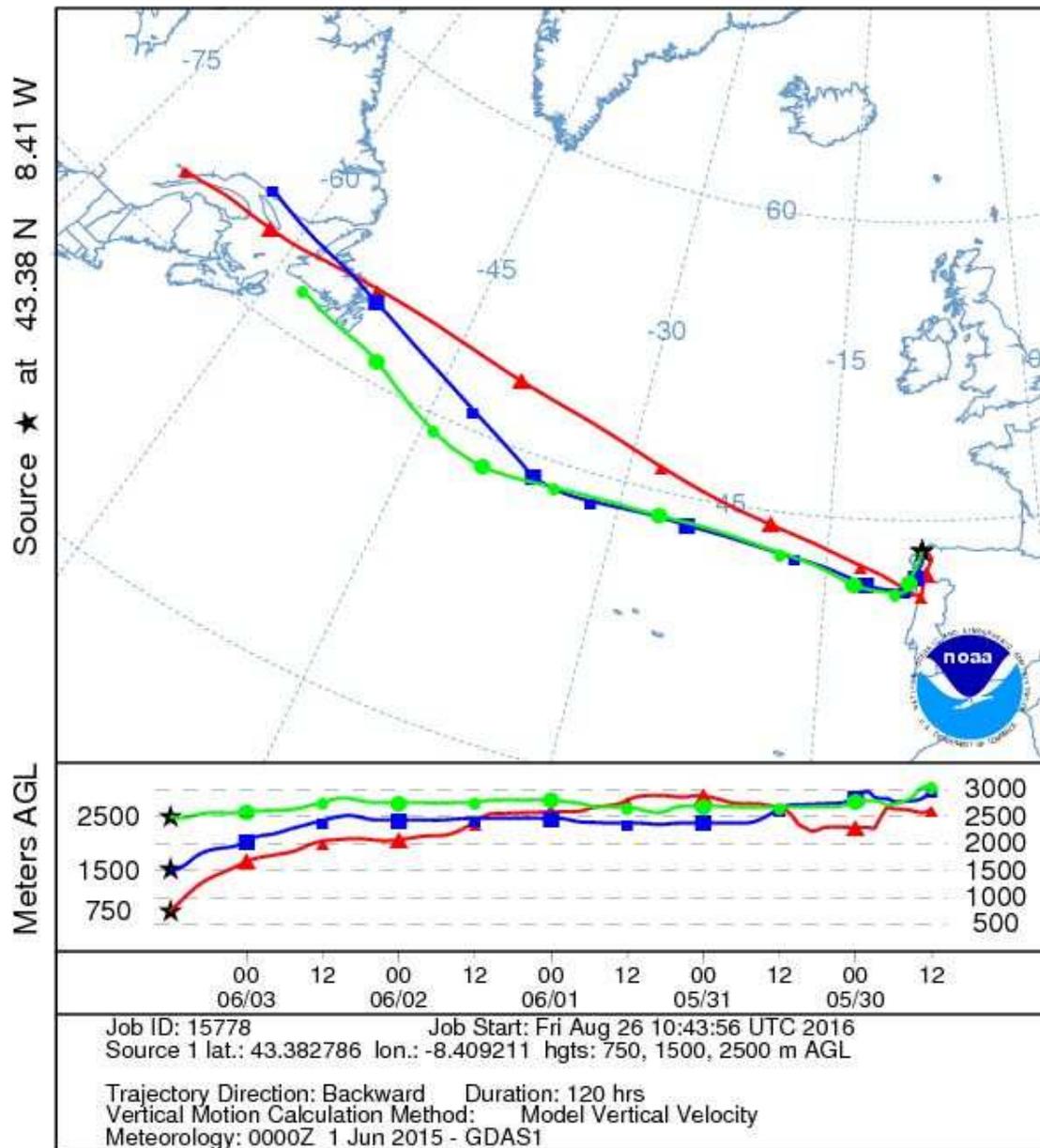


Gráfica 121. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 03/06/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde la costa del norte del continente americano.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 03 Jun 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 122. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 03/06/2015

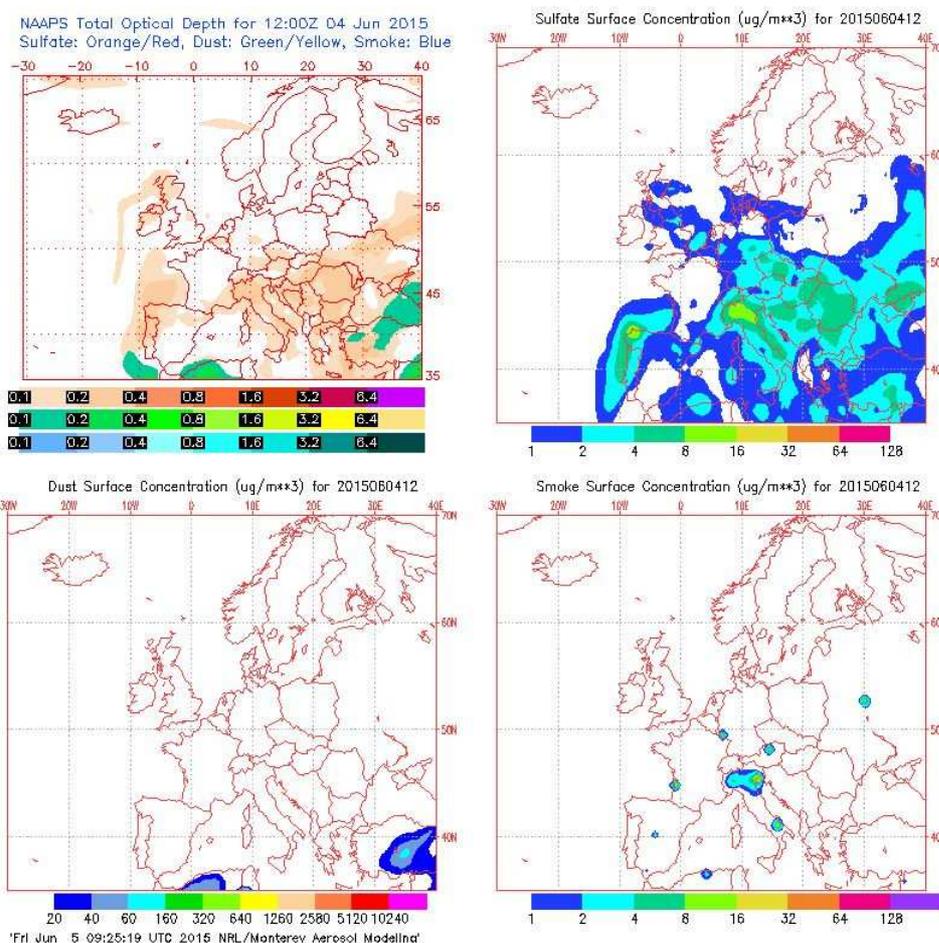


4 DE JUNIO DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 65 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 27 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 41 µg/m³, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 36 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 40 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,4 m y 2,59 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,8 m y 2,00 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 30,71 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

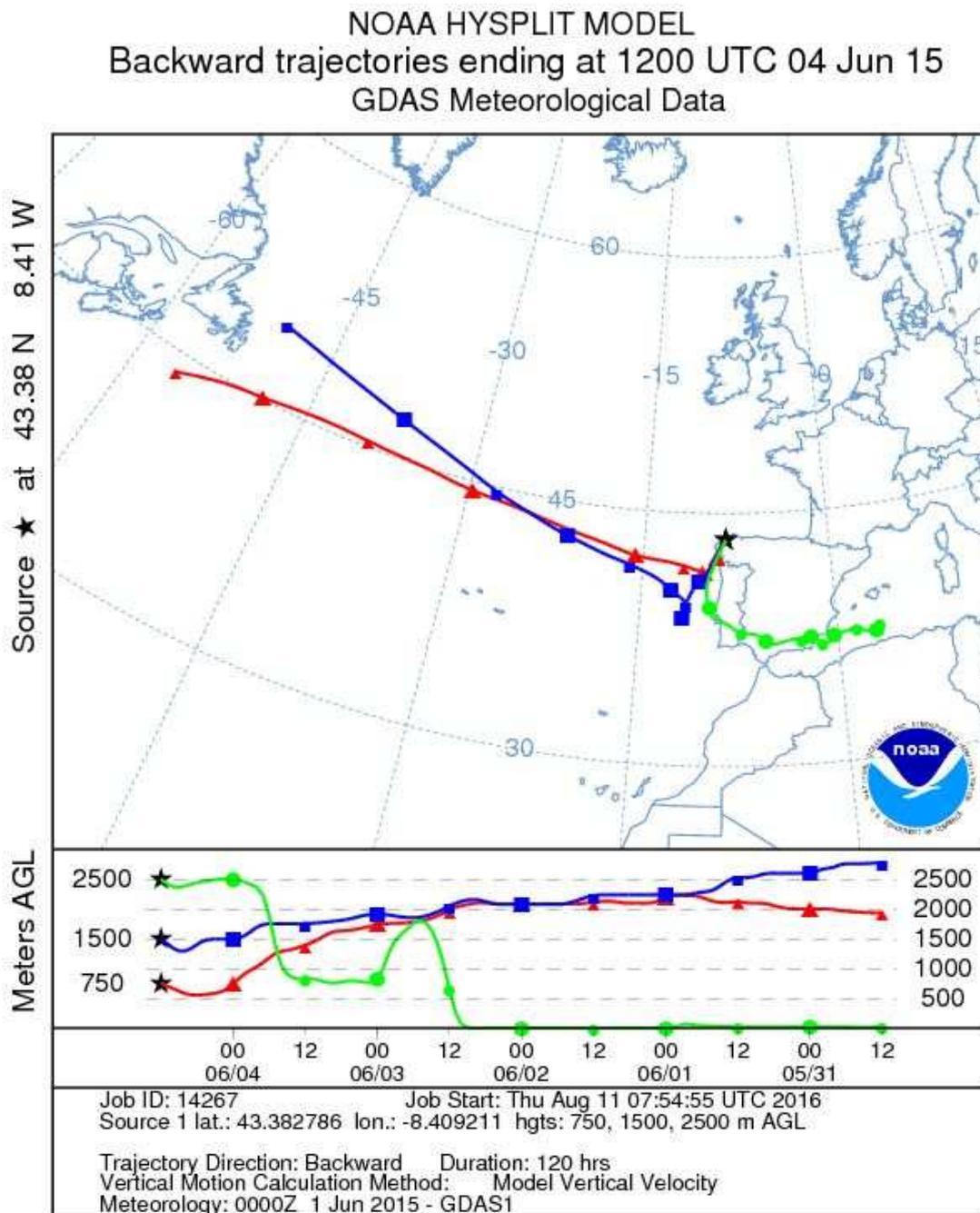
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 8-16 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 123. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 04/06/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte desde zonas limpias, siendo en este caso desde el mar Mediterráneo; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.



Gráfica 124. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 04/06/2015



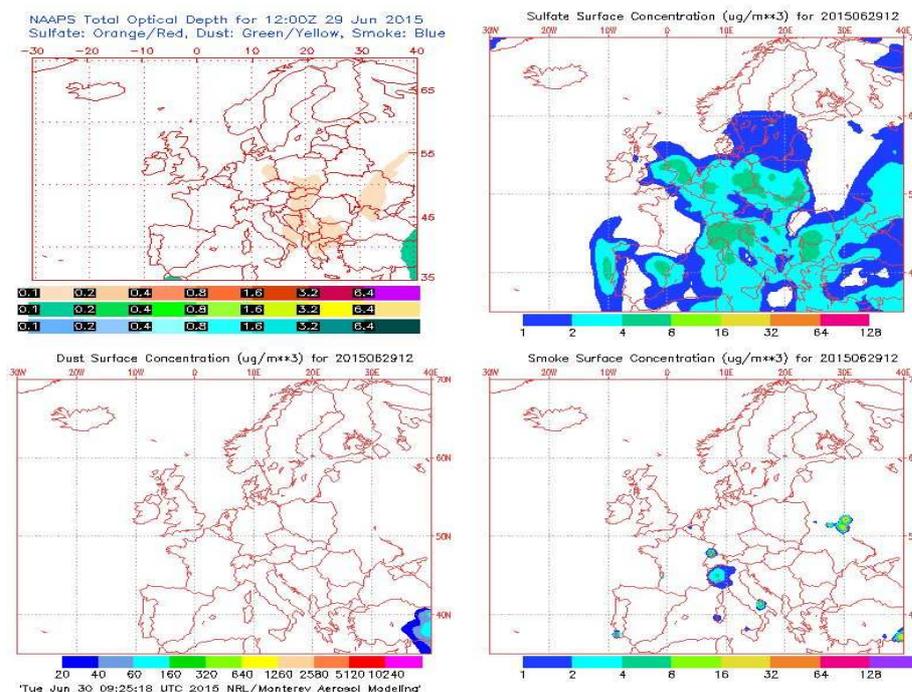
29 DE JUNIO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $6,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 53,52%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $31,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riaza, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 2,0 m y 1,68 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 1,5 m y 1,38 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 16,92 km/h, lo cual se corresponde con viento débil.

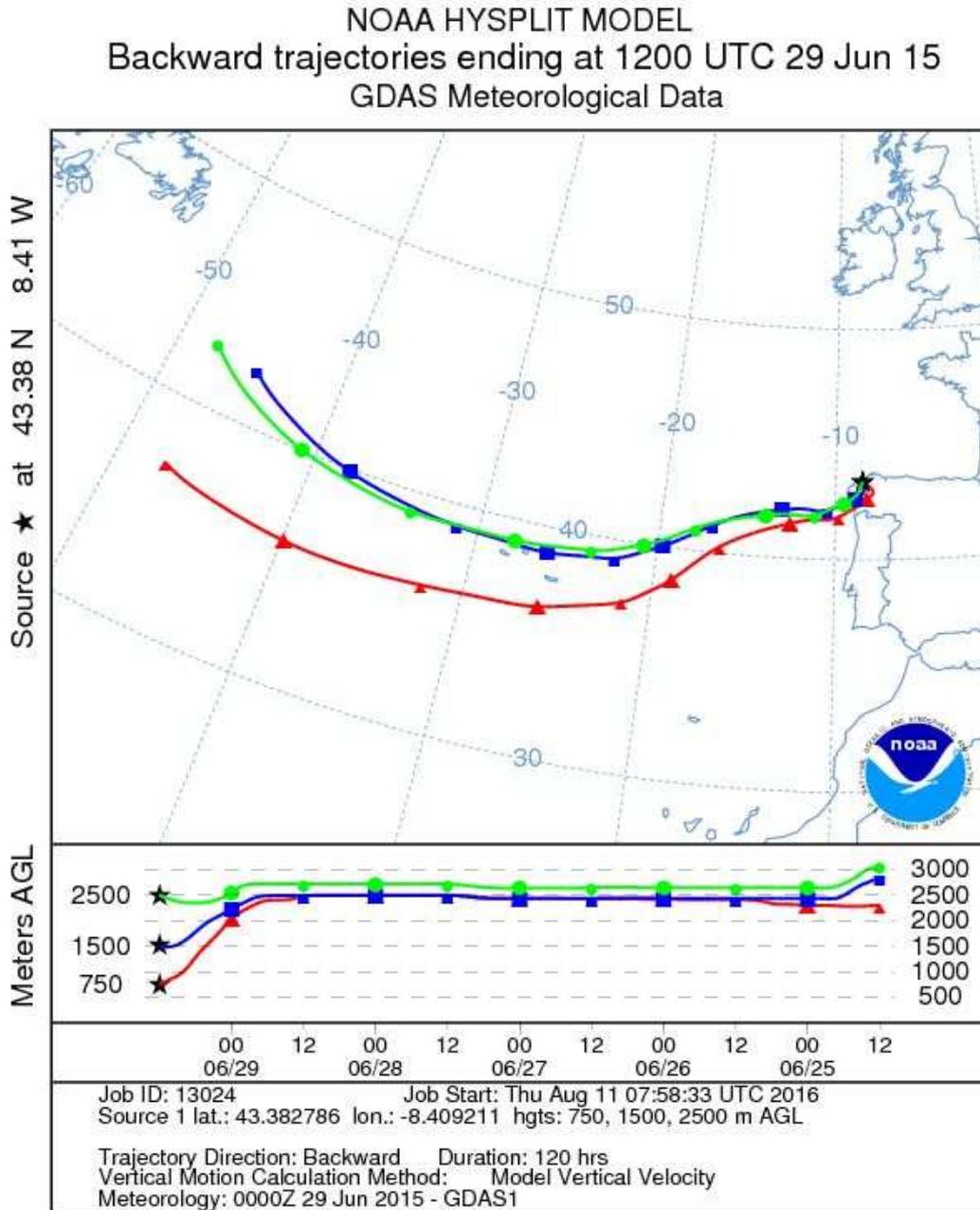
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de $2-4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Se han identificado tanto episodios de quema de biomasa como de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 125. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 29/06/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.



Gráfica 126. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 29/06/2015

El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que seguiríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



4 DE AGOSTO DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 17,69%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $65,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación no es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

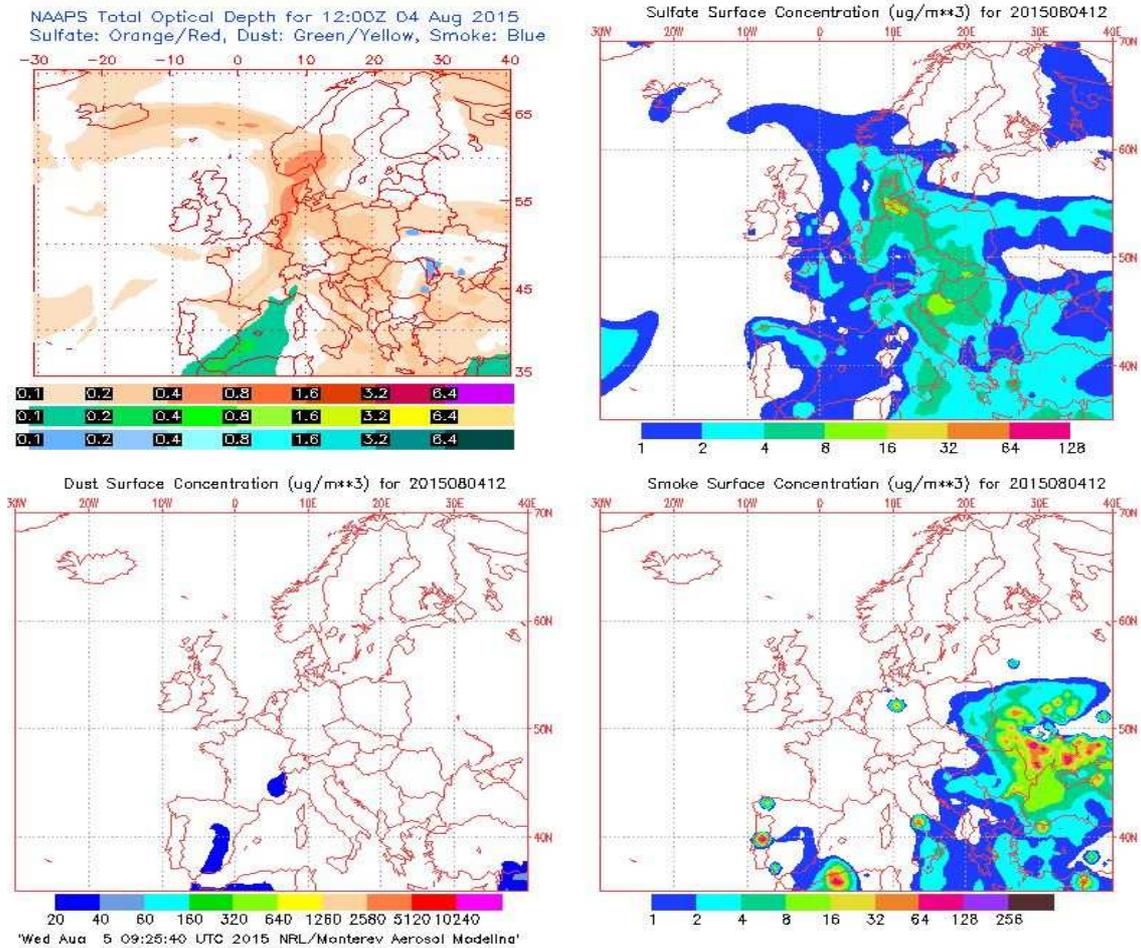
Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 44,70%, lo cual no se ajusta a la teoría, pues debe haber más NaCl en la fracción gruesa que en la fina.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $4,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 45,10%, no siendo esto, a priori, plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,2 m y 3,29 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 4,3 m y 3,15 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. No hay registro sobre la racha de viento en Coruña-Dique para esta fecha.

Tras realizar el descuento de sal marina, vemos que no se logra reducir el valor de PM_{10} por debajo del límite de superación diaria. A su vez, si se observa el valor obtenido por el analizador automático en A Grela, que está situada en zona industrial, con tránsito de tráfico, y de San Pedro, que es una estación más apartada, se obtuvieron $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Teniendo presente el valor obtenido en Riazor, de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, vemos que son valores bajos en las tres estaciones.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de $2-4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Se han identificado episodios de quema de biomasa, pero no de intrusiones de polvo sahariano.

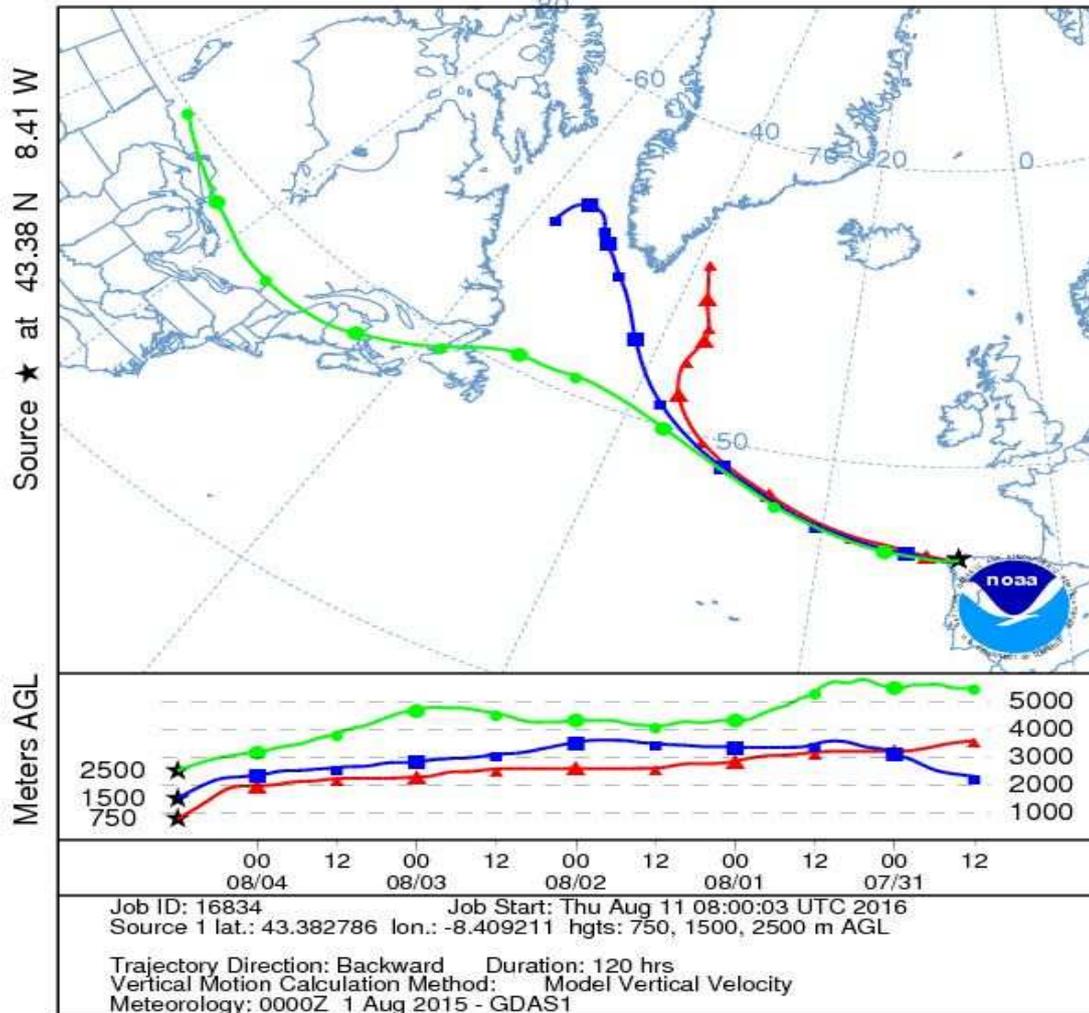


Gráfica 127. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 04/08/2015

El análisis de retro trayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte desde largas distancias de zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico.

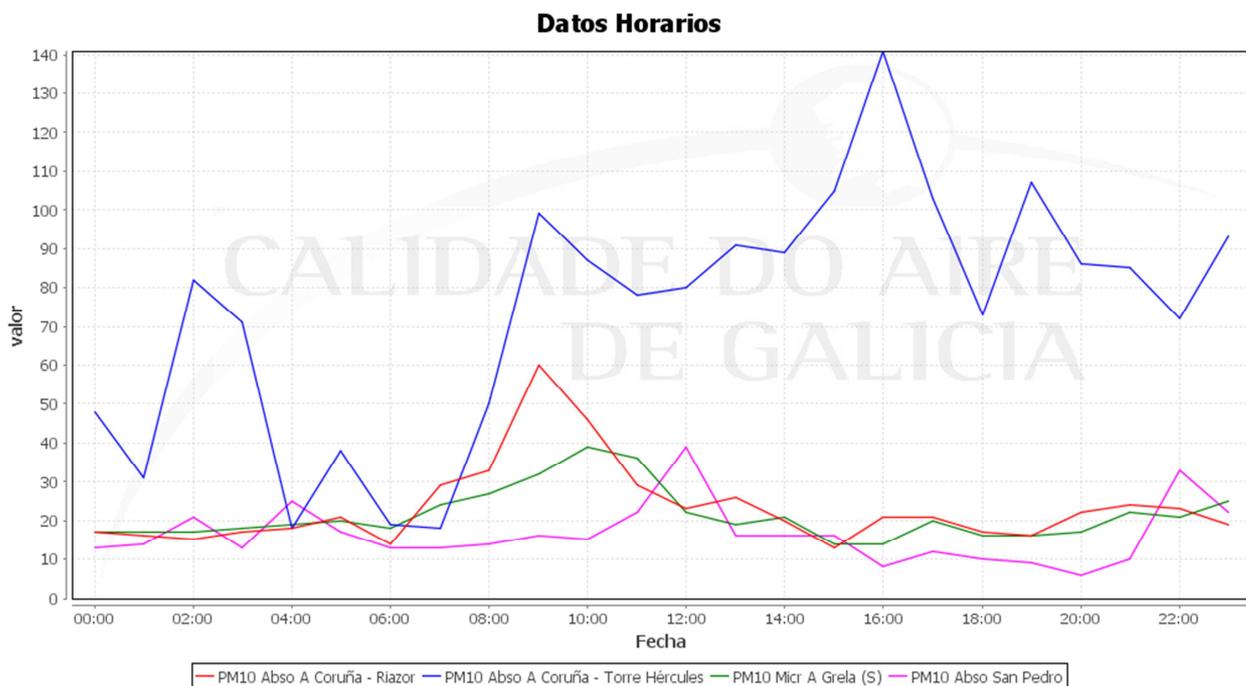


NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 04 Aug 15
GDAS Meteorological Data



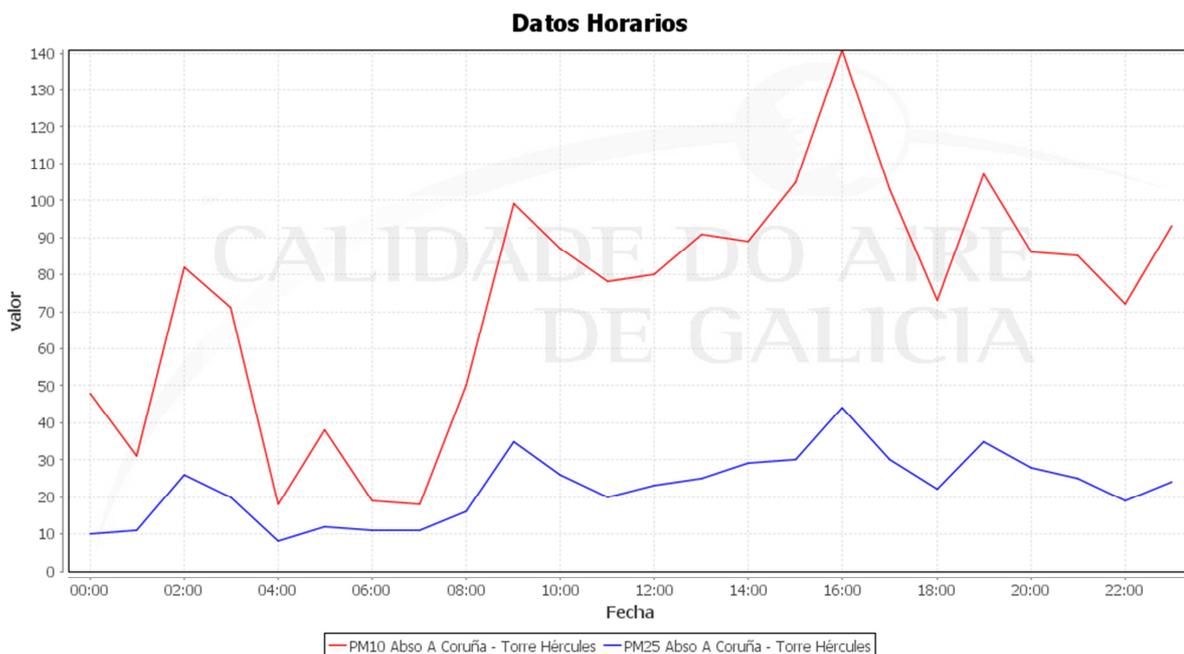
Gráfica 128. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 04/08/2015

Una manera de constatar la relación entre los datos de PM₁₀ en las distintas estaciones es evaluarlos gráficamente con los datos horarios de susodicho día. Así, comprobamos que las estaciones de Riazor y A Grela presentan comportamientos y valores similares a lo largo de todo el día, lo cual no sucede con San Pedro, que en este caso tiene un comportamiento marcadamente diferente a estas dos estaciones, sin llegar sus valores a entrar en esta dinámica, manteniéndose por debajo en gran parte del día, pero siendo esto normal. Por otro lado, la estación en Torre de Hércules presenta un comportamiento similar a las estaciones de Riazor y A Grela, pero con máximos muy exagerados y un con un rango de valores mucho más altos en la franja horaria comprendida entre las 09:00 y las 22:00.



Gráfica 129. Concentración media horaria de PM_{10} , en $\mu g/m^3$, en las estaciones de A Coruña Torre de Hércules, Riazor, A Grela y San Pedro, el 04/08/2015.

Por otro lado, podemos comparar la evolución de las concentraciones de PM_{10} y de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules a lo largo del día, de nuevo atendiendo al comportamiento horario. En este caso, vemos que siguen la misma tendencia, y que se mantienen en valores razonables si los comparamos entre sí.



Gráfica 130. Concentración media horaria de PM_{10} y $PM_{2,5}$, en $\mu g/m^3$, en la estación de A Coruña Torre de Hércules, el 04/08/2015.



El análisis de retrotrayectorias y la concentración de sulfato en superficie no nos muestran un caso llamativo, al igual que el caso del oleaje y la racha de viento. Sin embargo, sí que es curiosa la concentración de sal marina derivada del PM_{10} registrada en Torre de Hércules, la cual resulta ser 17,69%, debido a que es baja comparada con la derivada de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules y de PM_{10} en Riazor, las cuales son 44,70% y 45,10%, respectivamente. Por lo tanto, cabría la posibilidad de que la concentración de Na^+ derivada del gravimétrico en Torre de Hércules no sea un dato fiable, dado que el valor del gravimétrico y del automático factor son similares. Por lo tanto, podríamos considerar sospechoso al dato de concentración del catión sodio en este caso.



15 DE AGOSTO DE 2015

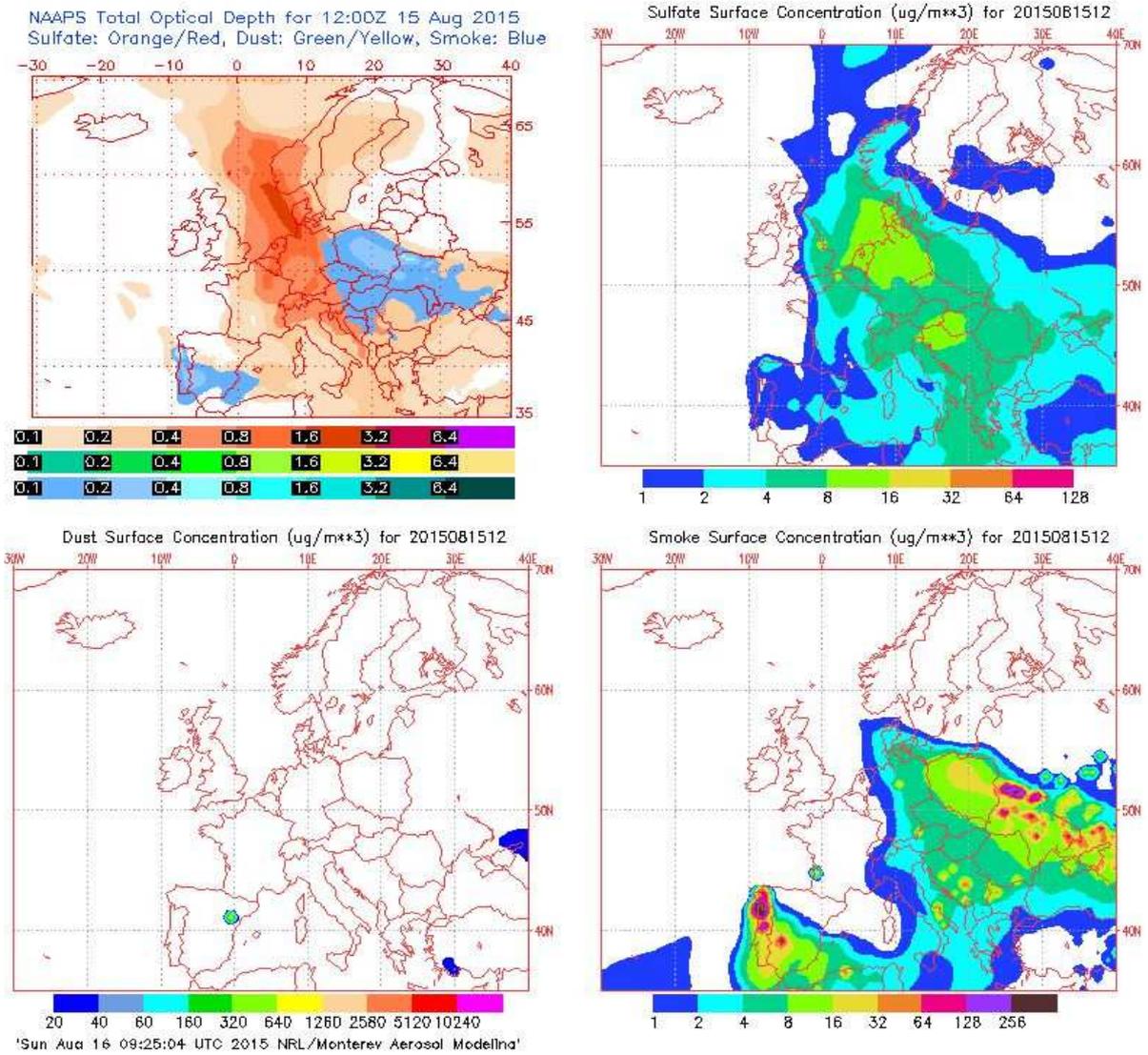
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $16,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 93,59%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $3,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,2 m y 2,62 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,4 m y 2,70 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. No hay registro sobre la racha de viento en Coruña-Dique para esta fecha.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $4,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 52,93%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



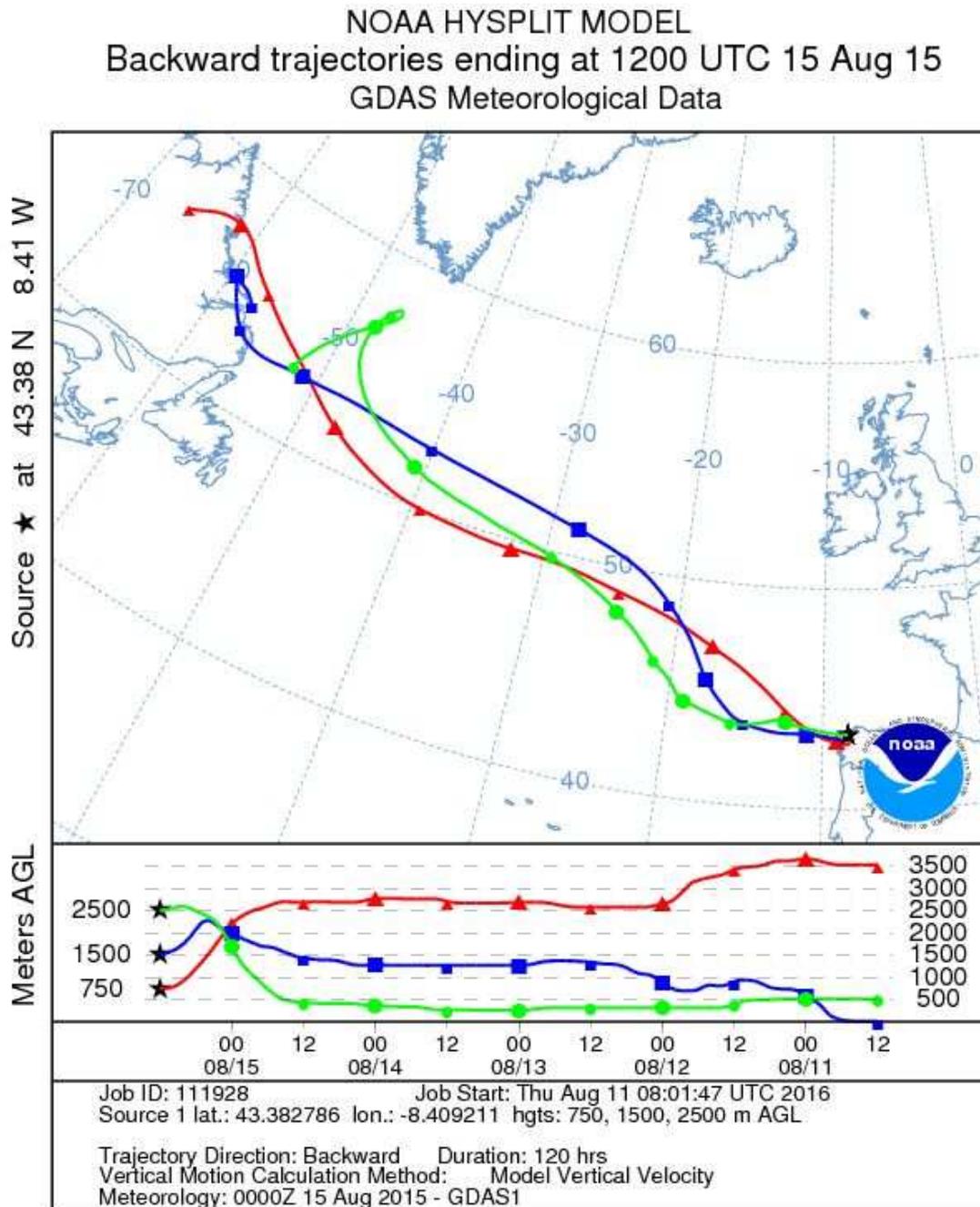
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se han identificado episodios de quema de biomasa, pero no de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 131. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 15/08/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte desde largas distancias de zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa y el interior del norte del continente americano, respectivamente.



Gráfica 132. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 15/08/2015



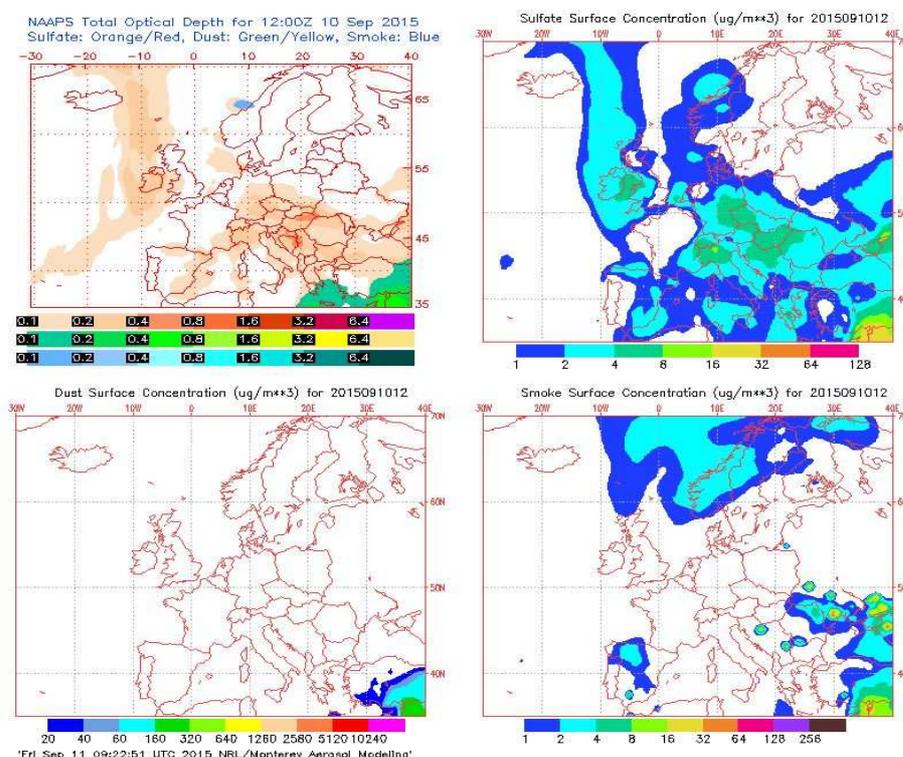
10 DE SEPTIEMBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 54 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 17 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 18 µg/m³, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 1,37 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{2,5} de la materia particulada fue del 24,66%.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 20 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 24 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 3,19 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 43,89%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,3 m y 2,44 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,1 m y 2,16 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 23,04 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

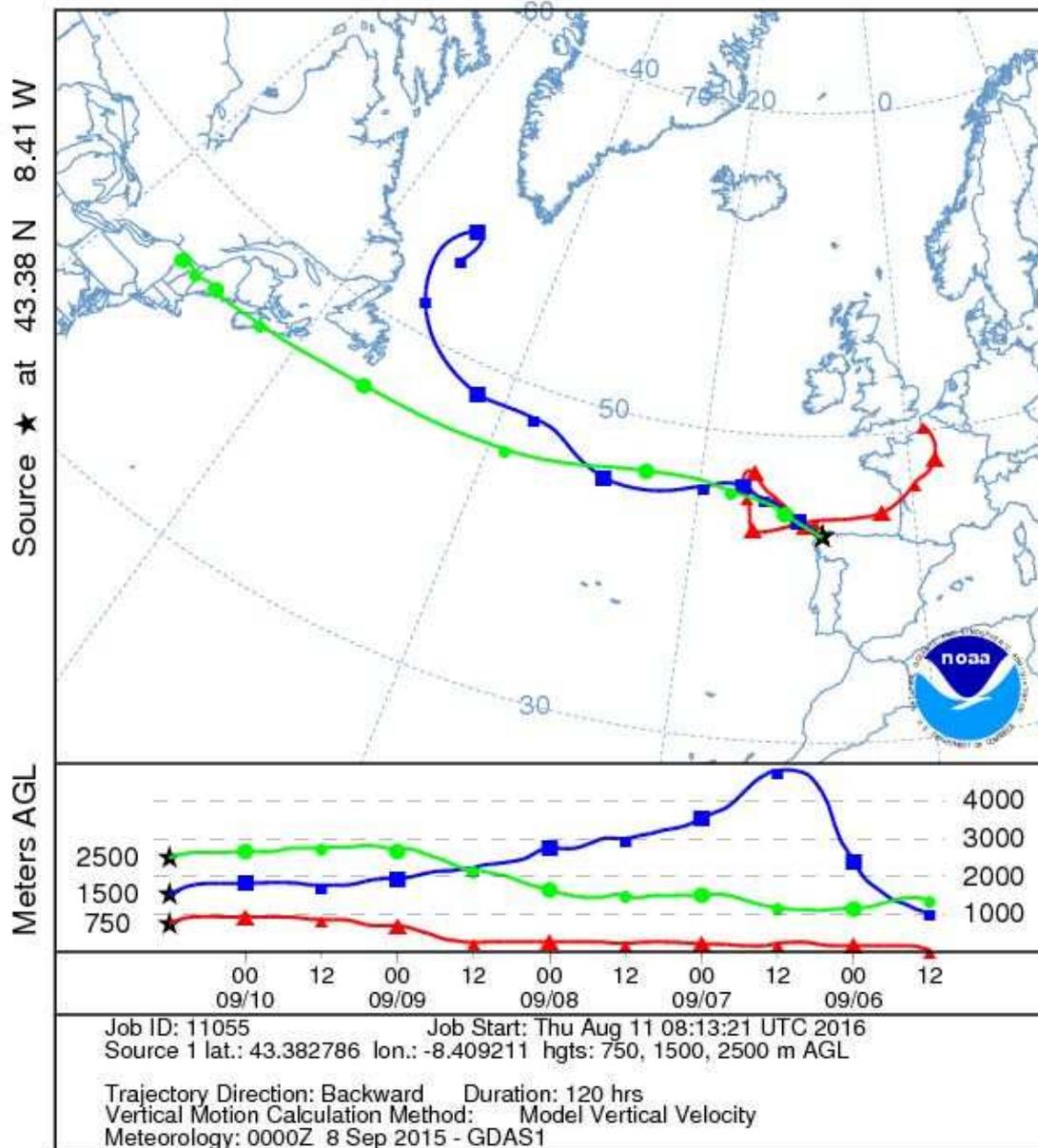


Gráfica 133. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 10/09/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano; a 1500 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico; y a 750 m, procede de la costa de la zona norte del territorio francés.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 10 Sep 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 134. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 10/09/2015



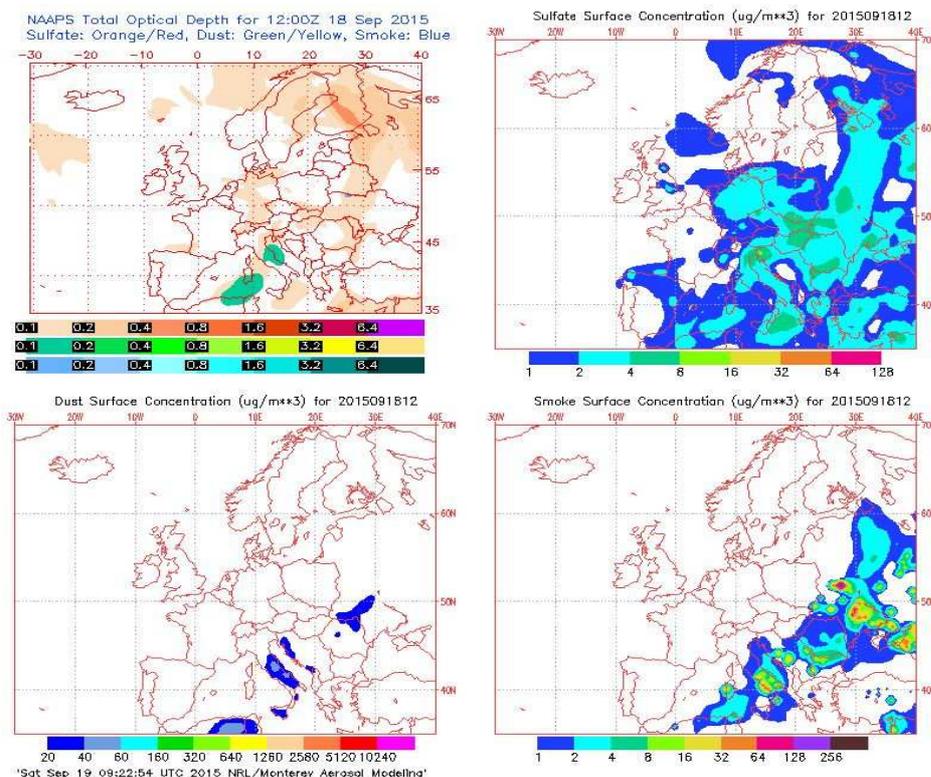
18 DE SEPTIEMBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 55 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 16 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 13 µg/m³, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 1,14 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{2,5} de la materia particulada fue del 28,24%.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 18 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 22 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 3,47 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 50,85%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,3 m y 2,53 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,9 m y 2,15 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 20,81 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

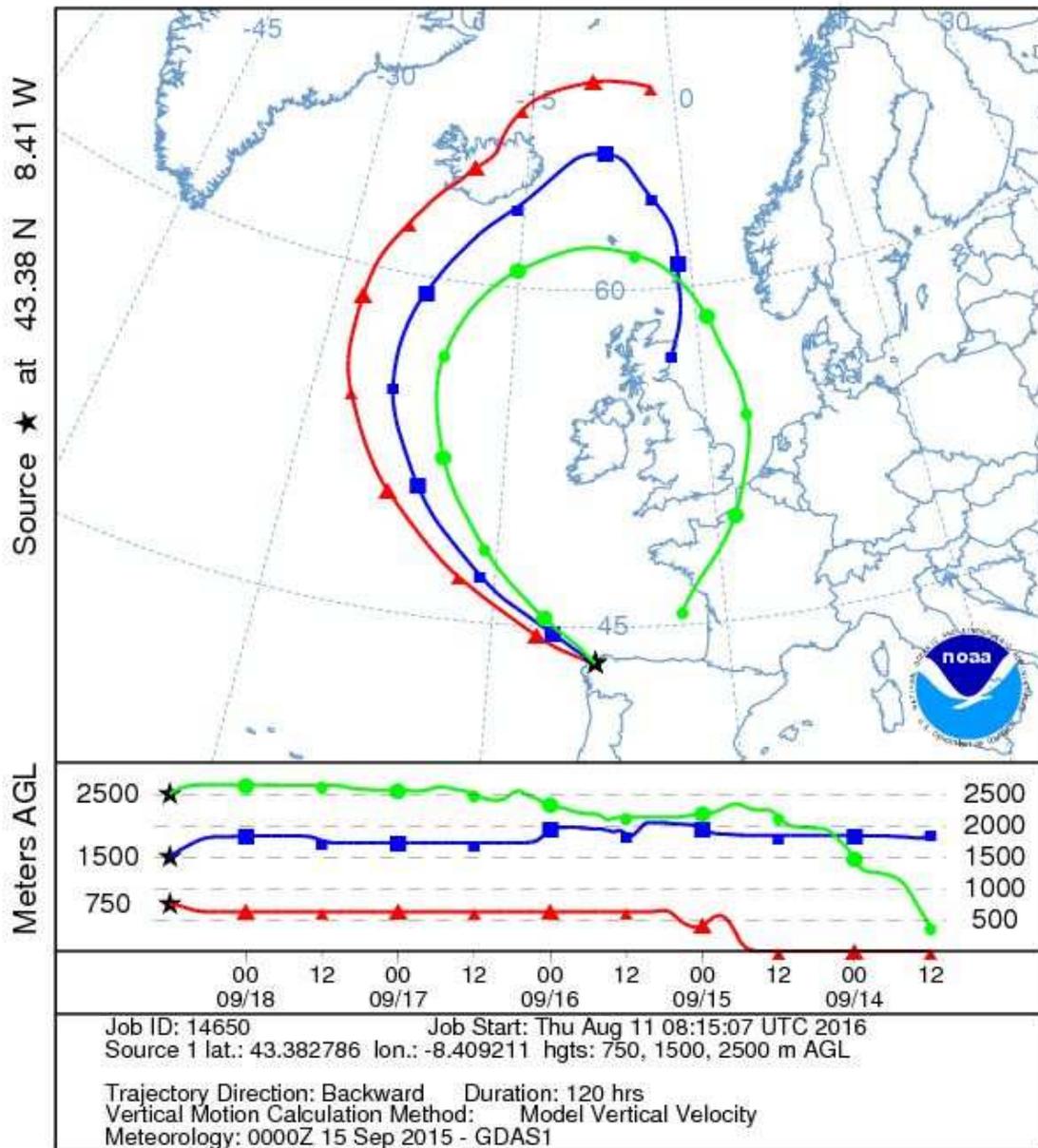


Gráfica 135. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 18/09/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 750 m, proceden de transporte desde largas distancias de zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; y a 1500 m, procede de la costa de la zona norte de Reino Unido.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 18 Sep 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 136. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 18/09/2015



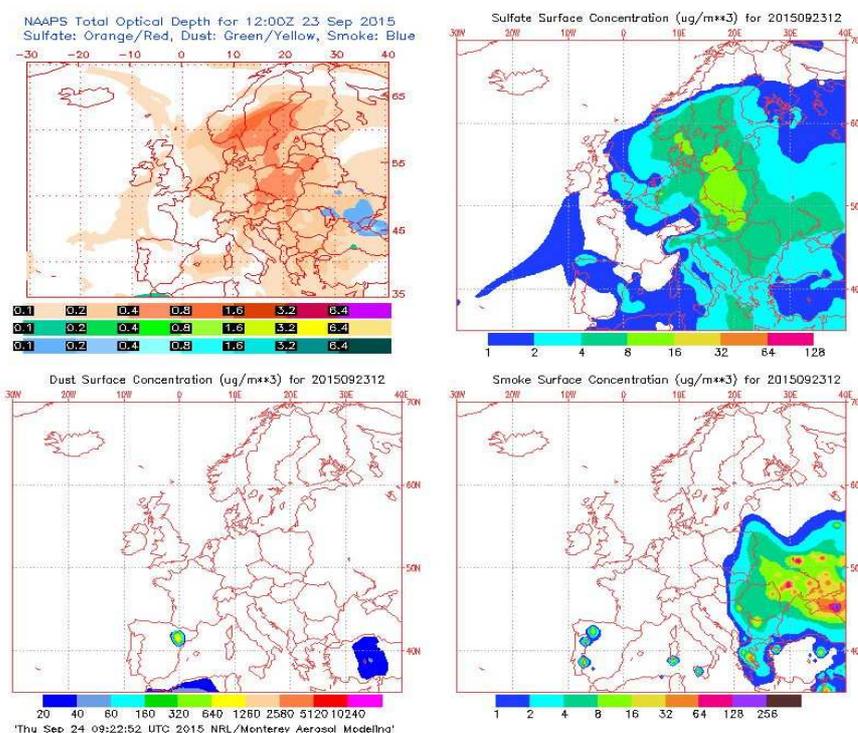
23 DE SEPTIEMBRE DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de $PM_{2,5}$ de la materia particulada fue del 41,85%.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $3,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 49,45%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 2,8 m y 2,48 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,7 m y 2,36 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 18,68 km/h, lo cual se corresponde con viento débil.

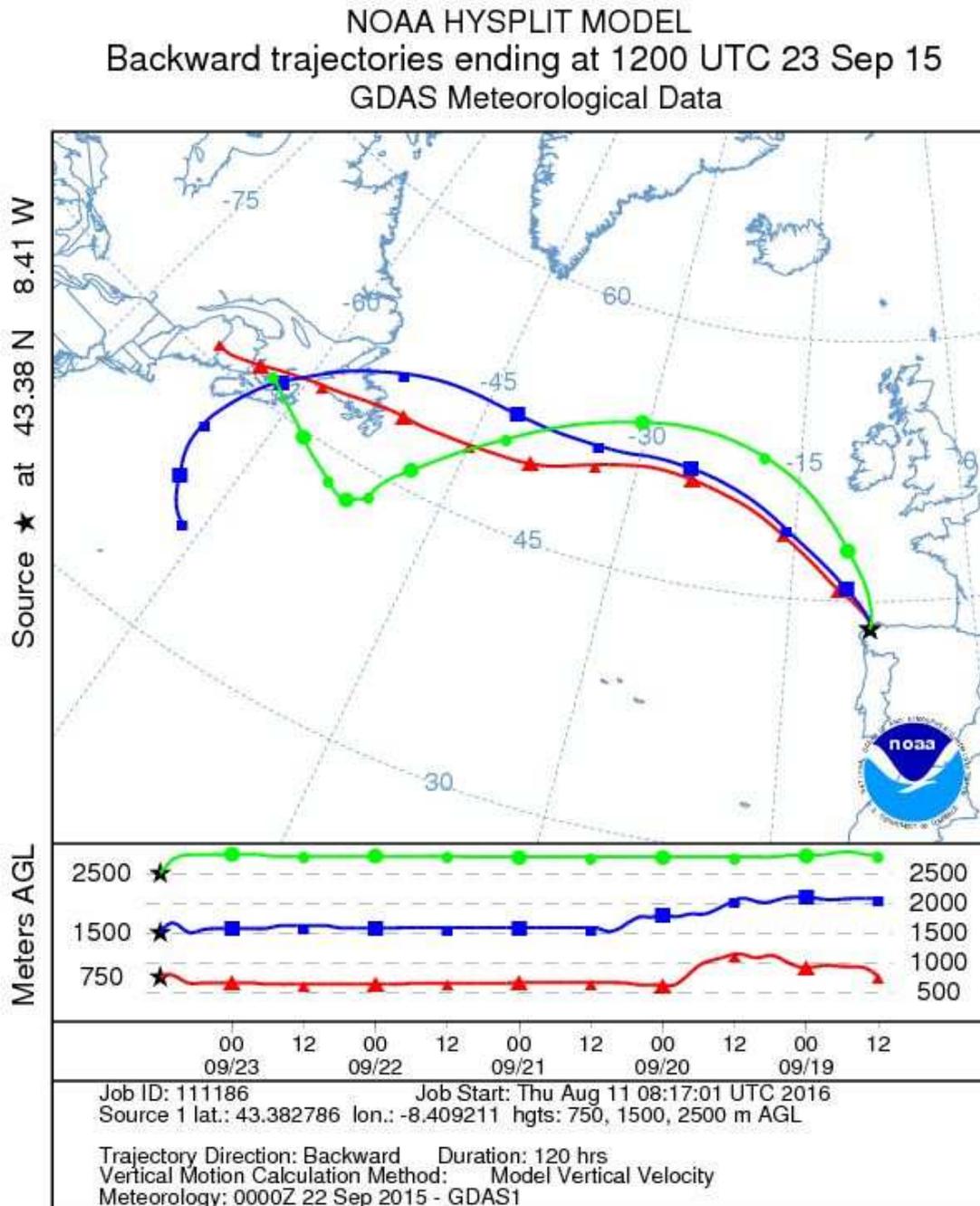
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de $2-4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 137. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 23/09/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa y el interior del norte del continente americano, respectivamente; y a 1500 m, procede de transporte desde largas distancias de zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico.



Gráfica 138. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 23/09/2015



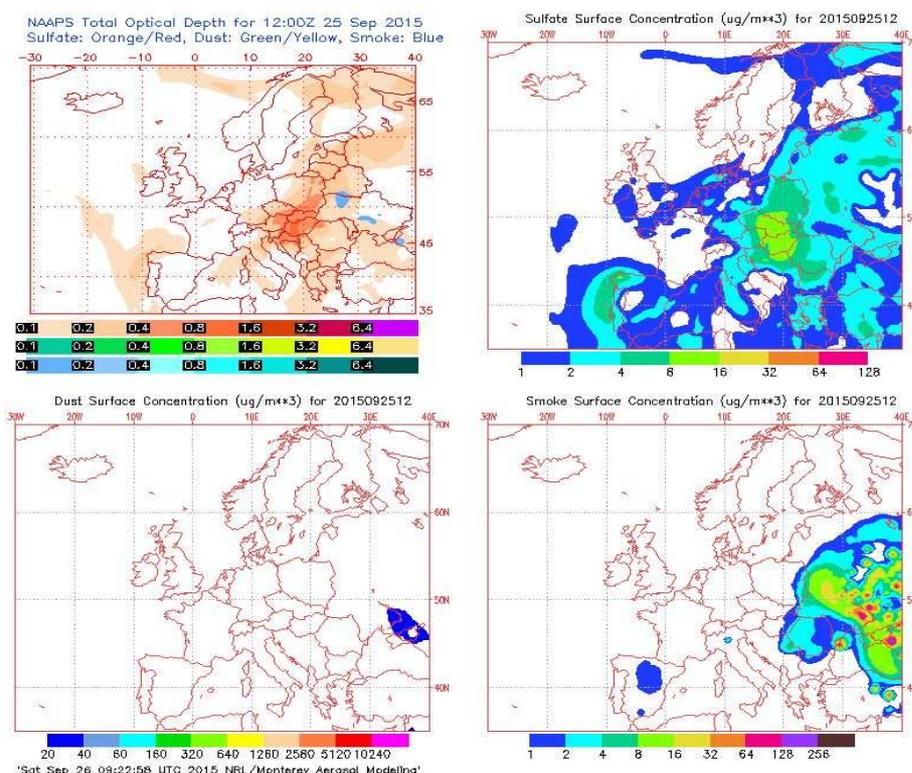
25 DE SEPTIEMBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 100 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 37 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 27 µg/m³, registrada con el gravimétrico. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 3,24 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{2,5} de la materia particulada fue del 39,33%.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazaor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 43 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 44 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 6,90 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 51,33%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,5 m y 2,75 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,2 m y 2,57 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 23,87 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

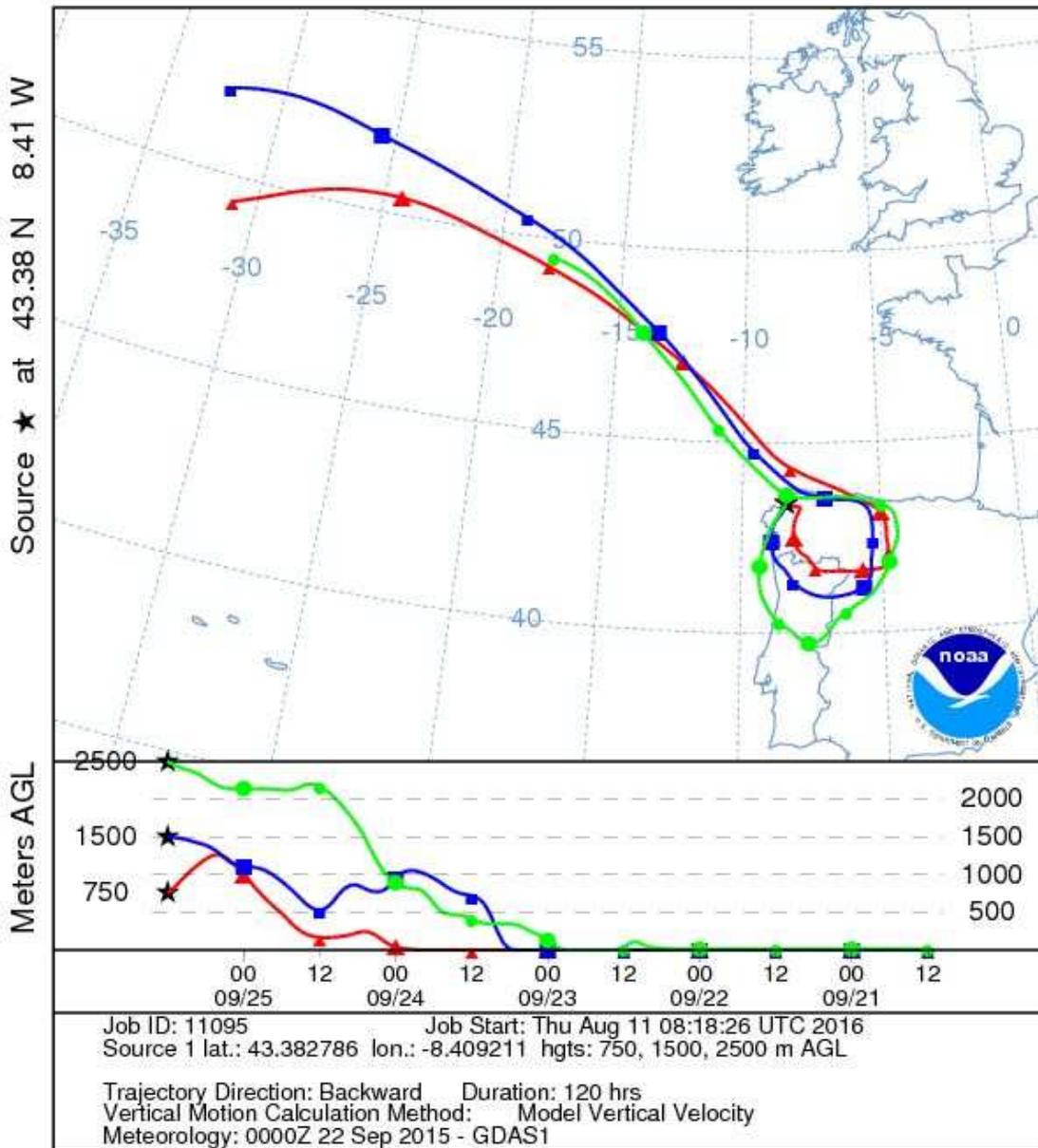


Gráfica 139. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 25/09/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 25 Sep 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 140. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 25/09/2015



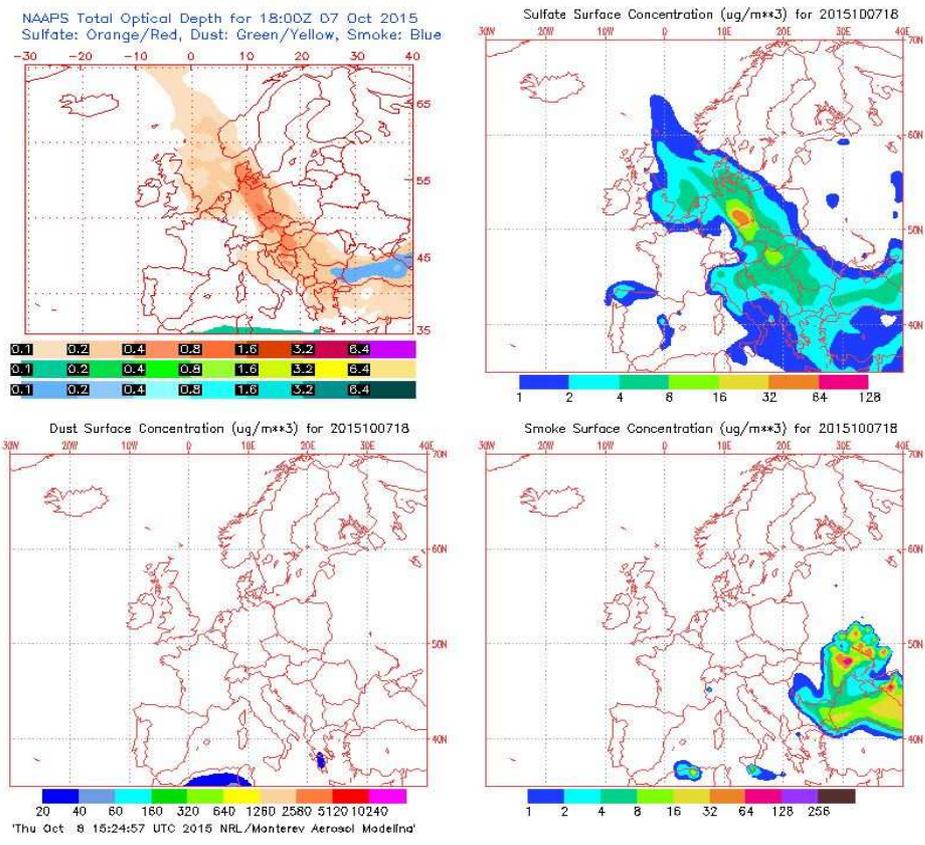
7 DE OCTUBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 56 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 20 µg/m³, registrada con el analizador automático.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 23 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 27 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 2,77 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 33,63%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,8 m y 3,30 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,7 m y 2,83 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 17,06 km/h, lo cual se corresponde con viento débil.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

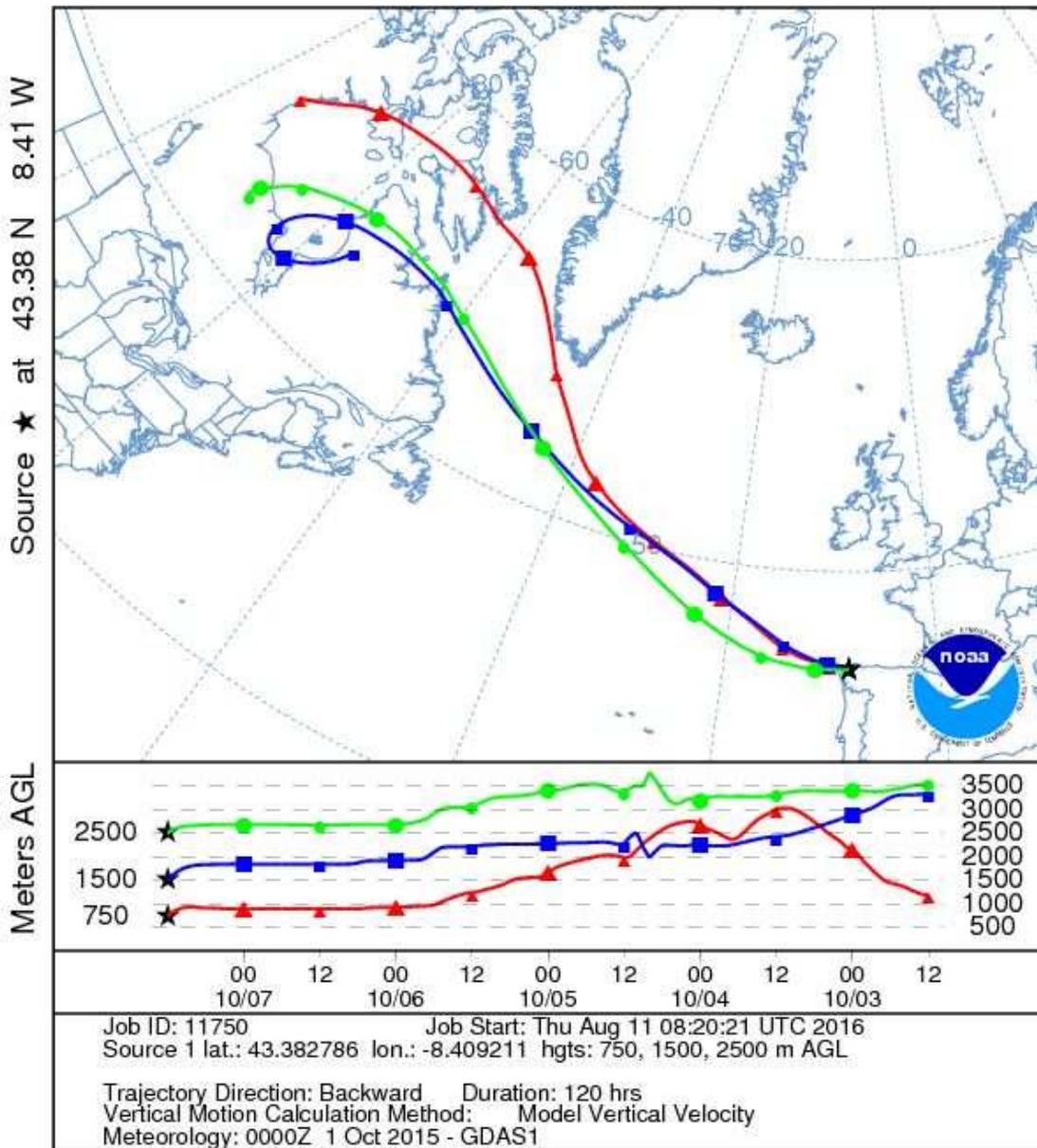


Gráfica 141. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 07/10/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa del norte del continente americano.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 07 Oct 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 142. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 07/10/2015



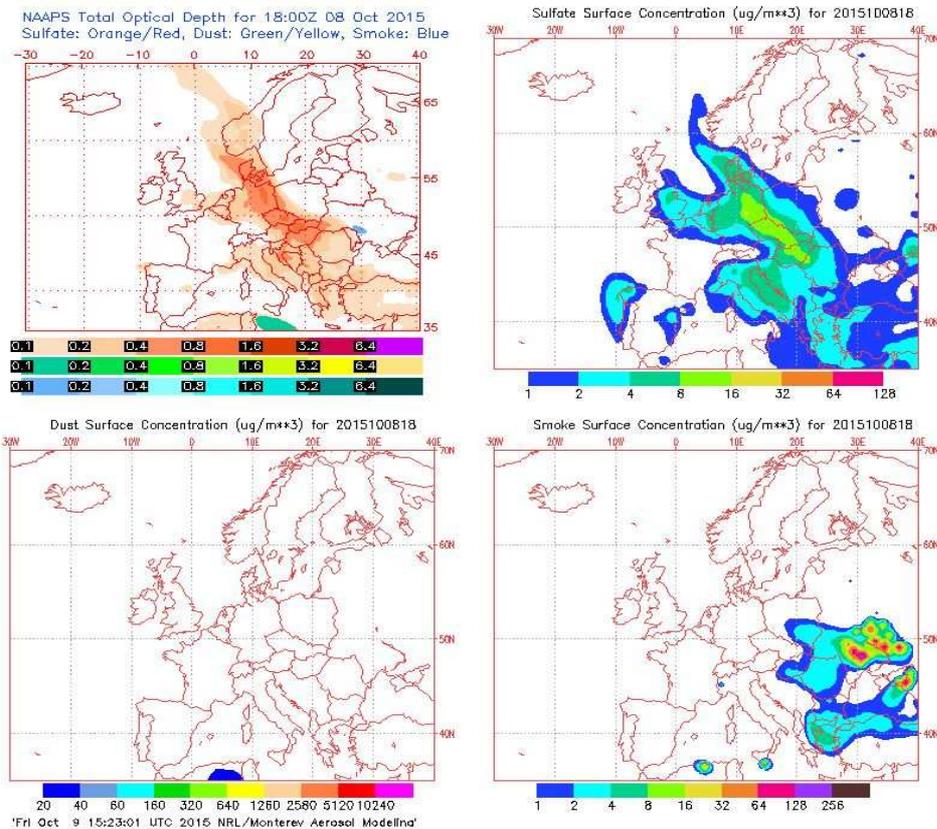
8 DE OCTUBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 62 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 24 µg/m³, registrada con el analizador automático.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 31 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 37 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 5,33 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 47,71%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,9 m y 3,04 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,7 m y 2,96 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 18,00 km/h, lo cual se corresponde con viento débil.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

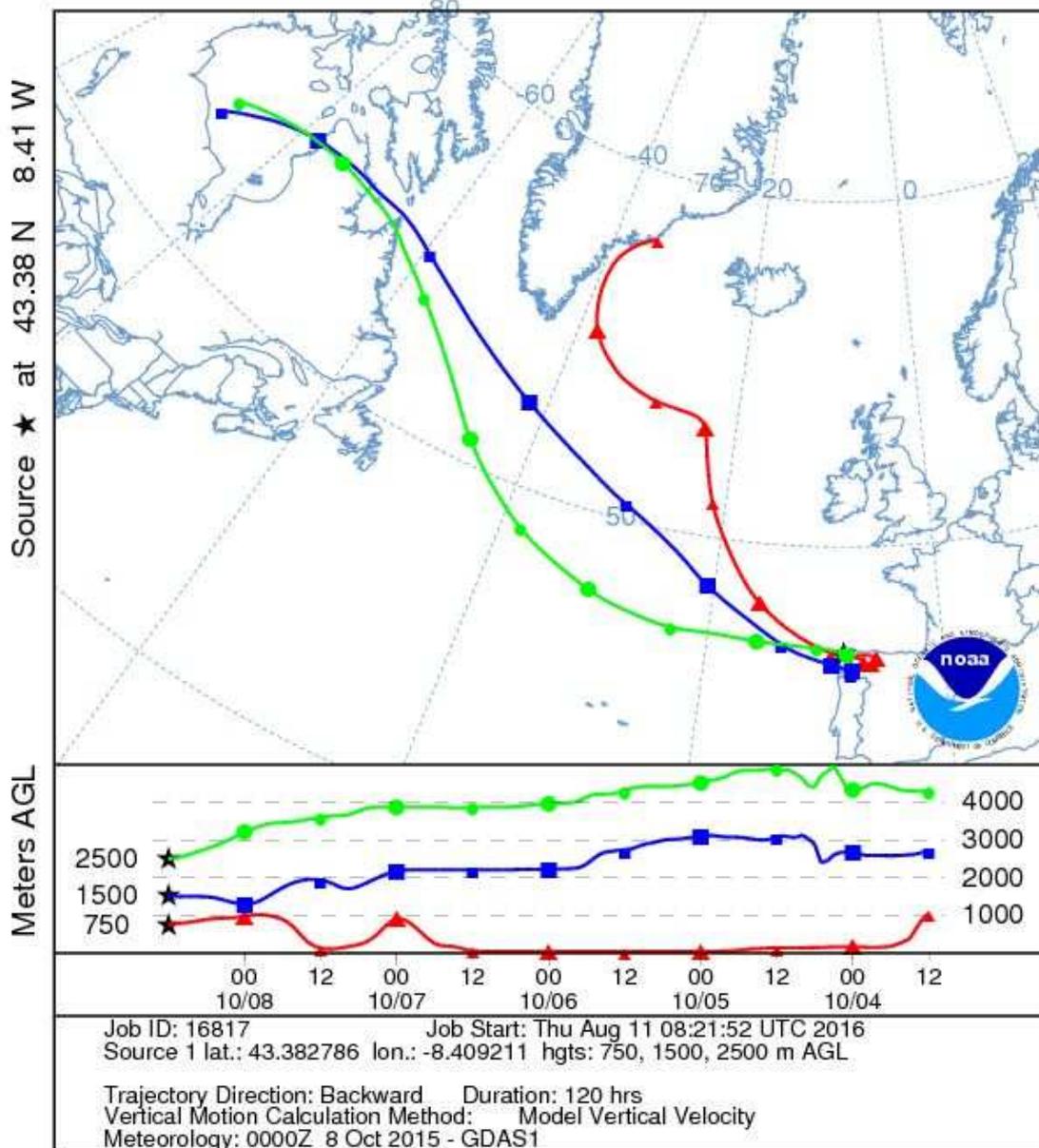


Gráfica 143. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 08/10/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte desde largas distancias de zonas limpias, específicamente del Océano Glacial Ártico; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde la costa de la isla de Groenlandia.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 08 Oct 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 144. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 08/10/2015



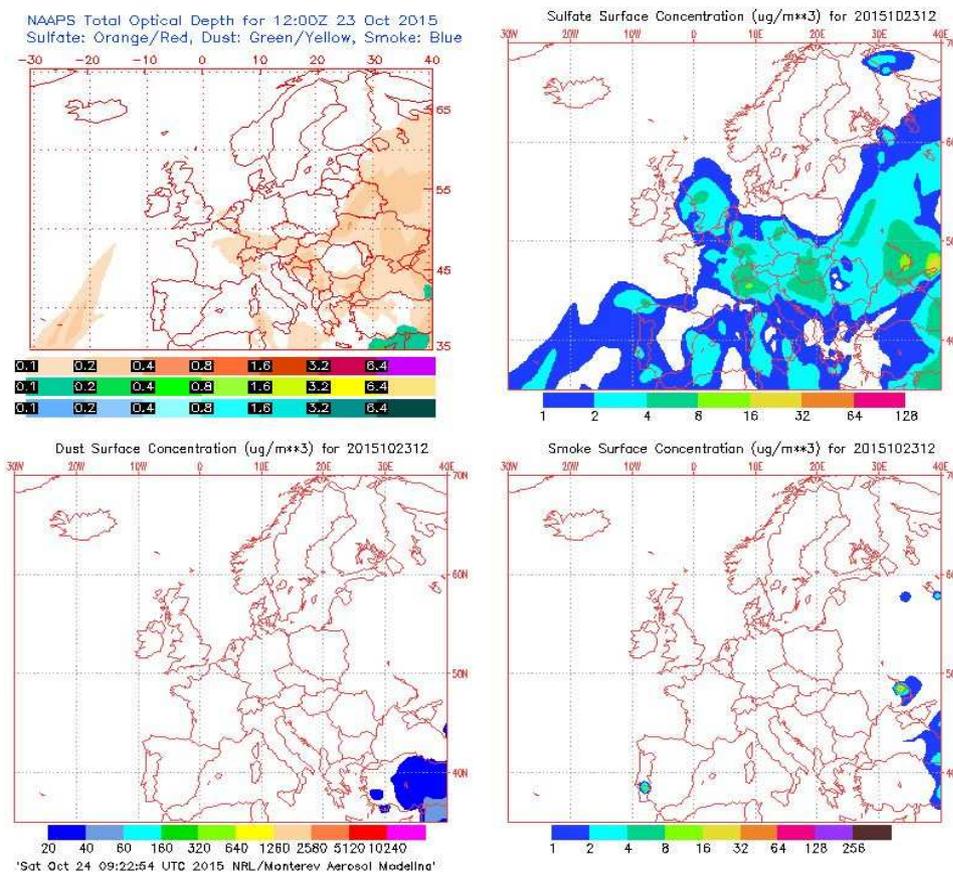
23 DE OCTUBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 56 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 24 µg/m³, registrada con el analizador automático.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 32 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 34 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 1,72 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 16,59%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,2 m y 2,67 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 39,85 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

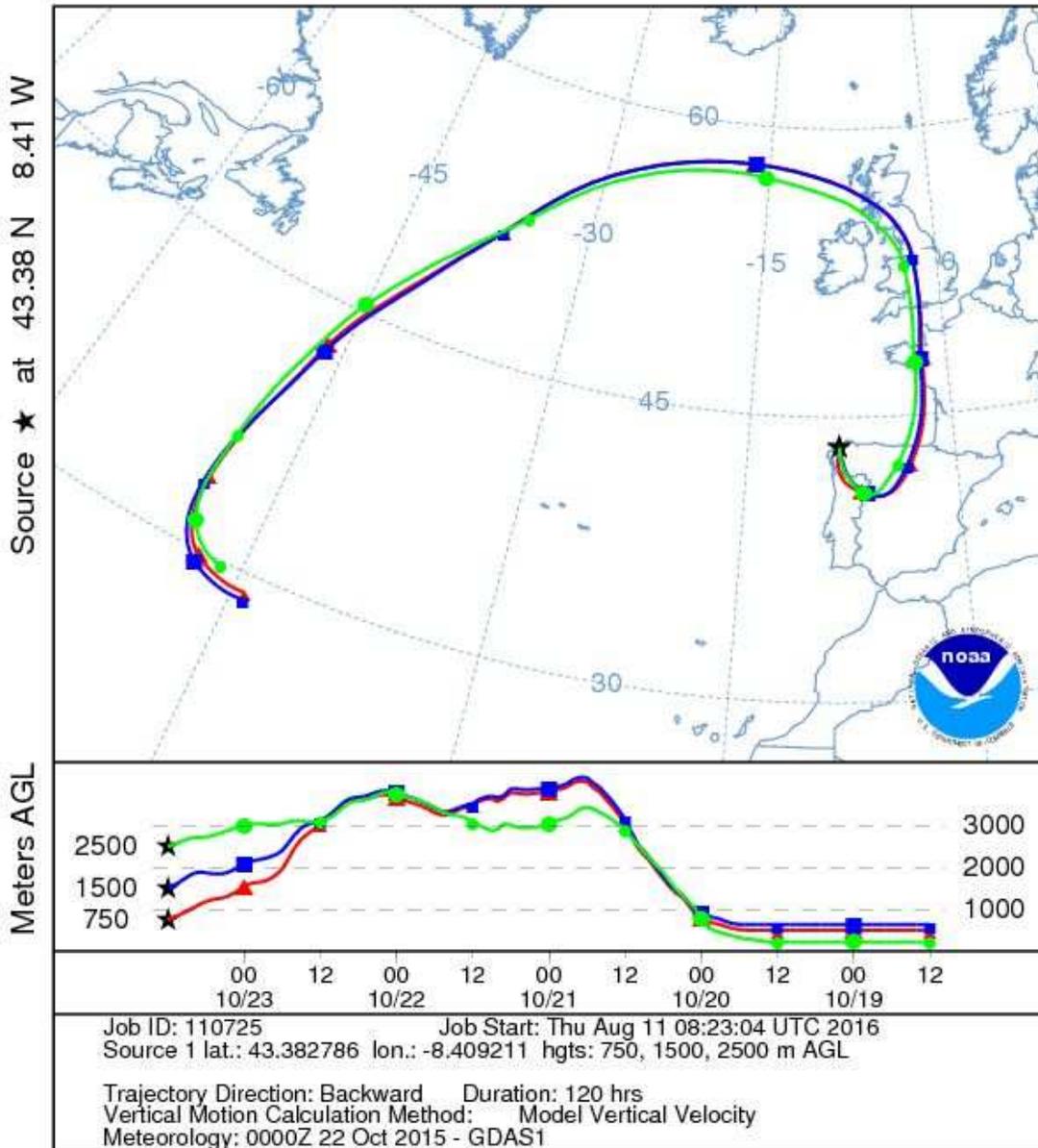


Gráfica 145. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 23/10/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 23 Oct 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 146. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 23/10/2015



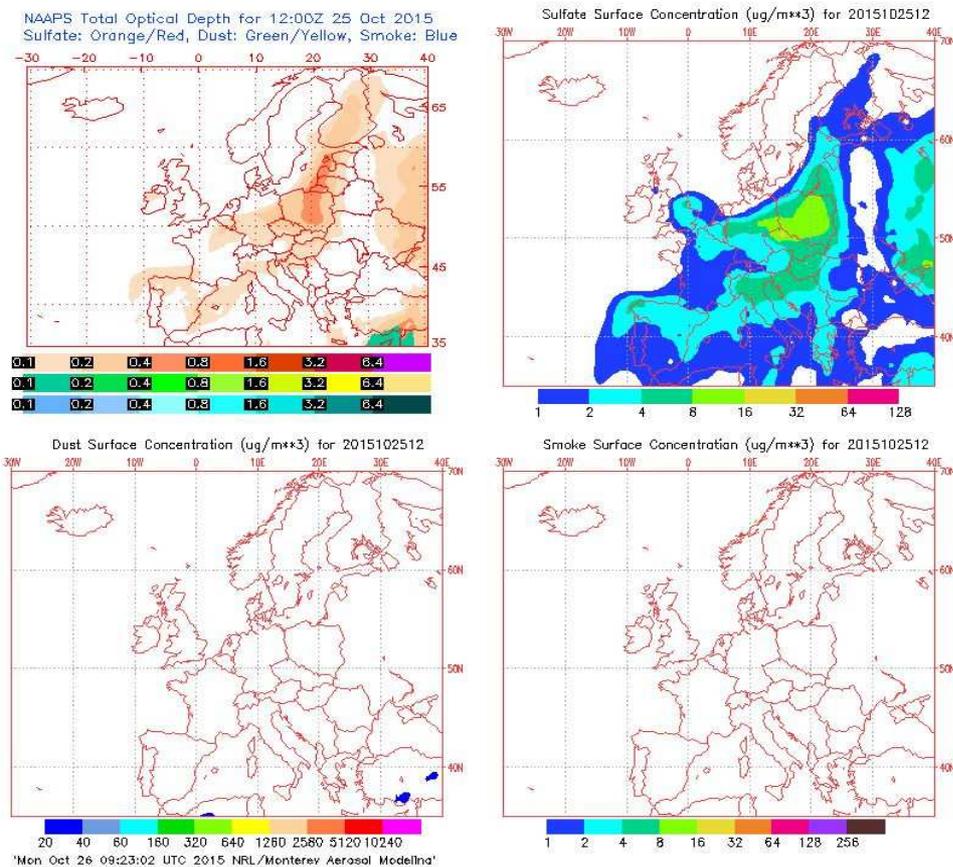
25 DE OCTUBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 54 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 20 µg/m³, registrada con el analizador automático.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 29 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 30 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 5,42 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 59,55%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,2 m y 2,67 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 46,91 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 4-8 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

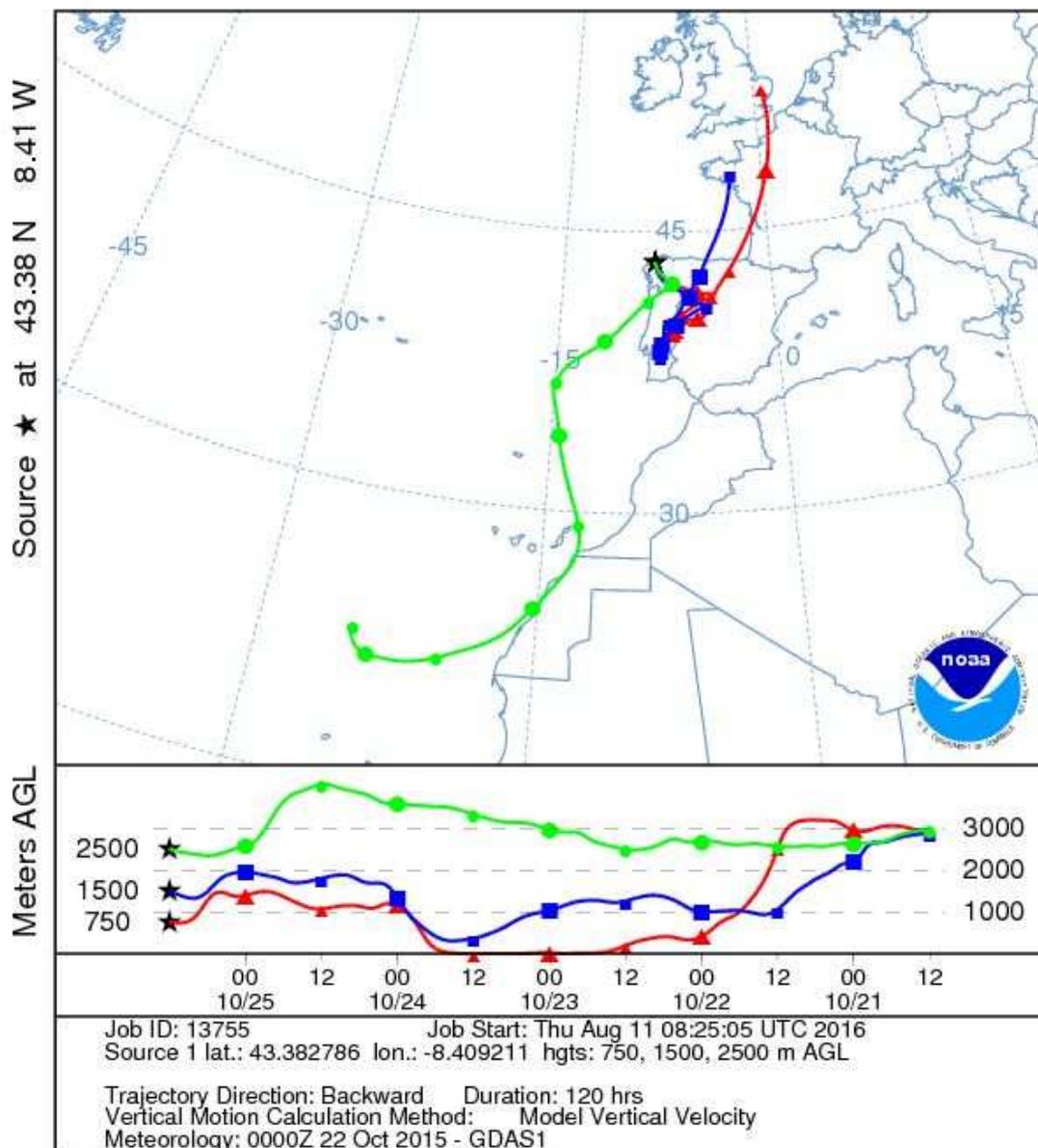


Gráfica 147. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 25/10/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; a 1500 m, procede de la costa de la zona norte del territorio francés; y a 750 m, procede de la costa de la zona sur de Reino Unido.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 25 Oct 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 148. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 25/10/2015



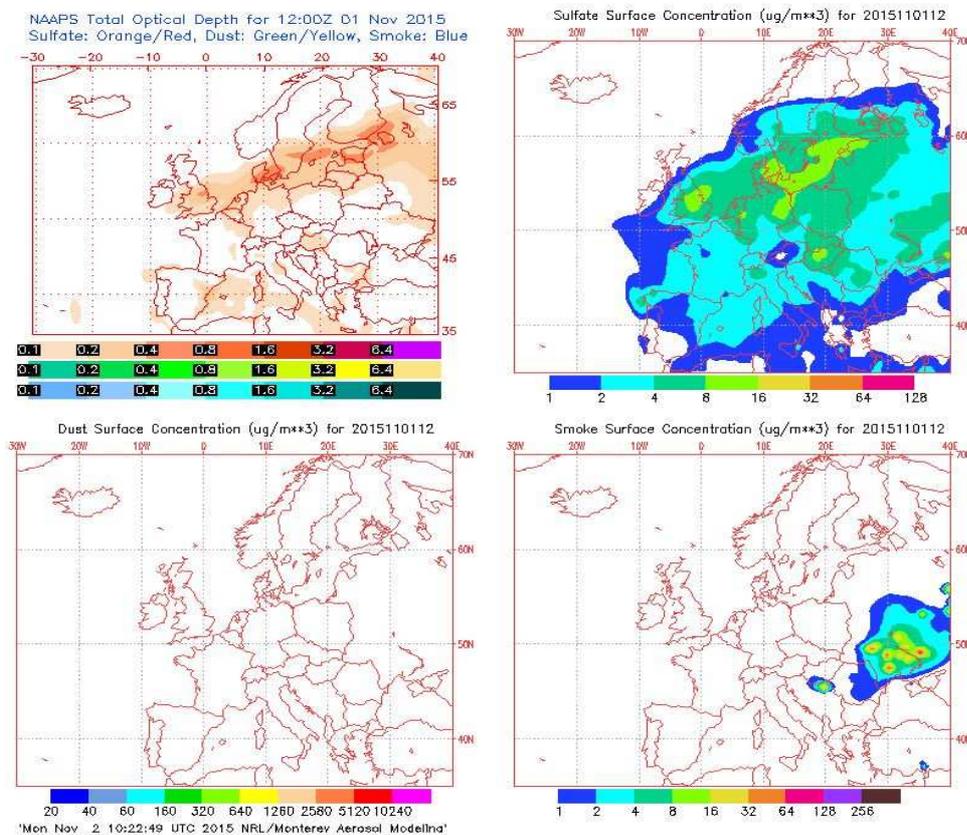
1 DE NOVIEMBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 73 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 27 µg/m³, registrada con el analizador automático.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 40 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 39 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 8,92 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 74,13%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,7 m y 3,40 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,8 m y 3,00 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 44,82 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

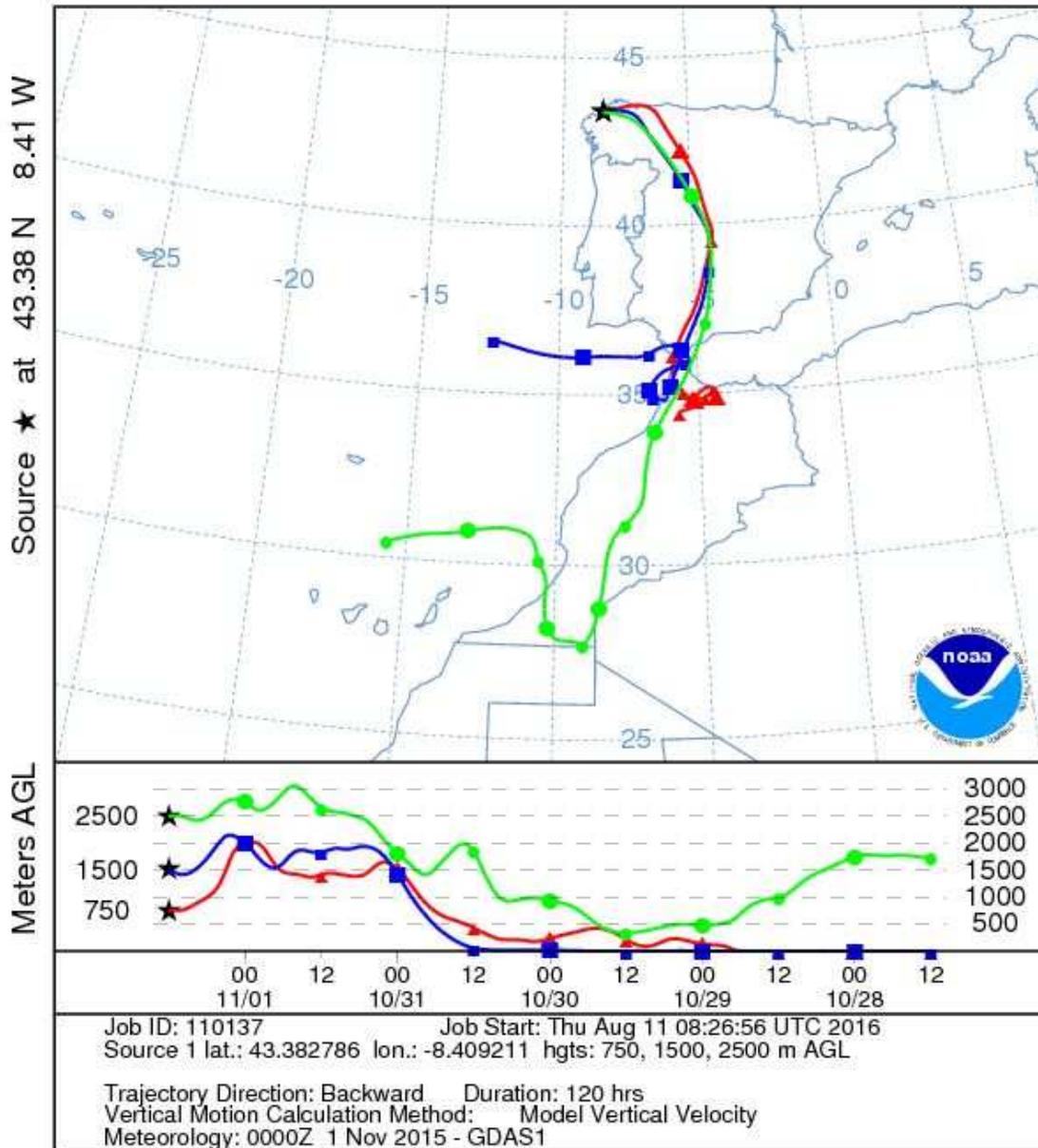


Gráfica 149. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 01/11/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; y a 750 m, procede del interior de la zona norte del territorio continental africano.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 01 Nov 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 150. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 01/11/2015



19 DE NOVIEMBRE DE 2015

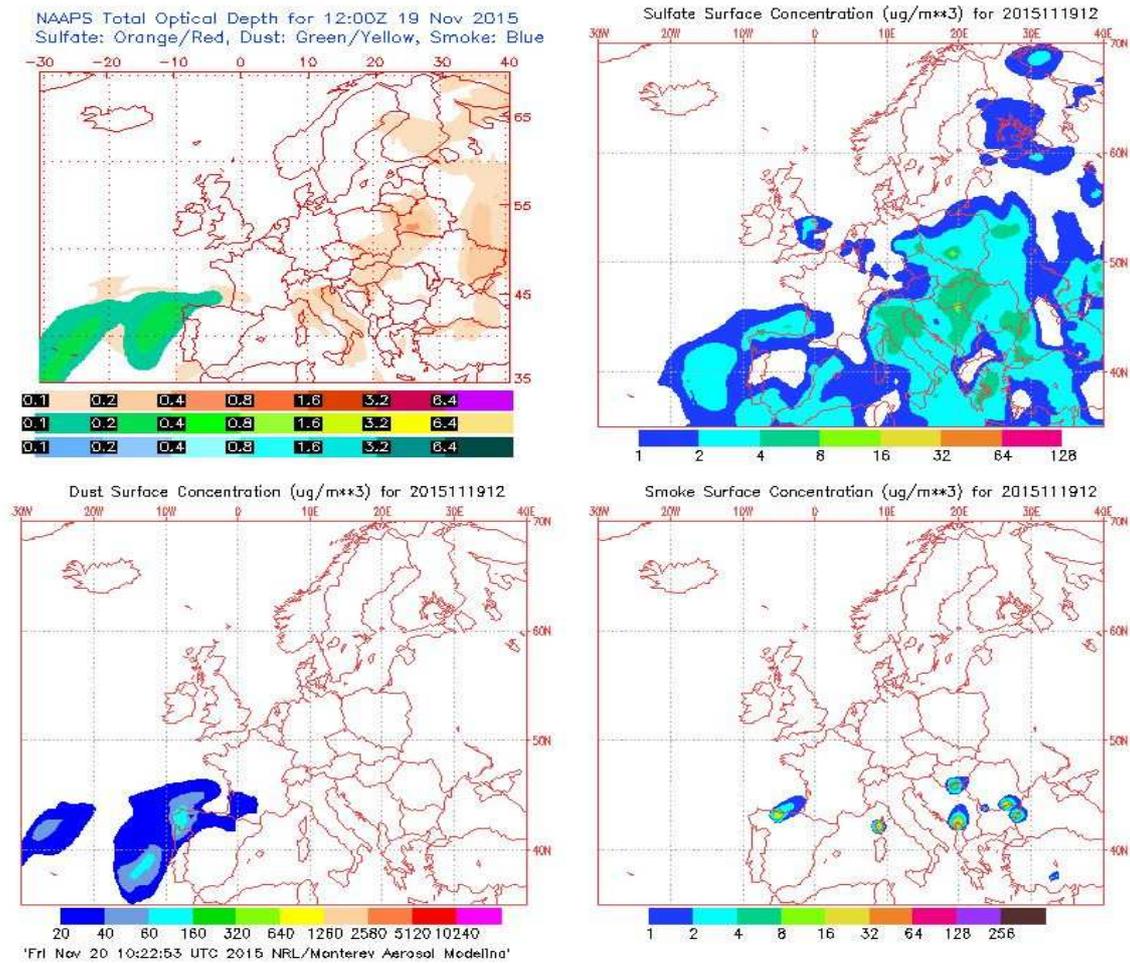
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $7,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 35,47%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $46,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 3,2 m y 2,40 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,1 m y 1,78 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 30,56 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose el límite diario permitido solo para el gravimétrico. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 8,80%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano. El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que no estaríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, teniendo en cuenta que esta fuente no es aditiva a la del sal marina.

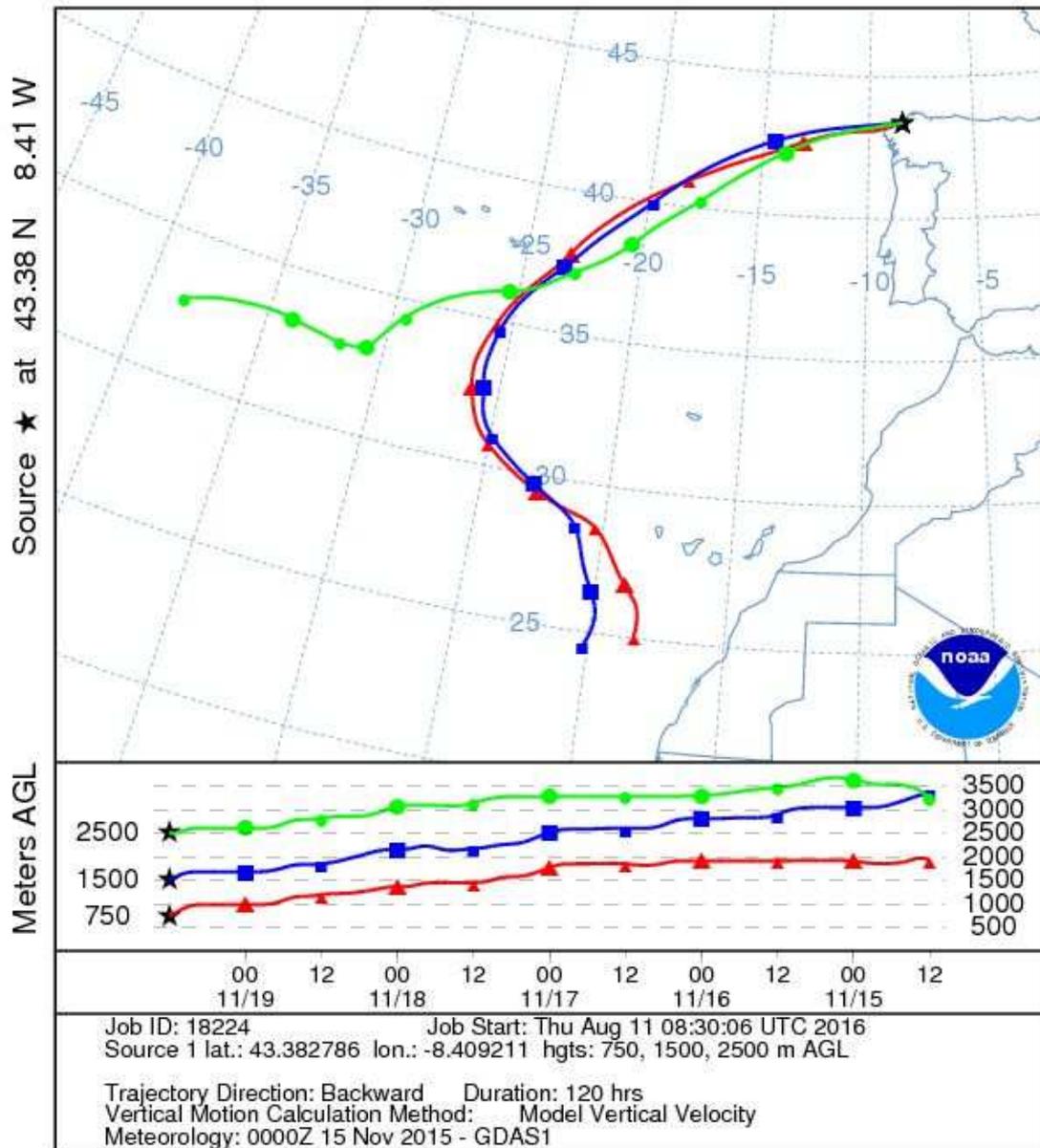


Gráfica 151. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 19/11/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 19 Nov 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 152. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 19/11/2015



20 DE NOVIEMBRE DE 2015

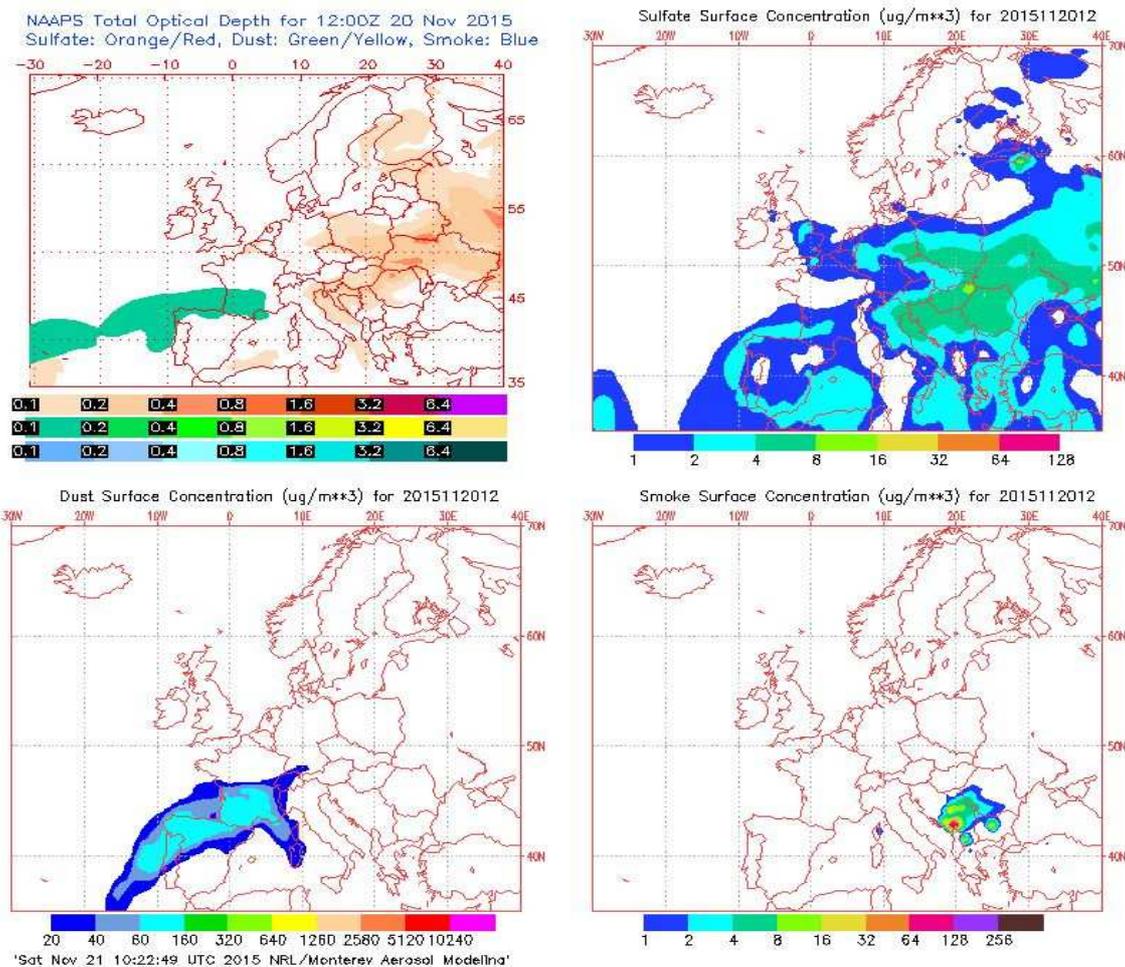
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $4,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 22,62%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $49,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,5 m y 3,53 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,9 m y 2,30 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 57,02 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 9,53%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano. El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que no estaríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, teniendo en cuenta que esta fuente no es aditiva a la del sal marina.

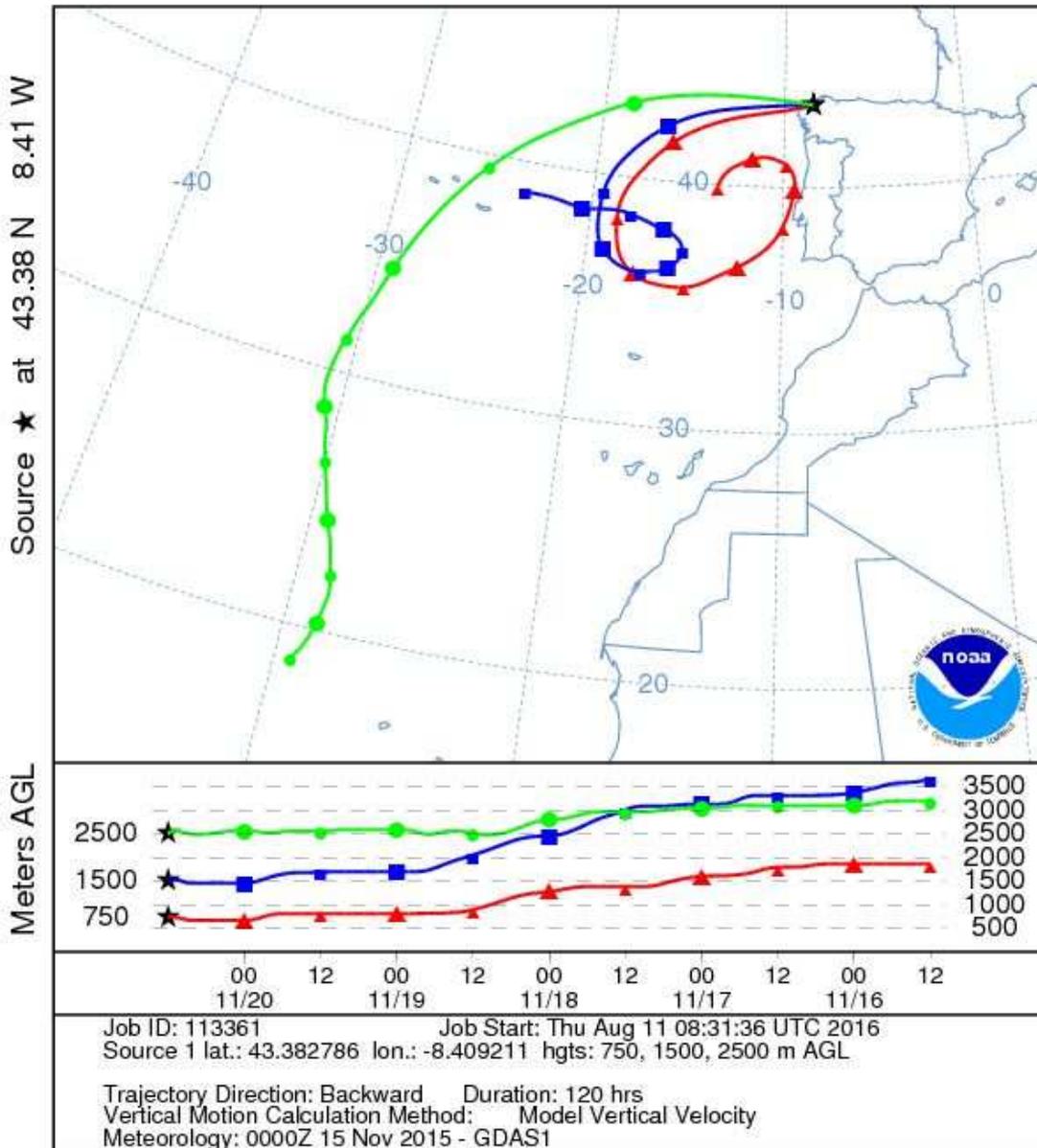


Gráfica 153. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 20/11/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire proceden de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 20 Nov 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 154. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 20/11/2015

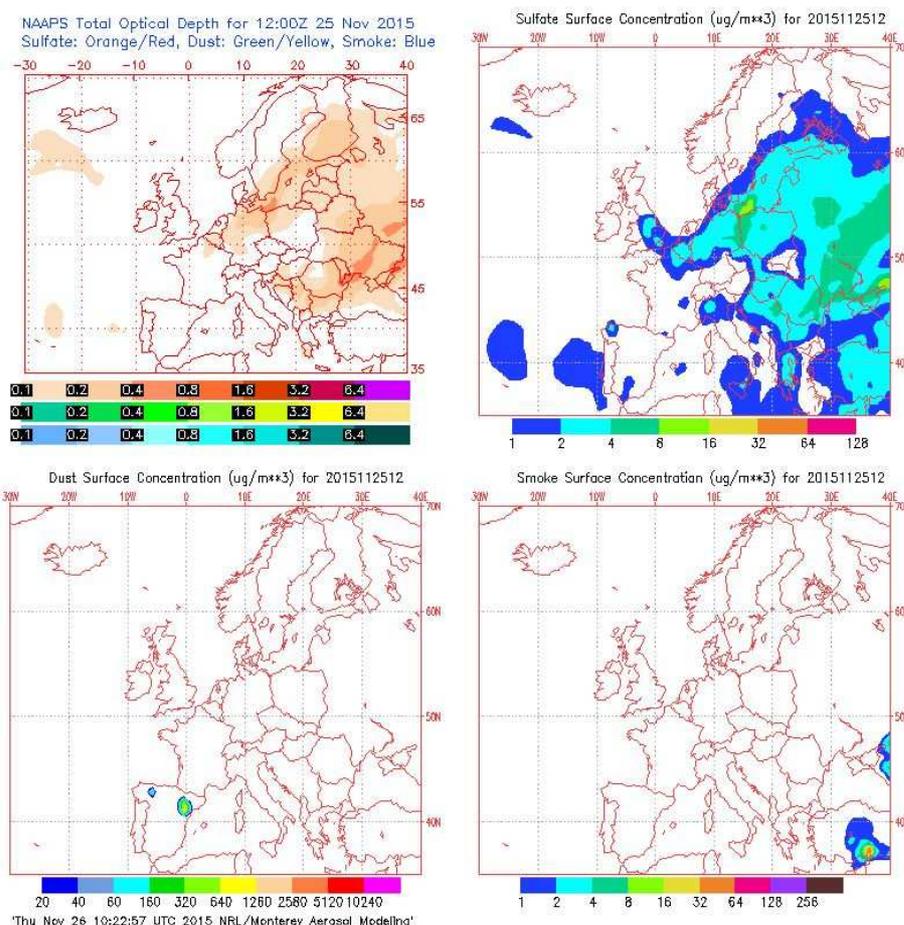


25 DE NOVIEMBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 81 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 28 µg/m³, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 39 µg/m³, registrada con el analizador automático, valor el cual no corresponde a un nivel de alerta.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,8 m y 3,75 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 4,4 m y 3,16 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 35,17 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

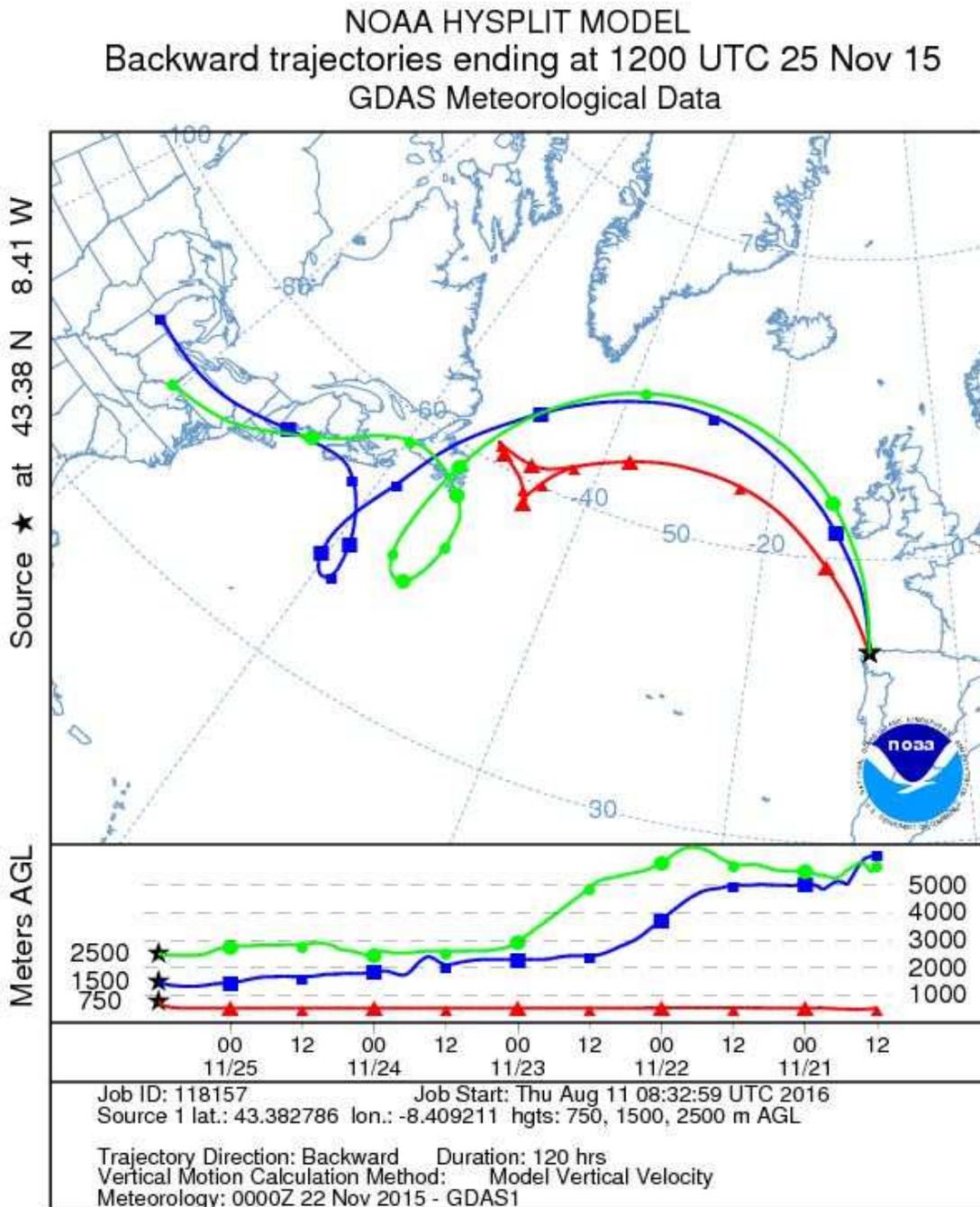
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.



Gráfica 155. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 25/11/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 1500 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano; y a 750 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente desde el Océano Atlántico.



Gráfica 156. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 25/11/2015



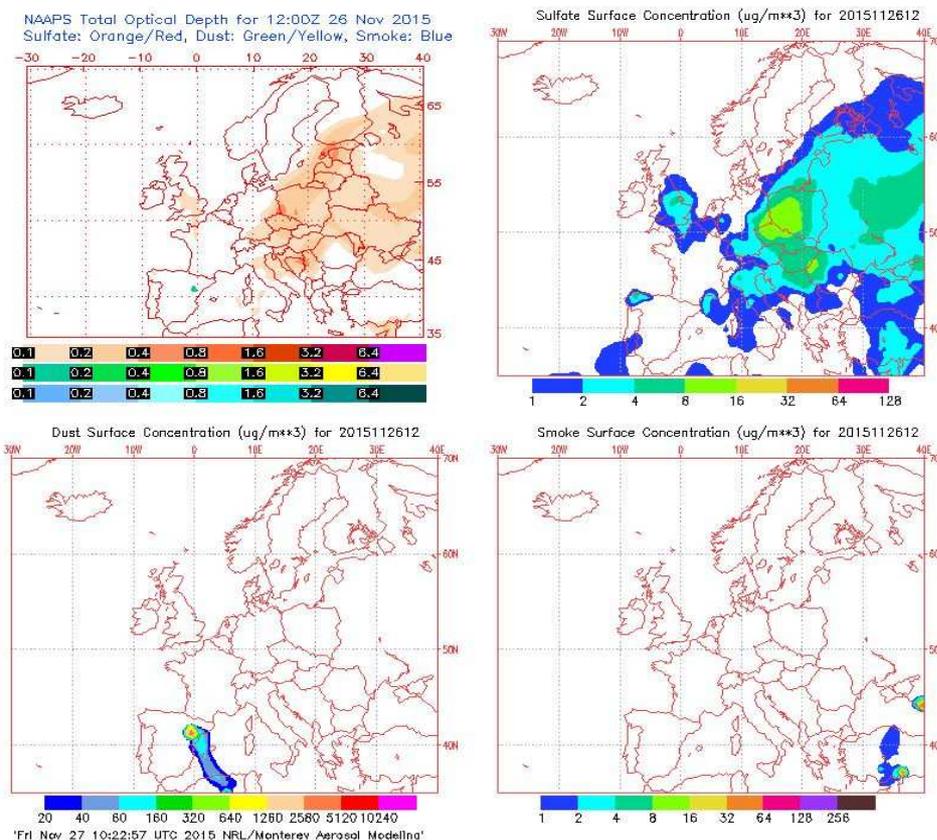
26 DE NOVIEMBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 51 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 17 µg/m³, registrada con el analizador automático.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 22 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 26 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 6,34 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 80,64%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,3 m y 3,60 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,7 m y 3,08 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 40,10 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

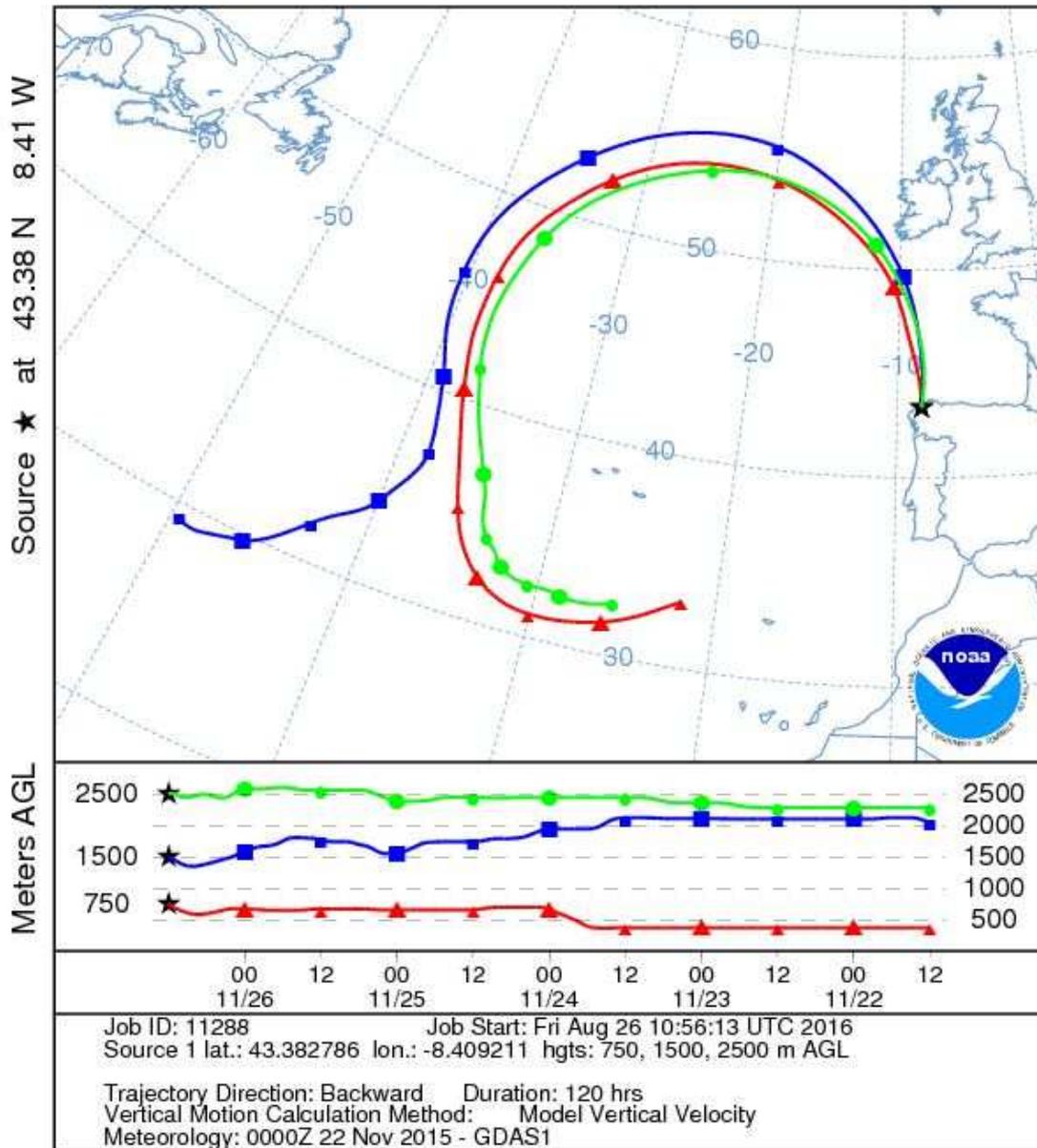


Gráfica 157. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 26/11/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias como el Océano Atlántico.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 26 Nov 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 158. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOA para el 26/11/2015



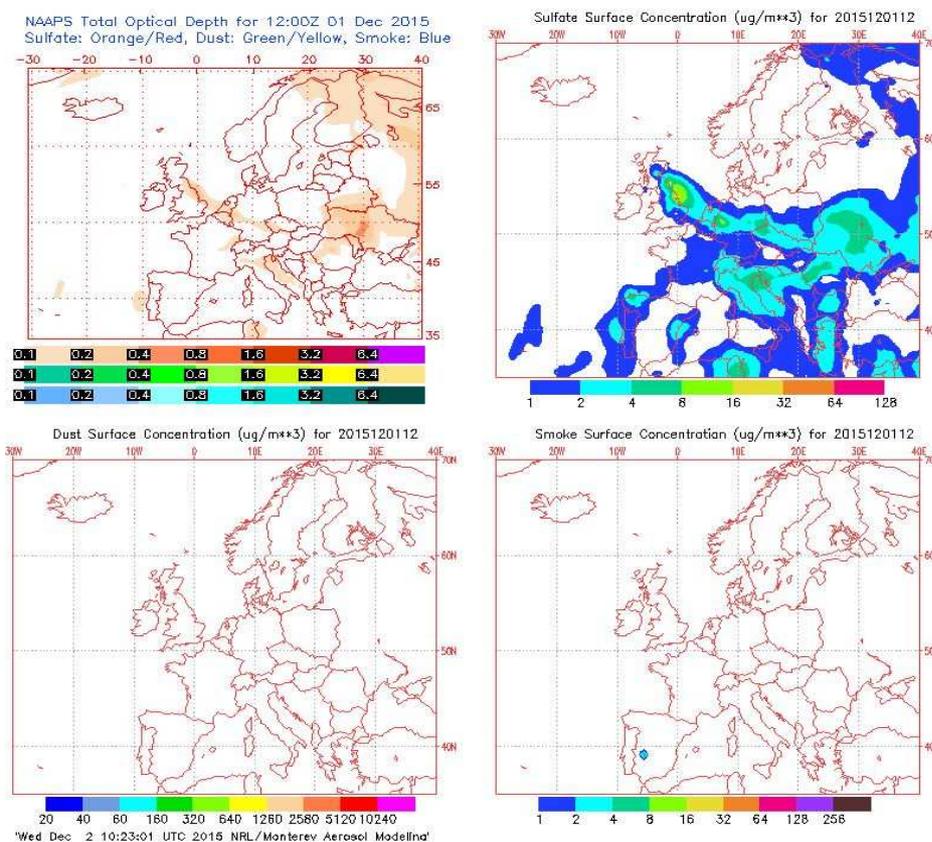
1 DE DICIEMBRE DE 2015

La concentración de PM₁₀ en Torre de Hércules fue de 55 µg/m³, registrada con el analizador automático, superándose el límite permitido de 50 µg/m³ diario. Por su parte, la concentración de PM_{2,5} en Torre de Hércules fue de 25 µg/m³, registrada con el analizador automático.

Al mismo tiempo, la concentración de PM₁₀ en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de 33 µg/m³, registrada con el analizador automático, y de 41 µg/m³, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na⁺ en el filtro fue 2,55 µg/m³, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada fue del 20,28%.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,2 m y 3,55 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 3,5 m y 3,09 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 22,93 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 2-4 µg/m³. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

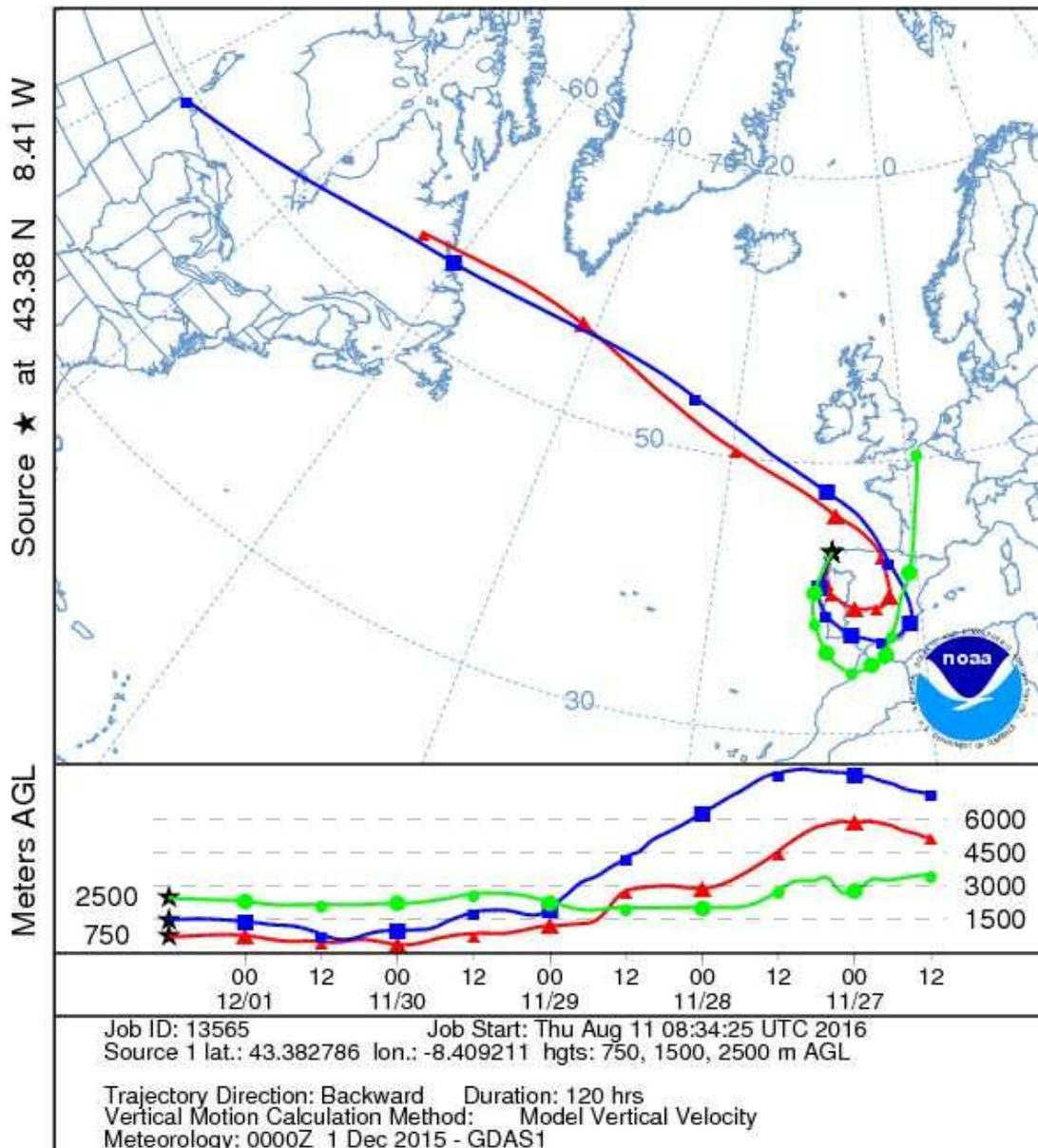


Gráfica 159. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 01/12/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de la costa de la zona norte del territorio francés; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 01 Dec 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 160. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 01/12/2015



5 DE DICIEMBRE DE 2015

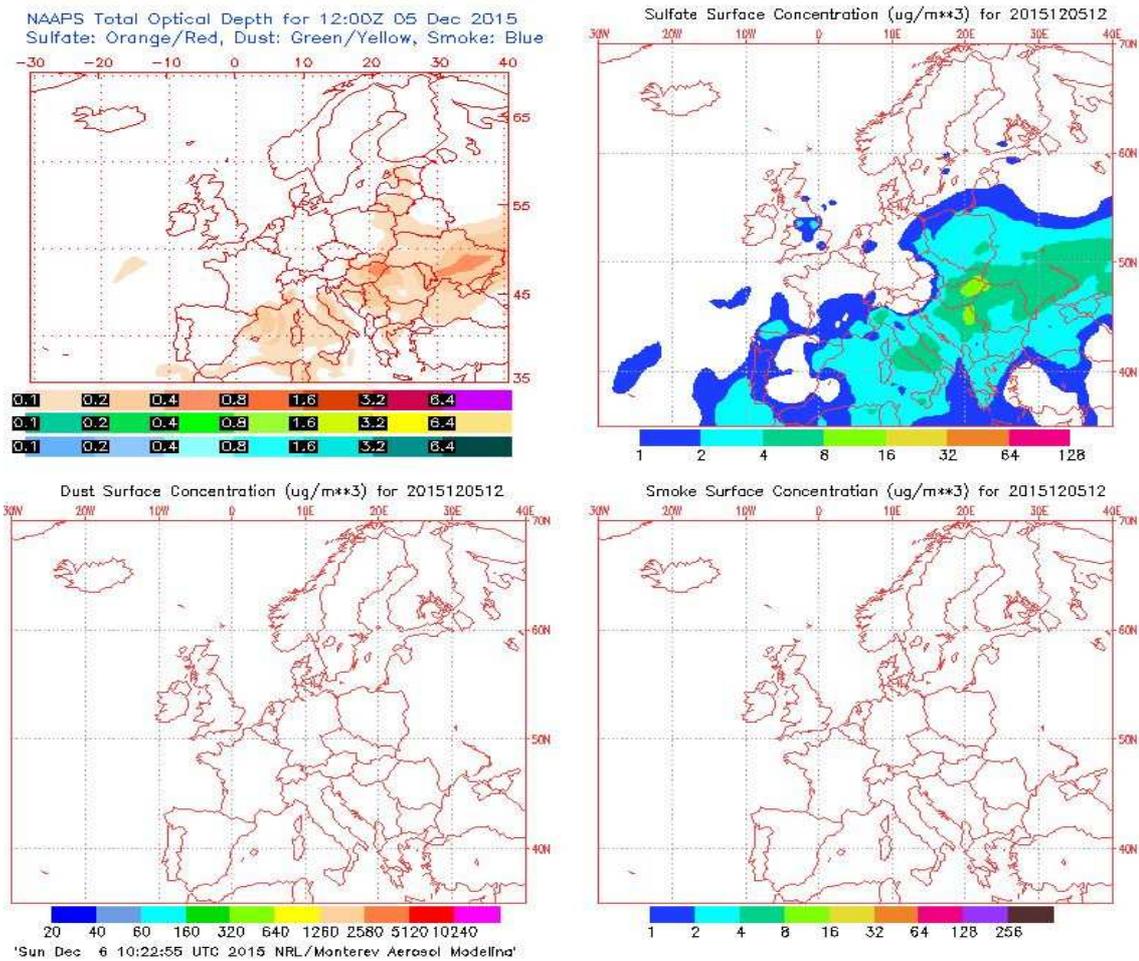
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $11,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 72,20%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $22,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 5,2 m y 3,33 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel naranja de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 4,3 m y 3,16 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 25,50 km/h, lo cual se corresponde con viento moderado.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $2,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 30,43%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



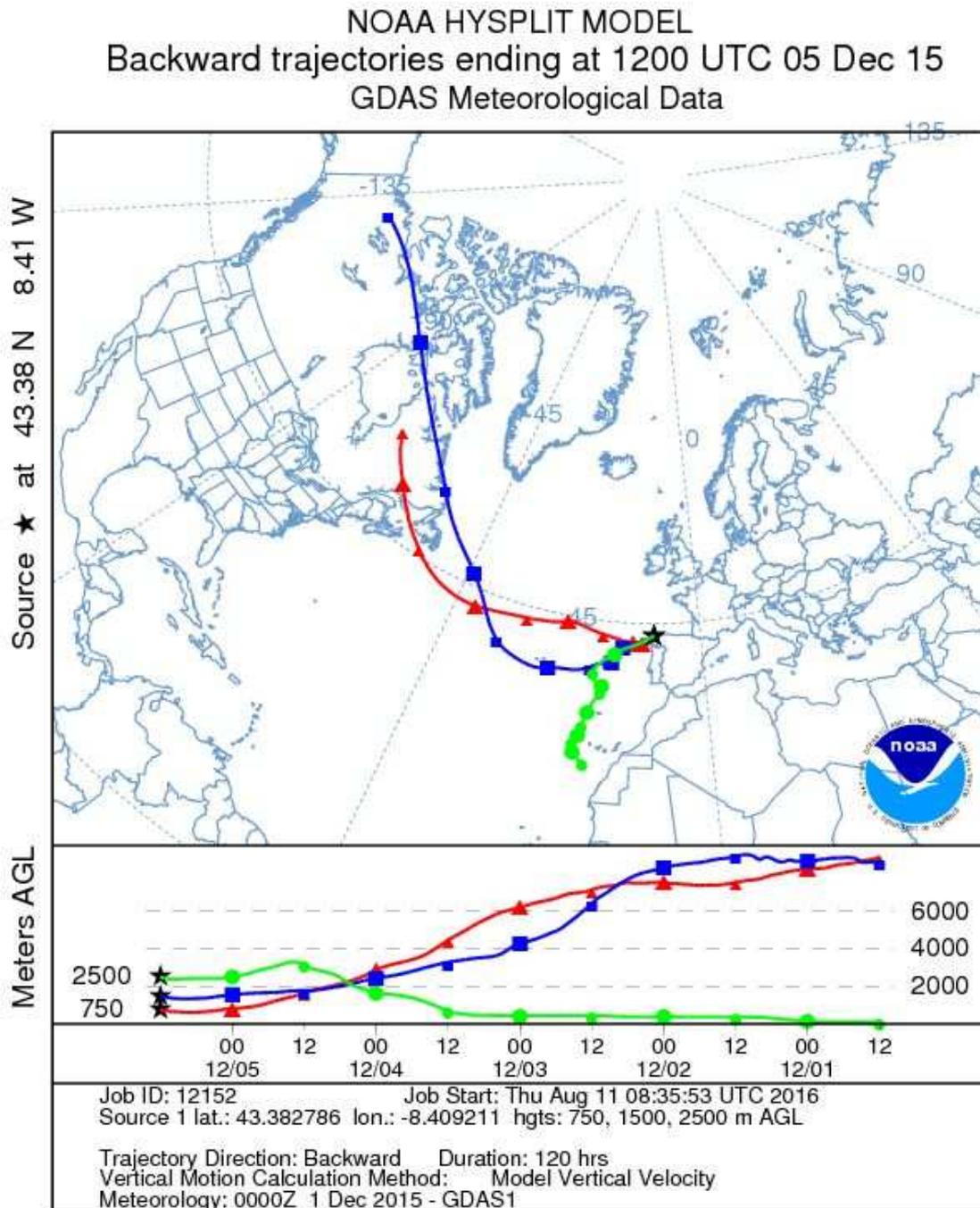
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano. El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que no estaríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, teniendo en cuenta que esta fuente no es aditiva a la del sal marina.



Gráfica 161. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 05/12/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del norte del continente americano.



Gráfica 162. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 05/12/2015



6 DE DICIEMBRE DE 2015

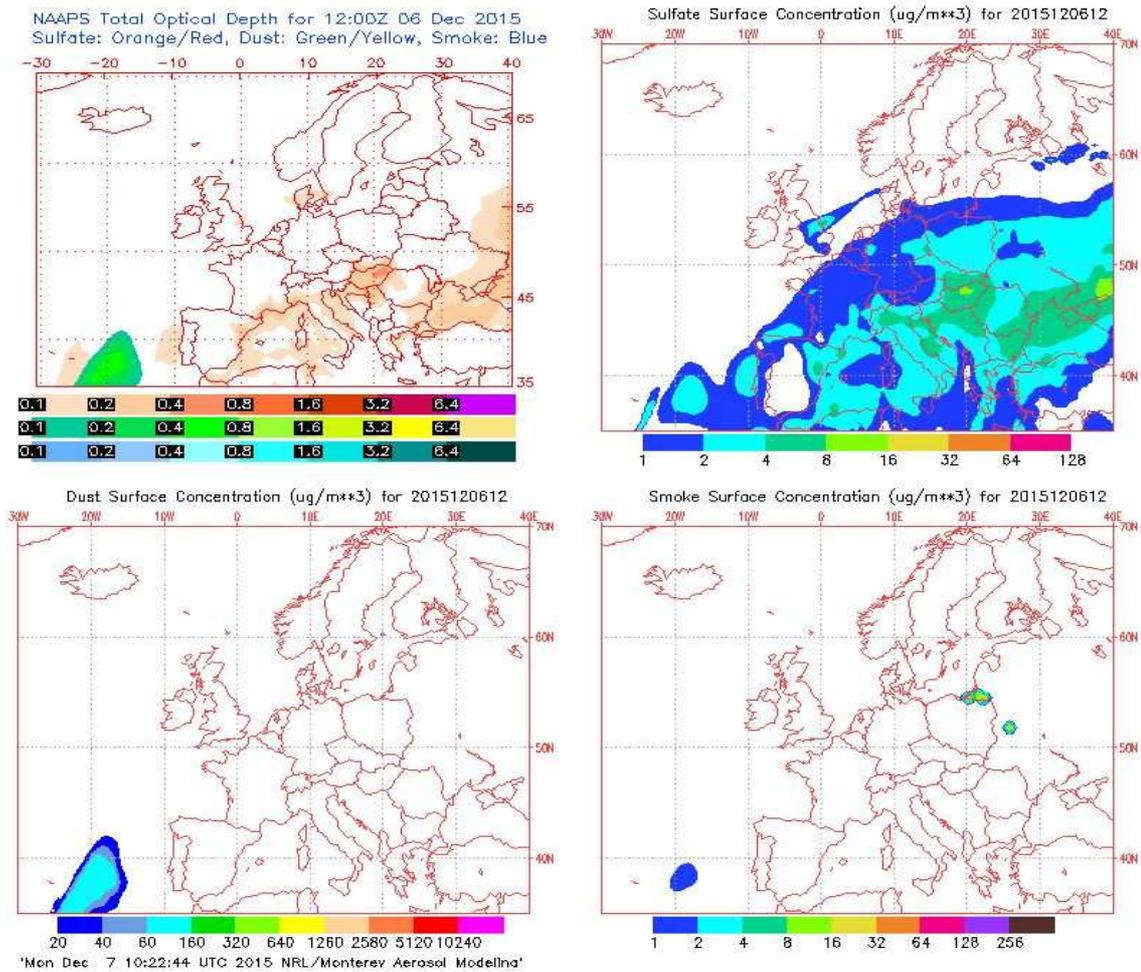
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose en ambos casos el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $8,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 54,90%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $31,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 5,5 m y 4,84 m, valores correspondientes a niveles naranja y amarillo de alerta, respectivamente. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 4,4 m y 3,62 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 46,91 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $1,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 12,37%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.



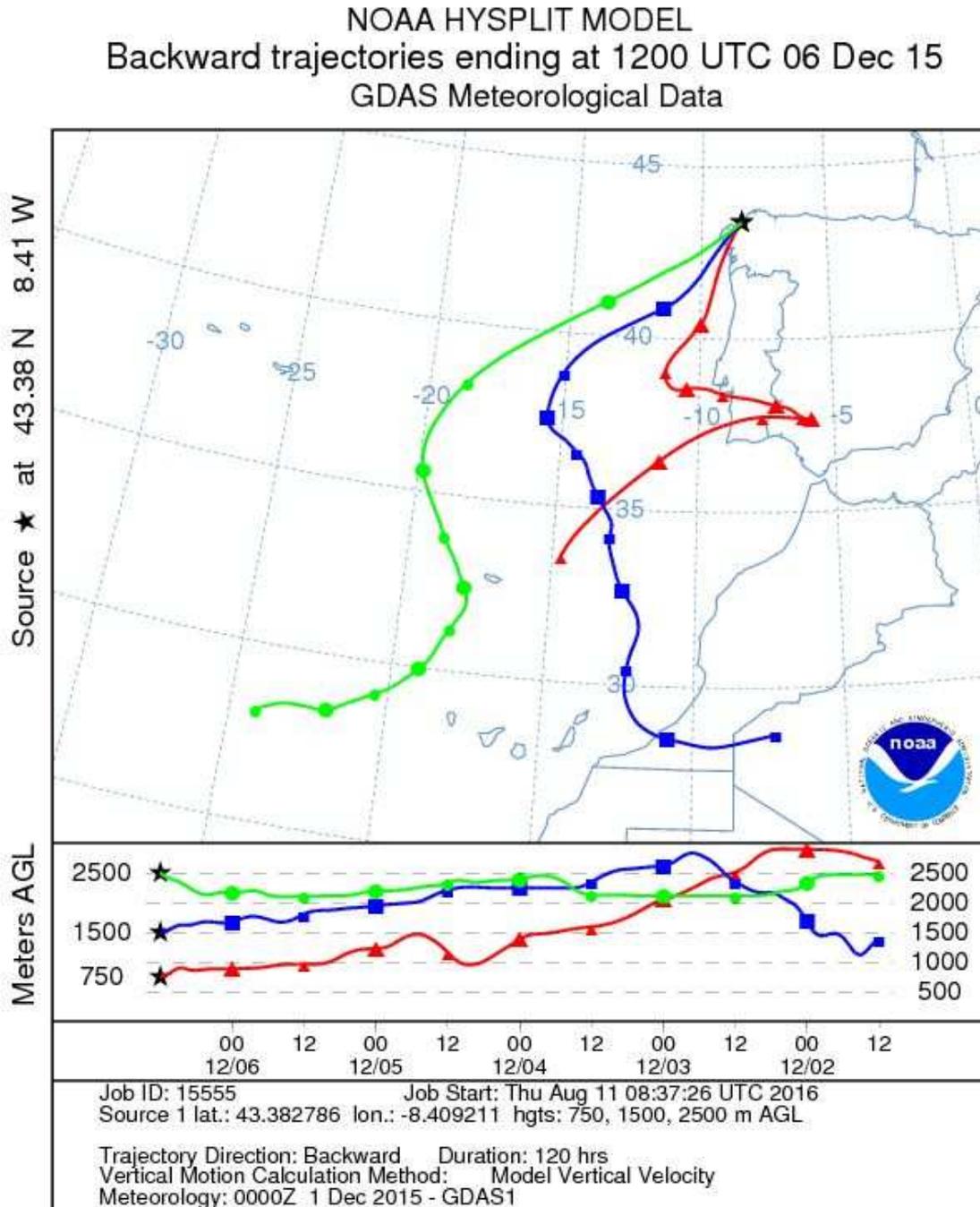
El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa, pero sí de intrusiones de polvo sahariano. El episodio sahariano, al ser un evento de carácter regional y natural, puede ser descontado, dato el cual es facilitado por MAGRAMA, siendo este descuento de 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que seguiríamos dentro del límite de superación diario, quedándonos en 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, teniendo en cuenta que esta fuente no es aditiva a la del sal marina.



Gráfica 163. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 06/12/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m y 750 m, proceden de transporte desde zonas limpias, específicamente del Océano Atlántico; y a 1500 m, procede del interior del norte del continente africano.



Gráfica 164. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 06/12/2015



8 DE DICIEMBRE DE 2015

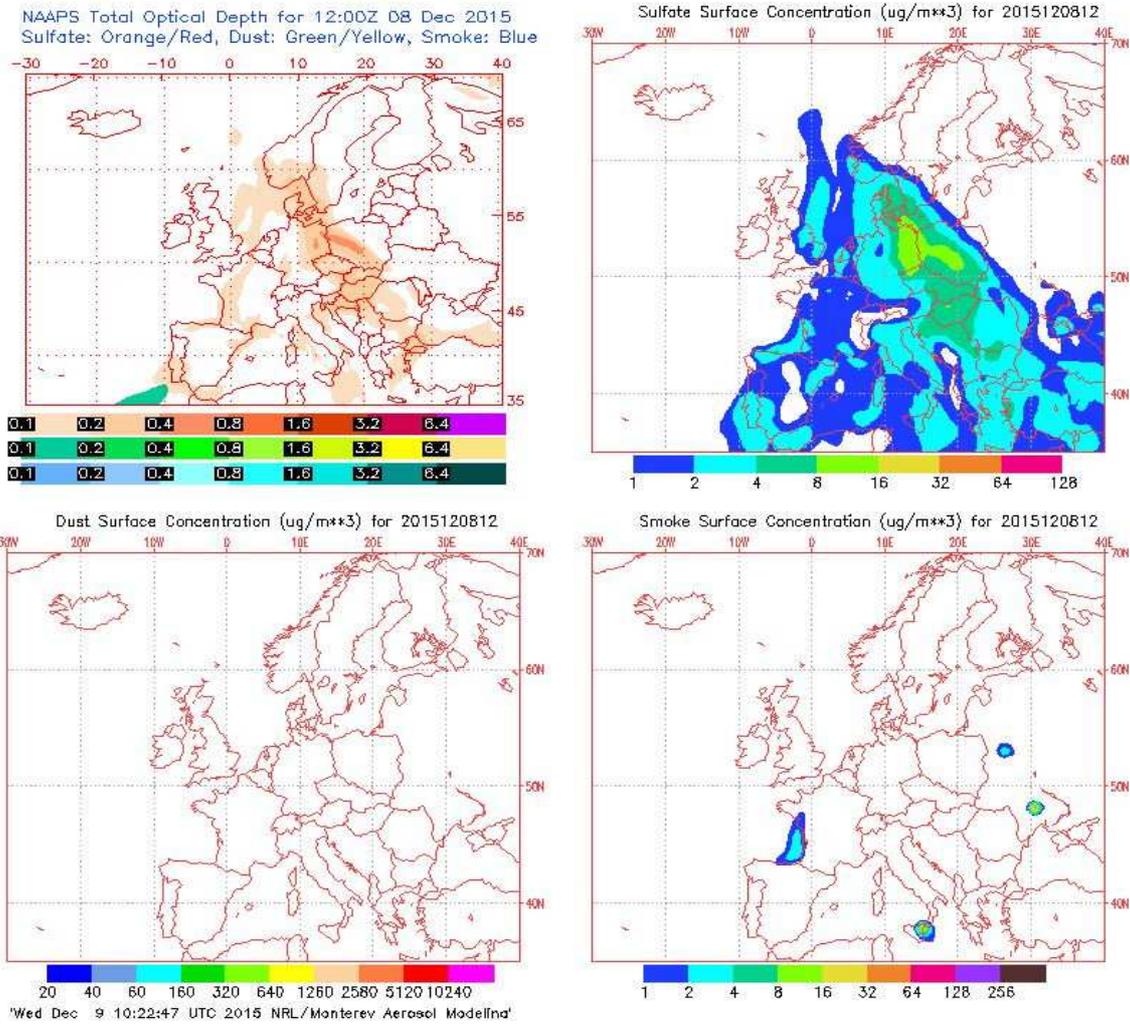
La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $11,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 94,01%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $18,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento. Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático.

Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, valores los cuales no resultan ser una superación del límite diario permitido. La concentración de Na^+ en el filtro fue $4,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 66,43%, siendo ésto plausible, debido a que esta estación está situada más en el interior y no en una localización tan particular como la anterior.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 4,7 m y 3,75 m, respectivamente, correspondiendo el primero de ellos a nivel amarillo de alerta. Asimismo, para la boya sita en Punta Langosteira, se obtuvo 2,9 m y 2,16 m, respectivamente, valores los cuales no corresponden a un nivel de alerta. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 42,70 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.



El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 muestra bajas concentraciones de sulfato en superficie, del orden de 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han identificado episodios de quema de biomasa ni de intrusiones de polvo sahariano.

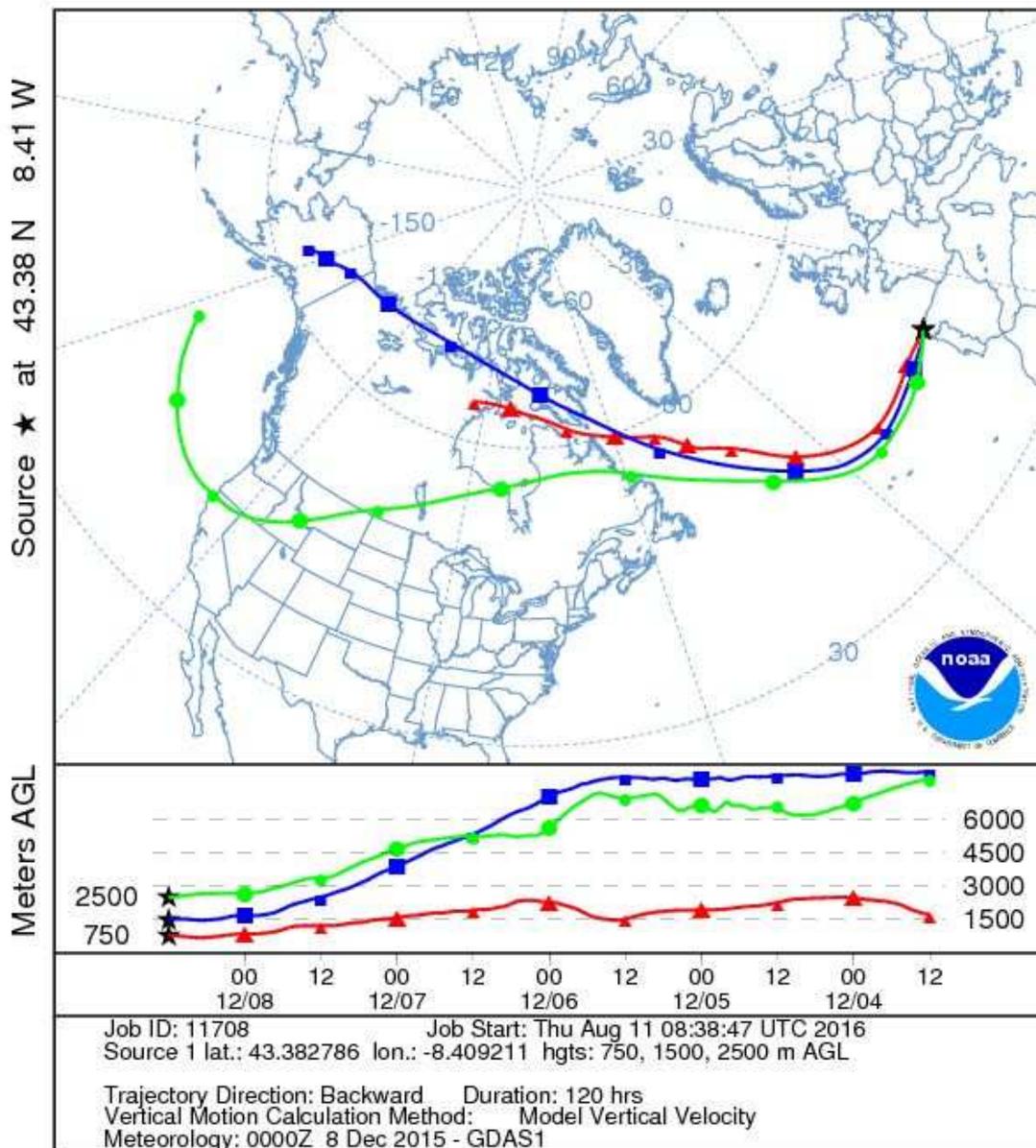


Gráfica 165. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 08/12/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias desde zonas limpias, específicamente del Océano Pacífico; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior y la costa del norte del continente americano, respectivamente.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 08 Dec 15
GDAS Meteorological Data



Gráfica 166. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 08/12/2015



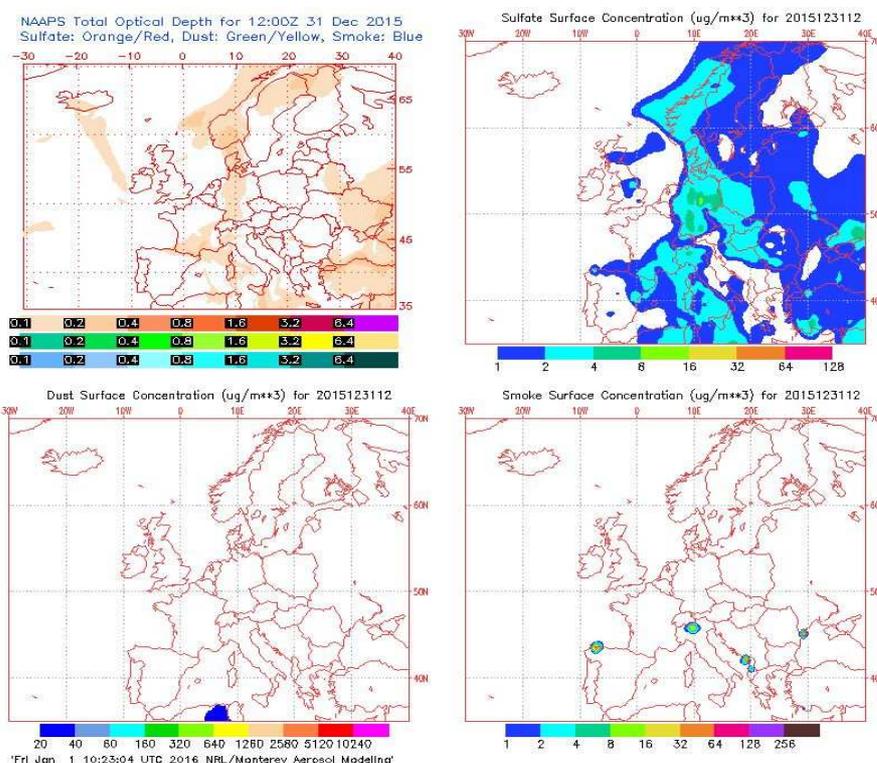
31 DE DICIEMBRE DE 2015

La concentración de PM_{10} en Torre de Hércules fue de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, y de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el gravimétrico, superándose solo para automático el límite permitido de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diario. La concentración de Na^+ en el filtro fue $10,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, el porcentaje de sal marina en la composición de la fracción de PM_{10} de la materia particulada fue del 88,38%. Una vez calculada la concentración de sal marina, podemos descontar ésta de la concentración de PM_{10} obtenida con el analizador automático, obteniendo un valor de $19,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual la superación es atribuible a fuentes naturales tras realizar el descuento.

Por su parte, la concentración de $PM_{2,5}$ en Torre de Hércules fue de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático. Al mismo tiempo, la concentración de PM_{10} en Riazor, estación la cual está situada a aproximadamente 1,97 km de distancia de la anterior, fue de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada con el analizador automático, valor el cual no resulta ser una superación del límite diario permitido.

A su vez, se registraron, en la boya de Estaca de Bares, una altura máxima horaria y un altura media diaria de valores 6,5 m y 5,63 m, respectivamente, correspondiendo ambos valores a nivel naranja de alerta. No hay registro en la boya sita en Punta Langosteira para el día reseñado. La racha de viento en Coruña-Dique fue de 42,34 km/h, lo cual se corresponde con viento fuerte.

El mapa de espesor óptico del aerosol a las 12:00 no muestra concentraciones de sulfato en superficie. Se han identificado episodios de quema de biomasa, pero no de intrusiones de polvo sahariano.

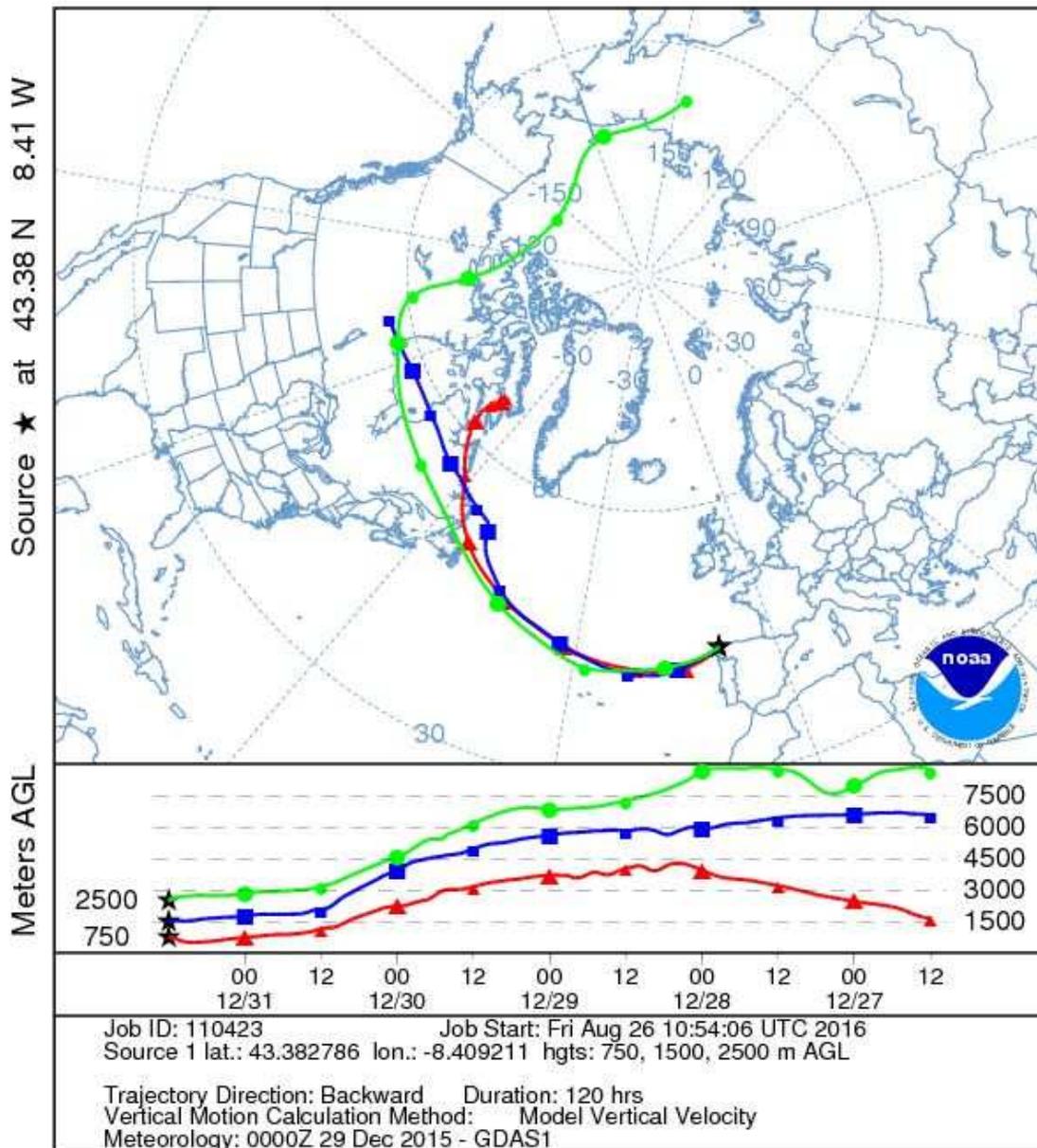


Gráfica 167. Mapas de aerosoles proporcionados por NAAPS para el 31/12/2015



El análisis de retrotrayectorias de aire muestra que las masas de aire tienen diferentes procedencias según su altura. En este caso, a 2500 m, procede de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior del este del continente ruso; y a 1500 m y 750 m, proceden de transporte a largas distancias, específicamente desde el interior y la costa del norte del continente americano, respectivamente.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 31 Dec 15
GDAS Meteorological Data

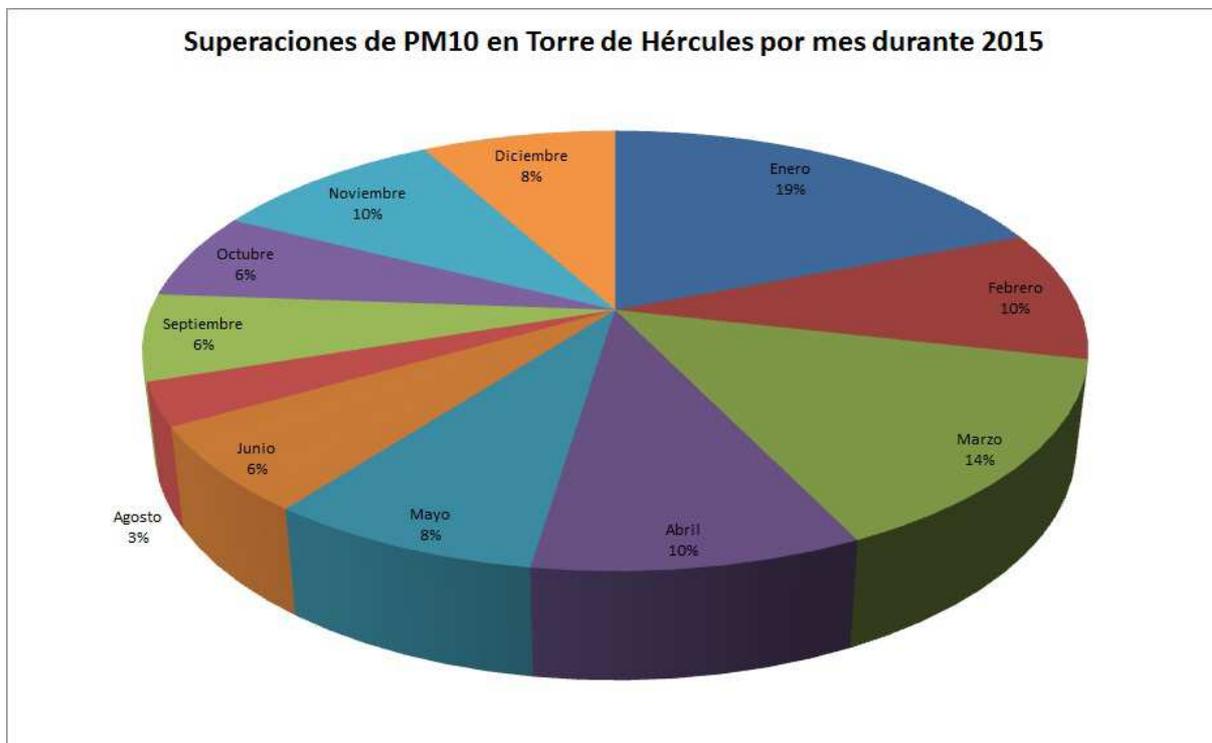


Gráfica 168. Análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire proporcionado por el modelo HYSPLIT del LA NOAA para el 31/12/2015

1 1.1. SÍNTESIS DE LA DESCRIPCIÓN DE LOS EPISODIOS DE SUPERACIÓN DEL VLD.

A lo largo del año 2015 se registraron 63 superaciones del límite diario permitido, el cual, recordemos, está fijado en 50 µg/m³. De este modo, resulta que en el 17,26% de los días del año se ha excedido el VLD. Si lo comparamos con 2014, vemos que tuvimos exactamente el mismo número de superaciones en ambos casos.

Estas 63 superaciones tuvieron lugar un 19% sucedieron en enero, un 10% en febrero, un 14% en marzo, un 10% en abril, un 8% en mayo, un 6% en junio, ninguna superación en julio, un 3% en agosto, un 6% en septiembre, un 6% en octubre, un 10% en noviembre y un 8% en diciembre, tal y como se representa en la Gráfica 169.



Gráfica 169. Frecuencia de las superaciones según el mes del año en 2015, expresado en porcentaje.

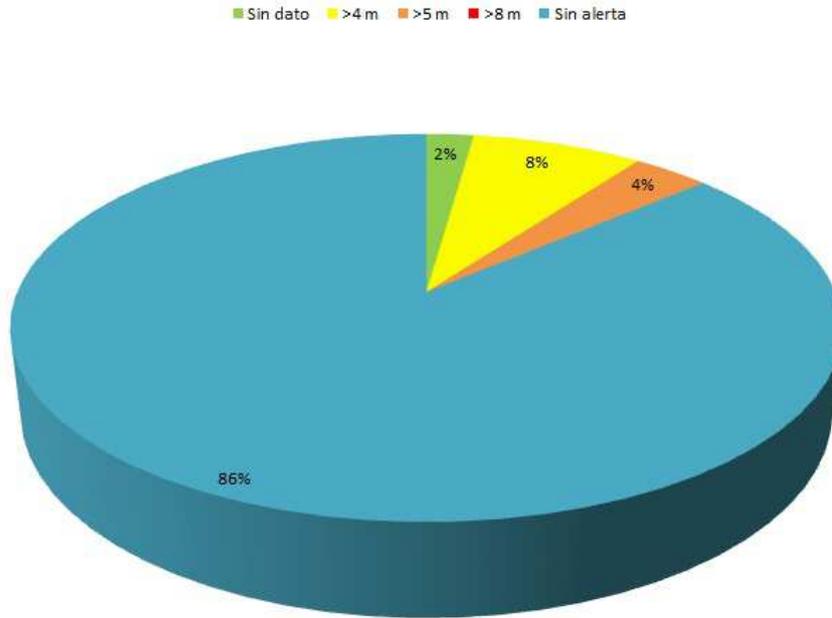
Por otra parte, si atendemos a los datos de oleaje que se han ido registrando a lo largo de 2015, tanto la altura media como la altura máxima horaria a lo largo de cada día, observamos que tanto en Estaca de Bares como en Punta Langosteira se obtienen casi siempre valores muy similares, siendo ligeramente superiores en la primera de ellas. A la hora de escoger cuál es más representativa, hemos tenido como referencia Estaca de Bares, debido a que, aunque está distanciada de las estaciones que estamos evaluando, a unos 98,48 km de la estación de Torre de Hércules, tenemos un mayor número de datos que en la otra boya, específicamente un 97,80% de días con registro en el caso de Estaca de Bares y de un 80,82% en el caso de Punta Langosteira, que está situada a unos 10,50 km de la estación de Torre de Hércules.

Vemos que para el 86% de los datos no se ha medido una altura media diaria significativa, esto es, con nivel de alerta. Por su parte, se han obtenido olas con una altura media diaria por encima de los cuatro metros, pero por debajo de los cinco metros, para un 8% de los mismos; para aquellas con altura mayor que cinco metros, pero



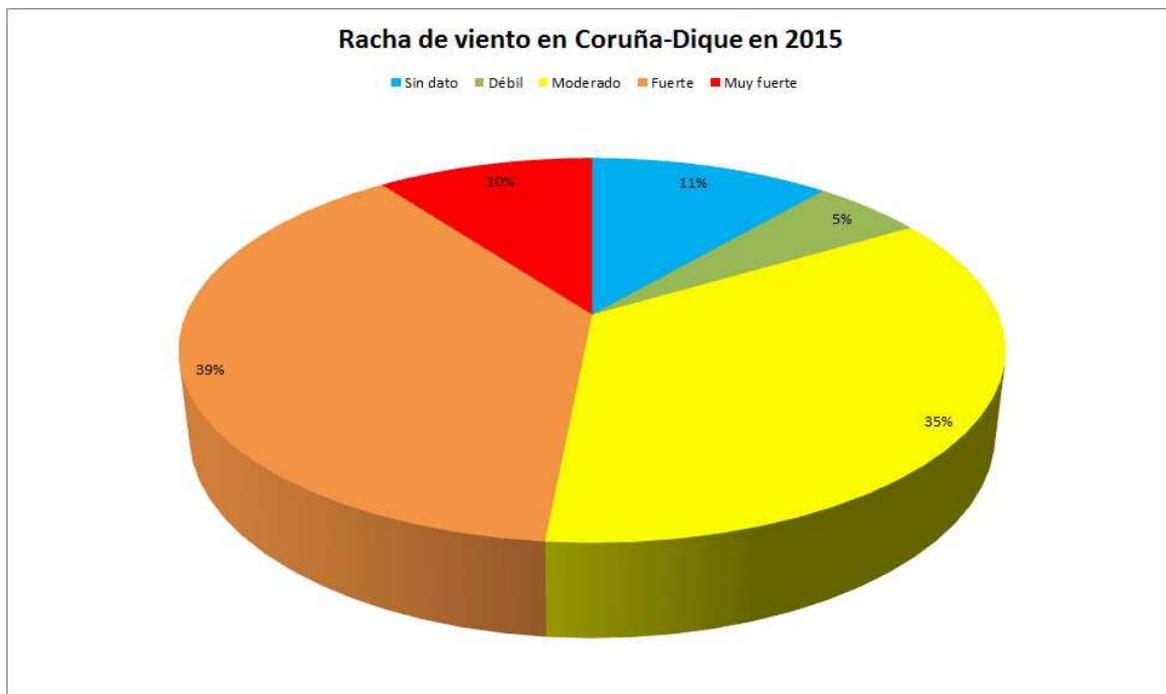
inferior a ocho metros, han resultado ser un 4% del total; y por último, no se ha superado el umbral de los ocho metros.

Altura media de las olas en Estaca de Bares en 2015



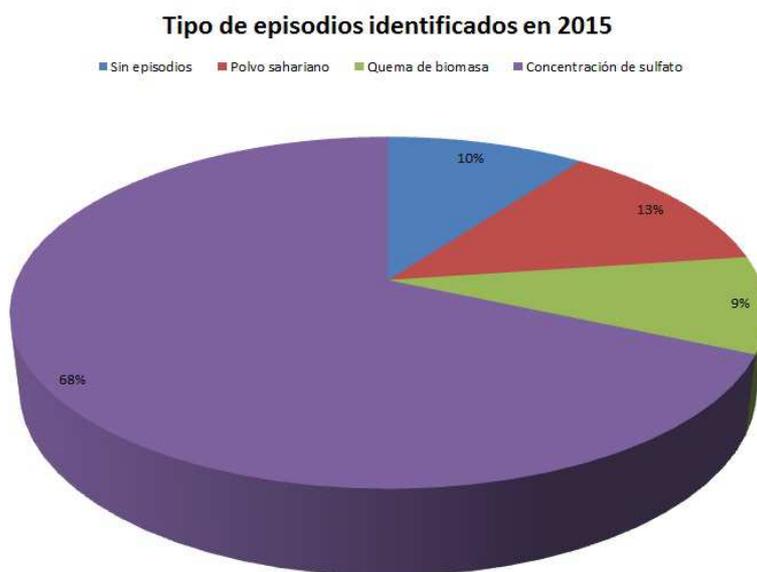
Gráfica 170. Frecuencia de la altura media de las olas en la boya de Estaca de Bares, expresada en porcentaje.

También es interesante contar con la racha máxima de viento, para evaluarla en el mismo contexto que la velocidad media y la dirección de viento predominante. Como se ha discutido en el análisis de superación el día 7 de marzo, es útil para, por ejemplo, hablar sobre la estacionalidad o movilidad de masas de viento. En la estación de Coruña-Dique se ha registrado un 88,77% de datos diarios registrados a lo largo del año. Por su parte, se ha empleado la nomenclatura de débil, para aquellas velocidades por debajo de los 20 km/h; moderado, cuando está comprendida su velocidad entre 20 y 40 km/h; fuerte, cuando está comprendida en el intervalo 40-70 km/h; y como muy fuerte cuando es superior a 70 km/h. Se ha obtenido que en un 5% de los casos se trataba de viento débil, en un 35% de viento moderado, en un 39% de viento fuerte y de un 10% de viento muy fuerte.



Gráfica 171. Frecuencia de la racha de viento en Coruña-Dique, expresada en porcentaje

Asimismo, se han registrado, de los 63 días de superación, 8 de ellos sin ningún episodio, lo que corresponde a un 10% del total; 10 en los cuales se han registrado intrusiones de polvo sahariano, lo cual corresponde a un 13% del total; 7 días en los que se han registrado quemas de biomasa, lo cual corresponde a un 9% del total; y, por último, de los 63 días de superación, en 54 de ellos se han registrado concentraciones de sulfato en la zona, en mayor o menor cantidad, resultando ser un 68% del total.



Gráfica 172. Frecuencia de tipos de eventos atmosféricos, expresada en porcentaje



Por otra parte, los eventos de intrusiones de polvo sahariano son de índole regional, no local, y de fuente natural, por lo que tiene especial interés evaluar cuál es la procedencia de las masas de aire según su altura, como hemos hecho en el caso anterior. En este caso, tenemos 10 casos registrados, de los 63 totales, en los cuales se han observado este tipo de eventos. De estos, 19 proceden de transporte a largas distancias, desde el océano Atlántico o el norte del continente americano, siendo un 64% del total; 9 de ellos proceden del norte del continente africano, y llegan hasta la Torre de Hércules a través de la Península Ibérica, siendo un 30% del total; 1 de ellos procede del norte del continente africano, llegando a la Torre de Hércules sin atravesar la Península Ibérica, siendo un 3% del total; y, por último, 1 de ellos tiene su origen en la Península Ibérica, siendo un 3% del total. De este modo, resulta que solo un 33,33% de las trayectorias analizadas proceden de África.

11.2. EPISODIOS DESTACABLES EN LAS SUPERACIONES DEL VLD

En resumen, en 2015 se registraron 63 superaciones del VLD en la estación Torre de Hércules. Para estos 63 días, contábamos con 39 ocasiones en las que fue posible analizar el contenido del Na⁺ en un filtro que recogió gravimétricamente la composición de la fracción PM₁₀ de la materia particulada, por lo que obtuvimos la fracción correspondiente a la concentración de sal marina esos 39 días. Una vez realizado el descuento aplicable, dejó de haber superación 36 de esos días.

Aplicando también los descuentos correspondientes al polvo sahariano, obtuvimos otros dos días sin superación, con lo que finalmente fueron 25 las ocasiones en que se superó el VLD en la estación torre de Hércules, por lo que no se superó el máximo permitido anual, situado en 35 ocasiones.

En este apartado se analizan pormenorizadamente estas 63 ocasiones. Recapitulando todo lo visto en este apartado, cabe destacar los siguientes episodios:

- 22/01/2015 y 04/08/2015: una vez descontado el aporte de la sal marina sigue habiendo superación en ambas ocasiones, pero estos datos son sospechosos, pues existe mucha diferencia entre el resultado del analizador automático y el del gravimétrico. Además, la altura de las olas alcanzó nivel naranja, el viento soplaba del SW y no hay otros eventos atmosféricos. Tampoco hay superaciones en el resto de las estaciones de A Coruña y analizando los datos horarios vemos que las otras tres tiene el mismo comportamiento. Por último, el porcentaje de sal marina en PM_{2,5} es superior al porcentaje en PM₁₀, por lo que todo parece indicar que la superación debe deberse al aerosol marino.
- 24/02/2015: se alcanza la máxima concentración para la media diaria de PM₁₀ en Torre de Hércules, con 105 µg/m³. También se produce una de las 5 superaciones del VLD en San Pedro. Las olas alcanzan una altura de las olas de más de 8 m (aviso de nivel rojo).
- 07/03/2015: una vez descontado el aporte de la sal marina a la fracción PM₁₀ de la materia particulada sigue habiendo superación del VLD. Una vez analizados los datos horarios de PM₁₀ en las cuatro estaciones de A Coruña y los de PM_{2,5} en torre, además de los datos de viento y oleaje, se llega a la conclusión de que esta superación se debe posiblemente a fuentes antropogénicas, acrecentado por una calma en el viento que coincide con las máxima concentración de PM₁₀ y PM_{2,5} en Torre.
- 12/03/2015 y 13/04/2015: eventos saharianos, deja de haber superación del VLD tras aplicar el descuento.
- 06/05/2015: evento sahariano, pero sigue habiendo superación del VLD tras aplicar el descuento.



12. CONCLUSIONES Y PLAN DE TRABAJO PARA 2016

Las principales conclusiones que extraemos de este trabajo son las siguientes:

- Las elevadas concentraciones de PM_{10} en Torre, estación de fondo urbano, no se corresponden con las de Riazor, A Grela y San Pedro estaciones de tráfico, industrial y de fondo urbano que miden PM_{10} asociadas al tráfico rodado.
- La concentración de PM_{10} en otoño y en invierno en Torre de Hércules es muy superior a la de primavera y verano. Este fenómeno se da en las cuatro estaciones de la ciudad, pero de manera más acusada en Torre de Hércules. Se pone de manifiesto que la contribución del aerosol marino se da durante todo el año pero con diferente intensidad y que esta decae rápidamente al alejarnos del mar.
- En las cuatro estaciones de calidad del aire de A Coruña las mayores concentraciones de PM_{10} se registran con vientos del NW en primavera y en invierno. Este efecto es más intenso en Torre, donde también predomina en otoño.
- La mayor parte de las superaciones del VLD de PM_{10} en Torre ocurren con altura de las olas superiores a 3 m y vientos de componente oeste que se corresponden con origen marino en la localización de la estación.
- Dada la particular localización de la estación Torre de Hércules, también cuando recibe vientos de componente S-SW está recibiendo aportes directamente del mar.
- En A Coruña, el agua de lluvia está muy influenciada por la presencia del aerosol marino, comparando con el resto de Galicia. Esto se comprobó revisando la concentración de sulfatos, cloruros, sodio, potasio, magnesio, calcio, bromuro, estroncio y fluoruro, que son los principales componentes de agua de mar, y específicamente con el Na^+ utilizado como trazador del aerosol marino. Además, esta influencia decae muy rápidamente con la distancia al mar, porque la concentración de estos componentes es muy superior en Torre que en Riazor.
- Analizando los filtros donde se obtuvo gravimétricamente la concentración de PM_{10} vemos que, en Torre de Hércules, los aumentos de la concentración de PM_{10} se corresponden con incrementos de la concentración de Na^+ .
- El cálculo de la concentración de sal marina en la fracción PM_{10} del material particulado muestra que el promedio de la misma 2015 fue de 29.6% en $PM_{2,5}$ y 50.2% en PM_{10} en Torre y 34.6% en PM_{10} de Riazor.
- Una vez aplicados los descuentos a los días en que hubo superación del VLD de PM_{10} en Torre atribuibles a fuentes naturales, en este caso el aerosol marino, tal y como se especifica en el Documento de Trabajo de la Comisión de 15/02/2011, en todos los casos salvo en tres (22/01/2015, 07/03/2015 y 04/08/2015), deja de existir la superación.



- Los aumentos en la concentración de sal marina en la fracción PM_{10} del material particulado en Torre, parecen tener relación con la velocidad del viento y de manera más clara con la altura de las olas, al igual que ocurría con la concentración de PM_{10} .
- Los días con aviso de nivel amarillo por olas de más de 4 metros o mayores, se corresponden con concentraciones de sal marina de, al menos el 45%, expresado en porcentaje de la fracción de PM_{10} en torre de Hércules
- Cuando no existen episodios africanos ni de quema de biomasa, o cuando se identifica la presencia de bajas concentraciones de aerosol sulfato, el análisis de las retrotrayectorias de las masas de aire no muestra el origen de las superaciones del VLD, ya que en la mayor parte de los casos, estas proceden del transporte a largas distancias del norte del continente americano o bien de zonas limpias como el Océano Atlántico.

Todas estas conclusiones indican que el problema de superaciones del VLD de PM_{10} en la estación Torre de Hércules, en A Coruña, procede de una fuente natural, el aerosol marino. Por este motivo, la Red de Calidad del Aire de la Xunta de Galicia continua con el siguiente plan de trabajo para 2016:

- Toma de muestras diaria de PM_{10} en Torre de Hércules y Riazaor y en $PM_{2,5}$ en Torre con captadores gravimétricos.
- Analizamos la concentración de Na^+ en PM_{10} y la comparamos con la de Na^+ en $PM_{2,5}$, en Torre para ver si encontramos alguna relación.
- Comparamos también los resultados de concentración de Na^+ en PM_{10} de Torre con los de Riazaor para ver cómo decae el gradiente de concentración con la distancia.

Como resultado de este trabajo, un vez aplicadas los descuentos atribuibles a fuentes naturales, de las 63 superaciones del VLD registradas en la estación Torre de Hércules en 2015, quedan 25 que no se pueden atribuir de manera concluyente a fuentes naturales, por lo que no se supera el valor límite establecido para la media diaria de PM_{10} en más ocasiones de las 35 permitidas en la zona ES1219.



ANEXOS

ANEXO I.

Tabla A. *Concentración media diaria de PM_{10} obtenida con el analizador automático (en $\mu g/m^3$), concentración media diaria de PM_{10} obtenida con el analizador gravimétrico (en $\mu g/m^3$), concentración de Na^+ (en $\mu g/m^3$) en la media diaria de la fracción PM_{10} de la materia particulada obtenida gravimétricamente, concentración de sal marina en la media diaria de la fracción PM_{10} de la materia particulada ($\mu g/m^3$ y expresada en porcentaje de la fracción PM_{10}), Concentración media diaria de PM_{10} final, una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina (en $\mu g/m^3$) en la estación Torre de Hércules durante 2015.*

Tabla B. *Concentración media diaria de $PM_{2.5}$ obtenida con el analizador automático (en $\mu g/m^3$), concentración media diaria de $PM_{2.5}$ obtenida con el analizador gravimétrico (en $\mu g/m^3$), concentración de Na^+ (en $\mu g/m^3$) en la media diaria de la fracción $PM_{2.5}$ de la materia particulada obtenida gravimétricamente, concentración de sal marina en la media diaria de la fracción $PM_{2.5}$ de la materia particulada ($\mu g/m^3$ y expresada en porcentaje de la fracción $PM_{2.5}$), Concentración media diaria de $PM_{2.5}$ final, una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina (en $\mu g/m^3$) en la estación Torre de Hércules durante 2015.*

Tabla C. *Concentración media diaria de PM_{10} obtenida con el analizador automático (en $\mu g/m^3$), concentración media diaria de PM_{10} obtenida con el analizador gravimétrico (en $\mu g/m^3$), concentración de Na^+ (en $\mu g/m^3$) en la media diaria de la fracción PM_{10} de la materia particulada obtenida gravimétricamente, concentración de sal marina en la media diaria de la fracción PM_{10} de la materia particulada ($\mu g/m^3$ y expresada en porcentaje de la fracción PM_{10}), Concentración media diaria de PM_{10} final, una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina (en $\mu g/m^3$) en la estación Riazor durante 2015.*

Tabla D. *Altura media diaria y máxima horaria de las olas (en m), en las boyas de Punta Langosteira y Estaca de Bares, racha de viento diaria (en km/h) en la estación meteorológica de Coruña-Dique, existencia o no y tipo de eventos atmosféricos (quema de biomasa, sulfatos, intrusión de polvo sahariano) y si se ha incluido o no en la descripción de los fenómenos atmosféricos del día el análisis de retrotrayectorias, durante 2015.*



ANEXO II.

“Resumen final de episodios naturales 2015”, datos propiedad de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA), del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, suministrados como fruto del “Acuerdo de Encomienda de Gestión entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas para la realización de trabajos relacionados con el estudio y evaluación de la contaminación atmosférica por materia particulado y metales en España.



REFERENCIAS

- Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008, relativo a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. DOUE L 152/1 de 11/06/2008.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. BOE núm. 275 de 16/11/2007.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. BOE núm. 25 de 29/01/2011.
- Ley 8/2002, del 18 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico de Galicia. DOG núm. 252 de 31/12/2002.
- Commission staff working paper establishing guidelines for demonstration of exceedances attributable to natural sources under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe. Brussels, 15/02/2011. SEC(2011) 208 final.
- BOP Report “The contribution of sea salt to PM₁₀ and PM_{2,5} in the Netherlands”, A-M.M. Manders, TNO; M. Schaap, TNO, F. van Arkel; RIVM; E.P. Weijers, ECN; J. Matthinsen, PBL. Netherlands Research Program on Particulate Matter. Report 500099004.
- “Síntesis de resultados sobre contribución de fuentes en PM₁₀ y PM_{2,5} en España”, de octubre 2002, elaborado por el Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera”, CSIC, Instituto de Salud Carlos III, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT, para el Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.
- “Informe sobre Superaciones de Valores Límite Diarios de PM₁₀ en el entorno de la Torre de Hércules (A Coruña) a principios de 2014” del 27/10/2014 realizado por el Departamento de Predicción Numérica de MeteGalicia perteneciente a la Secretaría Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas.
- “Sea Salt concentrations across the European continent”, A.M.M. Manders, M. Schaap, X. Querol, M.F.M.A. Albert, J. Vercauteren, T.A.J. Kuhlbusch, R. Hoogerbrugge, *Atmospheric Environment* 44 (2010) 2434-2442.
- “A review of sea-spray aerosol source functions using a large global set of sea salt aerosol concentration measurements”, H. Grythe, J. Ström, R. Krejci, P. Quinn and A. Stohl, *Atmos. Chem. Phys.* 14, 1277-1297, 2014.



ANEXO I. TABLAS

Tabla A. Concentración media diaria de PM₁₀ obtenida con el analizador automático (en µg/m³), concentración media diaria de PM₁₀ obtenida con el analizador gravimétrico (en µg/m³), concentración de Na⁺ (en µg/m³) en la media diaria de la fracción PM₁₀ de la materia particulada obtenida gravimétricamente, concentración de sal marina en la media diaria de la fracción PM₁₀ de la materia particulada (µg/m³ y expresada en porcentaje de la fracción PM₁₀), Concentración media diaria de PM₁₀ final, una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina (en µg/m³) en la estación Torre de Hércules durante 2015.

Fecha de muestreo	PM10 Torre					Fecha de muestreo	PM10 Torre					Fecha de muestreo	PM10 Torre								
	Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM10 (µg/m ³)	% sal en PM10	PM10 sin sal (µg/m ³)		Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM10 (µg/m ³)	% sal en PM10	PM10 sin sal (µg/m ³)		Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM10 (µg/m ³)	% sal en PM10	PM10 sin sal (µg/m ³)				
01/01/2015	33					33	03/05/2015	25	13	2,22	7,26	55,84	18	02/09/2015	17	25	2,61	8,53	34,14	8	
02/01/2015	51					51	04/05/2015	22	29	2,77	9,06	31,23	13	03/09/2015	19	32	3,09	10,10	31,58	9	
03/01/2015	49					49	05/05/2015	47					47	04/09/2015							
04/01/2015	48					48	06/05/2015	61	46	8,21	26,85	59,36	34	05/09/2015							
05/01/2015	33					33	07/05/2015	36	32	3,29	10,76	33,62	25	06/09/2015							
06/01/2015	47	51	8,62	28,20	54,96	19	08/05/2015	28	24	2,46	8,04	33,52	20	07/09/2015							
07/01/2015	62					62	09/05/2015	26	17	1,92	6,28	36,93	20	08/09/2015	21	16	1,49	4,87	30,45	16	
08/01/2015	80					80	10/05/2015	29	21	2,15	7,03	33,48	22	09/09/2015	27	26	4,76	15,57	59,87	11	
09/01/2015	70	57	10,37	33,00	59,51	36	11/05/2015	41	29	4,07	13,21	45,99	28	10/09/2015	54						
10/01/2015	50	35	5,54	18,11	51,44	32	12/05/2015	58	71	5,55	18,45	29,56	40	11/09/2015	30	21	4,41	14,42	68,67	16	
11/01/2015	55	54	10,99	35,85	66,86	19	13/05/2015	39	58	3,31	10,82	18,66	28	12/09/2015	36						
12/01/2015	55	37	6,72	21,87	58,91	33	14/05/2015	41	60	5,13	16,78	27,96	24	13/09/2015	23	21	5,03	16,45	78,32	7	
13/01/2015	46	59	13,25	43,33	72,84	74	15/05/2015	74	77	10,18	33,49	48,23	41	14/09/2015	46						
14/01/2015	63	44	9,06	29,63	69,59	33	16/05/2015	25	17	2,53	8,27	48,07	21	15/09/2015	13	19	2,10	6,87	36,14	6	
15/01/2015	71	81	15,56	50,87	62,81	20	17/05/2015	28	54	3,13	10,24	18,95	18	16/09/2015	41	25	6,46	21,12	84,50	20	
16/01/2015	101	92	16,95	55,43	60,21	46	18/05/2015	36	21	3,47	11,35	54,03	25	17/09/2015	39	32	8,15	26,65	83,28	12	
17/01/2015	47	14	1,64	5,36	39,00	42	19/05/2015	55	43	7,3	23,87	55,51	31	18/09/2015	35						
18/01/2015	19					19	20/05/2015	58					58	19/09/2015	23	24	3,88	9,42	39,24	14	
19/01/2015	50	39	7,83	25,60	65,43	24	21/05/2015	29	25	2,77	9,06	36,23	20	20/09/2015	22	24	1,76	5,76	23,88	16	
20/01/2015	45	47	9,40	30,73	64,89	14	22/05/2015	27	23	2,28	7,46	32,42	20	21/09/2015	30	21	4,95	16,19	77,08	14	
21/01/2015	77					77	23/05/2015	21	12	1,5	4,91	40,88	16	22/09/2015	38						
22/01/2015	80	19	2,83	9,24	48,67	71	24/05/2015	24	10	1,45	4,74	47,42	19	23/09/2015	58						
23/01/2015	35					35	25/05/2015	25	25	2,5	8,27	29,1	25	24/09/2015	37						
24/01/2015	29					29	26/05/2015	30	12	2,62	8,57	71,40	21	25/09/2015	100						
25/01/2015	38					38	27/05/2015	29	19	2,44	7,98	41,99	21	26/09/2015	38						
26/01/2015	30	35	5,92	19,35	54,87	11	28/05/2015	32	14	1,95	6,38	45,55	26	27/09/2015	25	21	2,43	7,95	37,84	17	
27/01/2015	41	27	2,54	8,63	11,48	32	29/05/2015	26	12	1,79	5,85	49,78	20	28/09/2015	21	17	1,60	5,23	30,78	16	
28/01/2015	31	33	4,89	16,32	49,82	15	30/05/2015	34	20	2,82	9,22	46,11	25	29/09/2015	26	19	3,38	4,51	23,75	21	
29/01/2015	35	25	3,82	12,51	50,17	22	31/05/2015	23	12	1,08	3,53	29,43	19	30/09/2015	27	25	2,94	9,61	38,46	17	
30/01/2015	45	32	7,14	23,36	73,67	22	01/06/2015	31	18	2,95	9,65	53,59	21	01/10/2015	32	32	1,80	5,89	18,39	26	
31/01/2015	61	46	11,31	36,98	80,26	24	02/06/2015	71	51	10,02	32,77	64,25	38	02/10/2015	34	24	1,72	5,62	23,44	28	
02/02/2015	68	61	12,45	40,73	66,62	27	03/06/2015	54	35	6,74	22,04	62,87	29	03/10/2015	26	24	0,95	3,45	14,31	23	
03/02/2015	38					38	04/06/2015	65					65	04/10/2015	17	24	1,23	4,02	16,76	13	
04/02/2015	48					48	05/06/2015	65					65	05/10/2015	20	21	3,23	10,56	50,30	9	
05/02/2015	25					25	06/06/2015	22					22	06/10/2015	45						
06/02/2015	22					22	07/06/2015	25					25	07/10/2015	56						
07/02/2015	29					29	08/06/2015	30					30	08/10/2015	62						
08/02/2015	30					30	09/06/2015	36					36	09/10/2015	27	21	3,04	9,94	47,34	17	
09/02/2015	26					26	10/06/2015	39					39	10/10/2015	21	20	1,45	4,74	23,71	16	
10/02/2015	34	36	1,67	5,47	15,28	29	11/06/2015	32					32	11/10/2015	21	21	3,23	10,56	50,30	10	
11/02/2015	40	36	1,27	4,14	11,56	36	13/06/2015	19	14	1,51	4,84	35,27	13	13/10/2015	33	19	4,32	14,13	74,35	19	
12/02/2015	35	20	1,08	3,55	18,00	31	14/06/2015	20	13	1,74	5,69	43,77	14	14/10/2015	28	25	3,65	11,94	47,74	16	
13/02/2015	31	32	5,70	18,62	58,86	12	15/06/2015	21	15	2,52	8,24	54,94	13	15/10/2015	27	32	2,37	7,75	24,22	19	
14/02/2015	59	31	5,92	19,38	61,55	36	16/06/2015	18	13	1,71	5,59	43,01	12	16/10/2015	26	24	1,47	4,81	20,03	21	
15/02/2015	48	40	6,24	20,08	61,08	27	17/06/2015	23	16	2,72	8,89	46,81	26	17/10/2015	39	17	4,82	15,76	92,71	14	
16/02/2015	55	34	5,88	19,21	57,13	36	18/06/2015	30	23	4,96	16,22	70,52	14	18/10/2015	21	24	3,52	11,51	47,96	9	
17/02/2015	38	29	5,20	17,00	58,03	21	19/06/2015	25	18	4,02	13,15	73,03	12	19/10/2015	22	21	5,38	17,99	83,77	4	
18/02/2015	26	26	3,03	9,90	37,78	26	20/06/2015	27	21	4,27	13,96	66,49	13	20/10/2015	24	24	1,72	5,62	23,44	28	
19/02/2015	41	41	3,53	11,53	27,97	29	21/06/2015	48	38	6,37	20,73	58,27	39	21/10/2015	32	24	2,32	7,34	99,74	8	
20/02/2015	27	43	14,48	54,49	22,06	29	22/06/2015	42	38	6,59	21,55	56,71	20	22/10/2015	20	26	3,74	12,23	47,04	27	
21/02/2015	51	9,72	31,78	62,11	23/06/2015	35	30	4,22	13,80	46,00	21	23/10/2015	56								
22/02/2015	22	3,75	12,27	57,01	24/06/2015	37	38	4,05	13,24	34,85	24	24/10/2015	32	20	4,82	15,76	78,81	16			
23/02/2015	59	10,53			25/06/2015	34	31	4,34	14,19	45,78	20	25/10/2015	54								
24/02/2015	105				26/06/2015	29	20	2,46	11,31	56,57	18	26/10/2015	39	17	4,24	7,88	46,32	13			
25/02/2015	65				27/06/2015	19	25	3,01	9,84	46,87	14	27/10/2015	36	19	9,82	32,11	169,01	4			
26/02/2015	36	29	5,97	19,51	67,28	15	28/06/2015	25	17	4,58	14,98	88,10	10	28/10/2015	25	20	10,31	33,71	134,85	25	
27/02/2015	63	47	9,08	29,71	63,21	33	29/06/2015	53	41	6,71	21,94	53,52	31	29/10/2015	14	32	3,60	11,77	36,79	27	
28/02/2015	40	28	4,75	15,52	59,69	24	30/06/2015	39	28	3,80	12,43	56,68	16	08/11/2015	25	22	2,60	8,50	38,65	10	
01/03/2015	40	28	5,38	17,59	62,81	22	01/07/2015	47	39	3,67	12,00	30,77	35	31/10/2015	27	27	24	5,49	17,95	74,80	9
02/03/2015	67	56	11,34	37,09	66,24	20	02/07/2015	23	20	1,81	5,92	29,59	17	01/11/2015	73						
03/03/2015	40	21	4,47	14,63	69,68	25	03/07/2015	25	24	5,00	16,35	68,13	9	02/11/2015	30						
04/03/2015	36	29	4,97	16,26	56,06	20	04/07/2015	25	22	4,87	15,92	72,39	9	03/11/2015	36						
05/03/2015	26	21	2,44	7,88	38,01	18	05/07/2015	26	22	3,08	10,07	49,78	16	04/11/2015	31	26	3,31	10,82	41,63	8	
06/03/2015	87	91	15,10	49,36	54,25	38</															



Tabla B. Concentración media diaria de PM_{2.5} obtenida con el analizador automático (en µg/m³), concentración media diaria de PM_{2.5} obtenida con el analizador gravimétrico (en µg/m³), concentración de Na⁺ (en µg/m³) en la media diaria de la fracción PM_{2.5} de la materia particulada obtenida gravimétricamente, concentración de sal marina en la media diaria de la fracción PM_{2.5} de la materia particulada (µg/m³ y expresada en porcentaje de la fracción PM_{2.5}), Concentración media diaria de PM_{2.5} final, una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina (en µg/m³) en la estación Torre de Hércules durante 2015.

PM2.5 Torre						PM2.5 Torre						PM2.5 Torre									
Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM2.5 (µg/m ³)	sea salt en PM2.5	% sea salt en PM2.5	PM2.5 sin sal (µg/m ³)	Fecha de muestreo	Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM2.5 (µg/m ³)	sea salt en PM2.5	% sea salt en PM2.5	PM2.5 sin sal (µg/m ³)	Fecha de muestreo	Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM2.5 (µg/m ³)	sea salt en PM2.5	% sea salt en PM2.5	PM2.5 sin sal (µg/m ³)	Fecha de muestreo	
26	22				26	03/05/2015	9	6				9	02/09/2015	6	13	0.54				6	
28	79				28	04/05/2015	13	10				13	03/09/2015	8	8	0.25				8	
20					20	05/05/2015	17	13				17	04/09/2015	10	10	0.31				10	
21					21	06/05/2015	19	13				19	05/09/2015	10	27					10	0.27
19					19	07/05/2015	15	22				15	06/09/2015	12	22					12	0.22
21	20	1.44	4.71	23.14	16	08/05/2015	13	8				13	07/09/2015	15	24					15	0.24
28	28				28	08/05/2015	12	9				12	08/09/2015	11	18	0.24				11	0.24
26	24				26	10/05/2015	13	11				13	09/09/2015	11	16	1.23				11	1.23
30	23	1.74	5.69	24.78	30	11/05/2015	15	15				15	10/09/2015	17	18	1.37				17	1.37
22	24	4.94	16.15	66.34	22	12/05/2015	21	25				21	11/09/2015	10	14	0.65				10	0.65
22	21	2.06	6.74	32.06	22	13/05/2015	16	16				16	12/09/2015	9	12					9	
24	19	1.39	4.55	24.32	24	14/05/2015	15	11				15	13/09/2015	7	12	0.98				7	0.98
16	16	2.27	7.85	48.75	18	15/05/2015	22	14				22	14/09/2015	13	17	1.08				13	1.08
24	22	2.58	8.44	37.51	24	16/05/2015	12	7				12	15/09/2015	3	8	0.42				3	0.42
35	20	3.54	11.58	57.28	35	17/05/2015	10	12				10	16/09/2015	21						21	
36	26	4.21	13.77	53.82	36	18/05/2015	14	12				14	17/09/2015	14	15	1.32				14	1.32
20	8	0.41	1.34	16.82	20	19/05/2015	20	14				20	18/09/2015	16	13	1.14				16	1.14
29	22	2.16	7.06	32.85	22	20/05/2015	23	15				23	19/09/2015	10	11	0.31				10	0.31
23	12	1.2	3.92	31.52	19	21/05/2015	14	12				14	20/09/2015	12	13	0.2				12	0.2
19	17	3.33	10.89	65.52	8	22/05/2015	14	10				14	21/09/2015	13	9	0.71				13	0.71
37	18				37	23/05/2015	11	9				11	22/09/2015	13	9	0.99				13	0.99
33	20	3.28	10.73	54.89	22	24/05/2015	10	9				10	23/09/2015	17	12	1.55				17	1.55
16	16				17	24/05/2015	12	8				17	24/09/2015	16	16	0.89				16	0.89
16	6				16	26/05/2015	14	7				14	25/09/2015	37	27	3.24				37	3.24
16	19				16	27/05/2015	13	14				13	26/09/2015	18	17	0.69				18	0.69
16	16				16	28/05/2015	15	11				15	27/09/2015	15	13	0.45				15	0.45
18	18				18	29/05/2015	11	8				11	28/09/2015	12	14					12	
20	20				20	30/05/2015	14	9				14	29/09/2015	15	18	0.29				15	0.29
20	20				20	31/05/2015	11	6				11	30/09/2015	13	16	0.22				13	0.22
24	24				24	01/06/2015	12	11				12	01/10/2015	19						19	
40	40				40	02/06/2015	25	23				25	02/10/2015	20	19	0.42	1.37	7.41		20	0.42
26	17				26	03/06/2015	22	16				22	03/10/2015	16						16	
17	17				17	04/06/2015	27	41				27	04/10/2015	10						10	
22	22				22	05/06/2015	13	8				13	05/10/2015	13						13	
13	18				13	06/06/2015	9	13				9	06/10/2015	16						16	
15	15				15	07/06/2015	10	13				10	07/10/2015	20						20	
13	14				13	08/06/2015	14	16				14	08/10/2015	24						24	
18	12				18	09/06/2015	17	16				17	09/10/2015	13	20	0.63	2.06	10.36		13	0.63
20	20				20	10/06/2015	17	14				17	10/10/2015	17						17	
15	25				15	11/06/2015	15	14				15	11/10/2015	10						10	
20	14				20	12/06/2015	15	14				15	12/10/2015	14						14	
24	12	1.77	5.79	47.79	18	13/06/2015	10				10	13/10/2015	16						16		
25	12	1.92	6.28	51.09	19	14/06/2015	10				10	14/10/2015	15						15		
11	11	1.58	5.17	46.80	11	15/06/2015	10	10				10	15/10/2015	15					15		
23	12	2.55	8.34	69.31	15	16/06/2015	11	12				11	16/10/2015	15					15		
19	14	1.7	5.56	40.79	13	17/06/2015	13	12				13	17/10/2015	0					0		
23	12	0.56	1.83	15.69	21	18/06/2015	13	11				13	18/10/2015	11					11		
18	18	0.71	2.32	10.74	16	19/06/2015	10	10				10	19/10/2015	11					11		
17	21	2.6	8.50	39.65	8	20/06/2015	12	12				12	20/10/2015	13					13		
20	14	1.76	5.76	40.62	14	21/06/2015	20	18				20	21/10/2015	20					20		
17	17				17	22/06/2015	20	21				20	22/10/2015	13					13		
18	18				18	23/06/2015	19	23				19	23/10/2015	24					24		
17	17				17	24/06/2015	24	23				24	24/10/2015	16					16		
19	19				19	25/06/2015	17	15				17	25/10/2015	20					20		
45	45				45	26/06/2015	11	10				11	26/10/2015	19					19		
28	28				28	27/06/2015	9	8				9	27/10/2015	15					15		
16	16				16	28/06/2015	10	3				10	28/10/2015	0					0		
23	23				23	29/06/2015	20	17				20	29/10/2015	5					5		
17	17				17	30/06/2015	16					16	30/10/2015	11					11		
17	17				17	01/07/2015	15	10				15	01/11/2015	11					11		
26	11	1.75	5.72	59.46	20	02/07/2015	6	9				6	01/11/2015	27					27		
17	27	0.8	2.62	9.52	14	03/07/2015	10	23				10	02/11/2015	13					13		
16	29	1.95	6.38	21.94	10	04/07/2015	8	7				8	03/11/2015	18					18		
13	25	1.57	5.13	20.70	8	05/07/2015	8	7				8	04/11/2015	8					8		
33	25	0.79	2.58	10.41	30	06/07/2015	9	11				9	05/11/2015	5					5		
31	28	1.25	4.09	14.38	27	07/07/2015	10	7				10	06/11/2015	5					5		
28	18	0.36	1.18	6.49	27	08/07/2015	9	9				9	07/11/2015	8					8		
27	18	0.89	2.91	15.85	24	09/07/2015	9	15				9	08/11/2015	11					11		
33	12				33	10/07/2015	13	9				13	09/11/2015	14					14		
19	19				19	11/07/2015	6	6				6	10/11/2015	16					16		
29	29				29	12/07/2015	9	8				9	11/11/2015	21					21		
16	16				16	13/07/2015	9	8				9	12/11/2015	21					21		
14	21				14	14/07/2015	8	9				8	13/11/2015	17					17		
20	15				20	15/07/2015	9	14				9	14/11/2015	21					21		
24	36				24	16/07/2015	12	12				12	15/11/2015	21					21		
24	28				24	17/07/2015	7	8				7	16/11/2015	18					18		
18	22				18	18/07/2015	7	15				7	17/11/2015	16					16		
27	11				27	19/07/2015	6	9				6	18/11/2015	16					16	</	



Tabla C. Concentración media diaria de PM₁₀ obtenida con el analizador automático (en µg/m³), concentración media diaria de PM₁₀ obtenida con el analizador gravimétrico (en µg/m³), concentración de Na⁺ (en µg/m³) en la media diaria de la fracción PM₁₀ de la materia particulada obtenida gravimétricamente, concentración de sal marina en la media diaria de la fracción PM₁₀ de la materia particulada (µg/m³ y expresada en porcentaje de la fracción PM₁₀), Concentración media diaria de PM₁₀ final, una vez aplicado el descuento correspondiente a la sal marina (en µg/m³) en la estación Riazor durante 2015.

Fecha de muestreo	PM10 Riazor						PM10 Riazor						PM10 Riazor						
	Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM10 (µg/m ³)	sea salt en PM10	% sea salt en PM10	PM10 sin sal (µg/m ³)	Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM10 (µg/m ³)	sea salt en PM10	% sea salt en PM10	PM10 sin sal (µg/m ³)	Automático (µg/m ³)	Gravim. (µg/m ³)	Na ⁺ en PM10 (µg/m ³)	sea salt en PM10	% sea salt en PM10	PM10 sin sal (µg/m ³)	
01/01/2015	40					40	03/05/2015	14	15			14	02/09/2015	15	20	3.11	10.17	51.98	9
02/01/2015	43					43	04/05/2015	13	24			13	03/09/2015	17	20				17
03/01/2015	24					24	05/05/2015	23	29			23	04/09/2015	15	21	2.39	7.82	36.95	13
04/01/2015	26					26	06/05/2015	25	23			25	05/09/2015	12	17	2.14	7.00	42.40	10
05/01/2015	27					27	07/05/2015	20	14			20	06/09/2015	14	19	1.76	5.76	31.10	13
06/01/2015	9	20	2.62	8.57	42.69	12	08/05/2015	13	14			13	07/09/2015	20	25	1.48	4.84	19.69	20
07/01/2015	9	44				9	09/05/2015	12	18			12	08/09/2015	27	32	1.3	4.25	13.18	28
08/01/2015	16	41				16	10/05/2015	18	23			18	09/09/2015	19	24	2.18	7.13	29.46	17
09/01/2015	31	28	0.63	2.06	7.26	26	11/05/2015	22	34			22	10/09/2015	20	24	3.19	10.43	44.89	18
10/01/2015	27	19				27	12/05/2015	33	33			33	11/09/2015	19	23	1.32	4.32	18.03	20
11/01/2015	29	34	1.18	3.86	11.35	30	13/05/2015	25	28			25	12/09/2015	17	21	3.68	12.03	57.03	9
12/01/2015	29	21				29	14/05/2015	26	35			26	13/09/2015	12	16	2.87	9.38	57.14	7
13/01/2015	16	21	3.4	11.12	53.02	10	15/05/2015	33	21			33	14/09/2015	23	26	5.42	17.72	67.01	9
14/01/2015	18					18	16/05/2015	19	19			19	15/09/2015	8	12	0.57	1.86	15.23	10
15/01/2015	22	27	1.99	6.51	24.15	20	17/05/2015	16	22			16	16/09/2015	15	21	3.82	12.49	60.87	8
16/01/2015	31	30	3.22	10.53	34.66	20	18/05/2015	19	31			19	17/09/2015	17				17	
17/01/2015	19	10				19	19/05/2015	26	33			26	18/09/2015	18	22	3.47	11.35	50.85	11
18/01/2015	14	28				14	20/05/2015	30	26			30	19/09/2015	19	22	2.95	7.68	35.17	14
19/01/2015	29	24				29	21/05/2015	28	25			28	20/09/2015	19	22	0.82	2.68	12.47	19
20/01/2015	20	20				20	22/05/2015	24	15			24	21/09/2015	22	22	2.47	8.08	36.02	14
21/01/2015	28	26				28	23/05/2015	15	19			15	22/09/2015	19	21	3.95	12.92	61.13	8
22/01/2015	25	25				25	24/05/2015	17	21			17	23/09/2015	22	25	3.77	12.13	49.45	12
23/01/2015	24	22				24	25/05/2015	19	23			19	24/09/2015	27	31	3.14	10.27	33.43	20
24/01/2015	22	16				22	26/05/2015	21	23			21	25/09/2015	43	44	6.9	22.56	51.33	21
25/01/2015	28	25				28	27/05/2015	20	23			20	26/09/2015	34	36	3.86	12.62	34.72	24
26/01/2015	29	28				29	28/05/2015	23	23			23	27/09/2015	24	27	2.18	7.13	26.75	20
27/01/2015	32	28				32	29/05/2015	17	17			17	28/09/2015	25	27	1.57	5.13	18.68	22
28/01/2015	16	14				16	30/05/2015	16	18			16	29/09/2015	27	29	3.39	10.55	19.05	26
29/01/2015	12	11				12	31/05/2015	12	16			12	30/09/2015	27	29	1.97	6.44	23.56	22
30/01/2015	13	18				13	01/06/2015	16	20			16	01/10/2015	34	41	3.31	4.28	10.51	36
31/01/2015	25	26				25	02/06/2015	19	26			19	02/10/2015	32	36	3.2	10.8	35.3	28
01/02/2015	22	30				22	03/06/2015	35	40			35	03/10/2015	26	32	1.08	3.53	11.09	28
02/02/2015	20	17	3.76	12.30	62.97	20	04/06/2015	36	40			36	04/10/2015	15	16	1.07	3.50	21.78	13
03/02/2015	18	18				18	05/06/2015	21	25			21	05/10/2015	18	23	3.06	10.01	43.80	13
04/02/2015	20	20				20	06/06/2015	16	19			16	06/10/2015	22	27	4.56	14.91	55.78	12
05/02/2015	19	19				19	07/06/2015	18	20			18	07/10/2015	23	27	2.77	9.06	33.69	18
06/02/2015	16	16				16	08/06/2015	15	18			15	08/10/2015	31	37	5.33	17.43	67.71	19
07/02/2015	26	26				26	09/06/2015	29	32			29	09/10/2015	24	29	1.49	4.47	17.01	24
08/02/2015	29	29				29	10/06/2015	34	39			34	10/10/2015	19	22	0.92	3.01	13.76	19
09/02/2015	24	24				24	11/06/2015	26	28			26	11/10/2015	18	22	1.97	6.44	28.79	16
10/02/2015	36	42				36	12/06/2015	21	25			21	12/10/2015	25	28	3.8	12.43	45.02	16
11/02/2015	48	51	0.95	3.11	6.14	47	13/06/2015	13	25			13	13/10/2015	29	29	2.8	9.16	31.09	20
12/02/2015	37	26				37	14/06/2015	16	16			16	14/10/2015	26	28	2.21	7.23	25.91	21
13/02/2015	19	22				19	15/06/2015	18	18			18	15/10/2015	29	32	1.55	5.07	15.61	27
14/02/2015	20	16				20	16/06/2015	15	16			15	16/10/2015	32	36	1.08	3.53	9.84	32
15/02/2015	19	17				19	17/06/2015	25	27			19	17/10/2015	22	22				22
16/02/2015	21	30				21	18/06/2015	26	28			21	18/10/2015	21				21	
17/02/2015	28	33				28	19/06/2015	20	20			20	19/10/2015	19				19	
18/02/2015	32	55	4.93	16.12	29.47	39	20/06/2015	22	24			22	20/10/2015	22	22	3.71	12.13	54.01	10
19/02/2015	30	36				30	21/06/2015	33	35			30	21/10/2015	20	24	2.48	8.04	30.65	18
20/02/2015	16	16				16	22/06/2015	28	26			28	22/10/2015	27	28	2.06	6.74	23.64	22
21/02/2015	24	31	6.53	21.35	68.53	10	23/06/2015	37	38			37	23/10/2015	32	34	1.72	5.62	16.59	28
22/02/2015	16	16				16	24/06/2015	39	41			39	24/10/2015	19	22	2.53	8.27	38.04	13
23/02/2015	22	37	3.01	9.84	26.84	27	25/06/2015	31	31			31	25/10/2015	29	30	5.42	17.72	59.55	12
24/02/2015	40	44				40	26/06/2015	18	19			40	26/10/2015	19	19	1.09	3.56	24.31	11
25/02/2015	33	30				33	27/06/2015	12	14			12	27/10/2015	12	15	3.78	5.82	39.17	9
26/02/2015	16	30				16	28/06/2015	15	17			15	28/10/2015	18	18	3.17	10.37	56.68	8
27/02/2015	32	28				32	29/06/2015	35	40			35	29/10/2015	9	9	0.31	1.01	10.92	8
28/02/2015	17	14				17	30/06/2015	28	29			17	30/10/2015	20	24	1.51	4.94	14.14	15
01/03/2015	9	13				9	01/07/2015	18	21			9	01/11/2015	15	24	2.58	8.44	35.70	15
02/03/2015	18	25	3.63	11.87	47.48	13	02/07/2015	16	21			16	01/11/2015	40	39	8.92	29.17	74.13	10
03/03/2015	23	28				23	03/07/2015	20	27			20	02/11/2015	23	26	2.47	8.08	30.93	18
04/03/2015	31	37				31	04/07/2015	17	20			17	03/11/2015	21				21	
05/03/2015	30	30				30	05/07/2015	16	19			30	04/11/2015	11	14	0.87	2.84	20.51	11
06/03/2015	42	50	2.29	7.49	14.98	43	06/07/2015	21	23			21	05/11/2015	6	8	1.48	4.84	57.68	4
07/03/2015	44	53	3.23	10.56	19.93	42	07/07/2015	17	20			17	06/11/2015	9	13	0.51	1.67	12.99	11
08/03/2015	42	40	3.07	10.04	25.10	30	08/07/2015	17	22			17	07/11/2015	12	18	1.34	4.38	24.28	14
09/03/2015	40	46	2.75	8.99	19.55	37	09/07/2015	23	26			40	08/11/2015	14	19	0.98	3.20	16.50	16
10/03/2015	41	47	3.83	12.52	26.65	34	10/07/2015	28	30			41	09/11/2015	26	29	0.71	5.56	19.31	23
11/03/2015	29	28				29	11/07/2015	17	19			17	10/11/2015	27	32	2.35	7.68	23.86	25
12/03/2015	54	51				54	12/07/2015	18											



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE
E ORDENACIÓN DO TERRITORIO
Secretaría Xeral de Calidade
de Avaliación Ambiental



Tabla D. Altura media diaria y máxima horaria de las olas (en m), en las boyas de Punta Langosteira y Estaca de Bares, racha de viento diaria (en km/h) en la estación meteorológica de Coruña-Dique, existencia o no y tipo de eventos atmosféricos (quema de biomasa, sulfatos, intrusión de polvo sahariano) y si se ha incluido o no en la descripción de los fenómenos atmosféricos del día en análisis de retrotrayectorias, durante 2015.

Fecha de muestreo	N(m) de P. Langosteira		N(m) de E. Bares		Racha Viento Coruña-Dique (km/h)	Eventos (Si/No)	Tipos de Eventos	Análisis Retrotrayectoria (Si/No)	Fecha de muestreo	N(m) de P. Langosteira		N(m) de E. Bares		Racha Viento Coruña-Dique (km/h)	Eventos (Si/No)	Tipos de Eventos	Análisis Retrotrayectoria (Si/No)					
	media	max horaria	media	max horaria	media					media	max horaria	media	max horaria	media								
03/04/2015	1,25	1,50	2,129	No	No	03/04/2015	2,27	3,00	42,8	No	No	03/04/2015	2,20	1,40	1,30	1,40	No	No				
04/04/2015	2,20	4,20	1,90	22,93	No	04/04/2015	1,36	2,00	2,24	2,80	35,03	No	No	03/04/2015	1,23	1,40	1,44	1,80	No	No		
05/04/2015	3,08	3,50	20,92	No	No	05/04/2015	1,32	3,80	48,56	No	No	04/04/2015	1,07	1,50	1,04	1,30	No	Biomasa	No			
06/04/2015	2,76	3,40	17,06	No	No	06/04/2015	2,96	3,60	3,48	4,90	26,99	No	No	05/04/2015	1,19	1,60	1,27	1,50	No	Biomasa	No	
07/04/2015	2,00	2,30	32,04	No	No	07/04/2015	2,11	2,50	46,44	No	No	06/04/2015	1,13	1,30	1,40	1,50	No	Biomasa	No			
08/04/2015	2,95	4,90	34,92	No	SI	08/04/2015	2,12	2,60	55,56	No	No	07/04/2015	0,99	1,10	2,30	2,30	No	Biomasa	No			
09/04/2015	3,21	4,20	21,06	No	SI	09/04/2015	1,76	2,10	25,27	No	No	08/04/2015	0,66	0,60	1,65	2,10	No	Biomasa	No			
10/04/2015	3,40	4,30	32	No	SI	10/04/2015	1,42	1,80	20,12	No	No	09/04/2015	1,40	2,20	1,38	3,20	44,21	No	Biomasa	No		
11/04/2015	4,39	5,40	23,51	No	SI	11/04/2015	2,70	3,10	25,99	SI	Africano	10/04/2015	2,16	3,10	2,44	3,30	23,04	No	Biomasa	No		
12/04/2015	4,63	4,50	28,09	No	No	12/04/2015	2,07	3,00	45,86	No	SI	11/04/2015	1,61	2,10	1,85	2,60	26,74	No	Biomasa	No		
13/04/2015	4,98	5,90	3,90	30,82	No	13/04/2015	1,58	2,10	42,41	SI	Incendio y Biomasa	12/04/2015	1,88	2,80	1,13	2,60	28,22	No	Biomasa	No		
14/04/2015	4,73	6,20	58,57	No	No	14/04/2015	2,80	5,00	52,67	No	No	13/04/2015	1,79	2,40	2,75	3,60	63,78	No	Biomasa	No		
15/04/2015	4,55	5,00	73,8	No	No	15/04/2015	3,87	5,70	36,79	No	No	14/04/2015	2,65	3,40	3,63	4,30	45,58	No	Biomasa	No		
16/04/2015	5,46	6,00	58,68	No	No	16/04/2015	2,06	2,50	49,67	No	No	15/04/2015	1,81	2,20	2,84	3,50	61,08	No	Biomasa	No		
17/04/2015	6,53	8,10	84,78	No	SI	17/04/2015	2,02	2,50	49,75	No	No	16/04/2015	2,48	3,20	4,72	6,80	83,16	No	Biomasa	No		
18/04/2015	5,88	7,20	54,22	No	SI	18/04/2015	2,20	2,50	56,45	No	No	17/04/2015	2,39	3,00	2,99	3,60	41,87	No	Biomasa	No		
19/04/2015	4,16	5,40	41,5	23,68	SI	19/04/2015	3,25	4,20	48,67	No	No	18/04/2015	2,29	3,00	1,72	3,30	29,81	No	Biomasa	No		
20/04/2015	3,79	4,70	69,84	No	No	20/04/2015	3,08	3,80	43,16	No	No	19/04/2015	1,40	1,43	1,60	25,88	No	Biomasa	No			
21/04/2015	3,70	3,70	60,53	No	No	21/04/2015	1,81	2,30	51,41	No	No	20/04/2015	0,88	1,20	1,27	1,40	21,17	No	Biomasa	No		
22/04/2015	4,43	7,30	80,68	No	No	22/04/2015	1,20	1,40	56,2	SI	Biomasa	21/04/2015	1,90	2,30	2,28	2,80	30,71	No	Biomasa	No		
23/04/2015	1,13	0,80	72,68	No	SI	23/04/2015	1,26	1,40	52,2	No	No	22/04/2015	2,36	2,7	2,48	2,80	18,68	No	Biomasa	No		
24/04/2015	2,50	2,50	19,7	No	No	24/04/2015	0,94	1,20	61,99	No	No	23/04/2015	1,53	1,9	1,61	2,20	19,22	No	Biomasa	No		
25/04/2015	1,60	1,90	33,52	No	No	25/04/2015	1,74	2,10	56,7	SI	Biomasa	24/04/2015	2,57	3,2	2,75	3,50	23,87	No	Biomasa	No		
26/04/2015	2,84	4,10	29,16	No	No	26/04/2015	1,63	1,90	1,55	1,50	49,28	SI	25/04/2015	1,66	2,2	2,20	2,60	18,58	No	Biomasa	No	
27/04/2015	1,78	1,78	19,76	No	No	27/04/2015	2,24	2,80	53,03	SI	Biomasa	26/04/2015	1,18	1,4	1,12	1,20	35,28	No	Biomasa	No		
28/04/2015	2,04	2,90	30,82	No	No	28/04/2015	1,16	1,30	1,16	1,30	30,82	No	27/04/2015	0,91	1	1,84	2,10	26,82	No	Biomasa	No	
29/04/2015	4,50	5,8	4,20	27,0	29,52	No	29/04/2015	1,16	1,30	1,44	1,80	35,08	No	28/04/2015	1,04	1,2	2,04	2,50	35,75	No	Biomasa	No
30/04/2015	5,42	5,8	6,20	65,7	No	30/04/2015	1,16	1,30	1,44	1,80	35,08	No	29/04/2015	1,18	1,4	1,12	1,20	19,47	No	Biomasa	No	
01/05/2015	4,87	5,2	5,45	6,00	88,31	No	01/05/2015	1,68	2,80	1,95	2,90	33,82	No	30/04/2015	0,96	1,2	1,88	1,80	16,7	SI	Biomasa	No
02/05/2015	1,05	1,7	3,80	59,4	No	02/05/2015	3,08	3,5	3,66	4,60	34,45	No	01/05/2015	0,7	0,9	1,00	1,30	19,87	No	Biomasa	No	
03/05/2015	4,65	5,7	3,80	59,4	No	03/05/2015	2,87	3,5	3,67	4,15	38,87	SI	02/05/2015	0,67	0,8	1,70	1,60	74,45	No	Biomasa	No	
04/05/2015	2,46	4,4	2,60	4,20	80,21	No	04/05/2015	1,19	1,50	1,14	1,60	49,86	No	03/05/2015	0,86	1,1	1,80	3,30	73,84	No	Biomasa	No
05/05/2015	1,33	1,7	3,80	61,63	No	05/05/2015	2,10	2,50	2,59	2,90	48,82	SI	04/05/2015	2,29	3,8	3,23	4,80	62,78	No	Biomasa	No	
06/05/2015	2,59	3,1	3,30	3,60	74,92	No	06/05/2015	2,11	2,50	2,14	2,20	52,45	SI	05/05/2015	2,96	3,7	3,04	3,90	48	No	Biomasa	No
07/05/2015	2,46	3,1	3,30	3,60	45,76	No	07/05/2015	1,18	1,40	1,40	1,60	51,16	SI	06/05/2015	1,92	2,20	2,67	3,20	58,16	No	Biomasa	No
08/05/2015	2,31	2,6	2,90	65,16	No	08/05/2015	2,16	2,50	2,84	3,00	54,58	No	07/05/2015	1,60	1,90	1,60	1,90	46,69	No	Biomasa	No	
09/05/2015	2,03	2,4	3,70	4,20	63,04	No	09/05/2015	1,50	1,90	1,68	2,20	40,12	No	08/05/2015	1,50	1,80	1,50	1,80	31,28	No	Biomasa	No
10/05/2015	1,11	1,7	2,10	3,80	79,27	No	10/05/2015	1,18	1,40	1,18	1,40	41,51	No	09/05/2015	1,18	1,4	1,12	1,20	43,83	No	Biomasa	No
11/05/2015	0,75	0,8	1,16	1,50	21,84	No	11/05/2015	0,77	1,00	0,97	1,40	43,38	No	10/05/2015	1,52	1,80	1,90	2,10	39,38	No	Biomasa	No
12/05/2015	0,84	1	0,98	1,50	41,51	No	12/05/2015	0,89	1,20	0,94	1,20	48,46	No	11/05/2015	1,64	2,10	2,45	3,00	32,84	No	Biomasa	No
13/05/2015	1,25	1,4	2,68	3,80	59,08	No	13/05/2015	0,75	1,00	0,75	1,00	41,75	No	12/05/2015	0,82	1,1	2,20	2,60	18,66	No	Biomasa	No
14/05/2015	3,88	5,4	4,60	5,50	54,94	No	14/05/2015	0,67	1,00	0,61	0,70	51,62	No	13/05/2015	1,61	1,1	2,26	2,70	20,45	No	Biomasa	No
15/05/2015	2,96	3,3	3,46	4,60	52,56	No	15/05/2015	1,21	1,70	1,00	1,80	51,98	No	14/05/2015	0,89	1,3	3,01	3,80	37,3	No	Biomasa	No
16/05/2015	2,85	3,7	3,70	4,60	52,87	No	16/05/2015	1,73	2,10	1,1	2,10	48,07	SI	15/05/2015	1,16	1,3	1,16	1,30	17,16	No	Biomasa	No
17/05/2015	3,65	4,1	4,13	5,00	63,76	No	17/05/2015	1,52	1,70	1,46	1,80	57,28	No	16/05/2015	1,99	2,6	2,88	3,40	56,34	No	Biomasa	No
18/05/2015	2,65	3,5	3,10	4,10	37,4	No	18/05/2015	1,62	1,90	1,50	1,60	37,4	No	17/05/2015	1,42	1,80	2,79	3,50	50,11	No	Biomasa	No
19/05/2015	1,84	2,5	2,80	3,80	74,44	No	19/05/2015	1,46	1,80	1,46	1,80	24,44	No	18/05/2015	1,42	1,80	1,42	2,20	64,45	No	Biomasa	No
20/05/2015	2,35	3,2	4,38	5,20	53,17	No	20/05/2015	1,48	1,70	1,72	2,20	33,26	No	19/05/2015	1,12	1,2	2,20	2,60	19,15	No	Biomasa	No
21/05/2015	3,04	3,3	3,74	4,40	55,62	No	21/05/2015	0,93	1,20	1,03	1,40	23,18	No	20/05/2015	2,67	3,20	3,95	4,50	51,17	No	Biomasa	No
22/05/2015	2,85	3,2	3,27	3,60	43,16	No	22/05/2015	1,14	1,40	1,49	2,00	25,27	SI	21/05/2015	2,67	3,20	3,95	4,50	51,17	No	Biomasa	No
23/05/2015	3,69	4,8	4,52	7,80	65,52	No	23/05/2015	1,03	1,40	1,61	2,20	38,33	SI	22/05/2015	1,42	2,1	1,86	2,50	50,11	No	Biomasa	No
24/05/2015	6,98	8,4	7,96	10,00	65,52	No	24/05/2015	1,03	1,40	1,61	2,20	38,33	SI	23/05/2015	1,04	1,40	1,61	2,20	38,33	SI	Biomasa	No
25/05/2015	4,25	4,6	4,60	5,00	32,87	No	25/05/2015	1,13	1,8	1,68	1,80	27,4	SI	24/05/2015	1,40	1,80	1,40	1,80	64,45	No	Biomasa	No
26/05/2015	2,93	3,5	3,35	3,60	52,92	No	26/05/2015	1,13	1,8	1,68	1,80	27,4	SI	25/05/2015	1,04	1,40	1,61	2,20	38,33	SI	Biomasa	No
27/05/2015	3,58	4,4	4,19	5,50	41,29	No	27/05/2015	1,38	1,5	1,68	2,00	16,92	SI	26/05/2015	1,37	1,60	1,30	1,60	82,66	No	Biomasa	No
28/05/2015	3,85	4,2	4,60	5,00	45,76	No	28/05/2015	1,43	1,80	2,24	2,80	36,94	SI	27/05/2015	1,37	1,60	1,30	1,60	73,15	No	Biomasa	No
29/05/2015	3,53	4,8	4,56	5,60	56,7	No	29/05/2015	1,16	1,40	1,49	1,90	25,63	SI	28/05/2015	1,37	1,60	1,30	1,60	73,15	No	Biomasa	No
30/05/2015	3,36	4,2	4,29	4,80	34,97	No	30/05/2015	1,16	1,40	1,49	1,90	25,63	SI	29/05/2015	1,37	1,60	1,30	1,60	73,15			



ANEXO II.

ENERO 2015

ENERO 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA					10				
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	1-5 9-17 26								

FEBRERO 2015

FEBRERO 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA									
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS		10-12	10-11	11-12	11-12			12-13	

MARZO 2015

MARZO 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA						8-11			
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	3-11 13-14 27-29	12-14 20-21	19-20	19-22	10-13	11-12		22-23	20-24

ABRIL 2015

ABRIL 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA						3 7	13-15 21	13-14	
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	16-18	8-17 22-24	7-18 21-25	10-17 23-25	12-18	12-16	8-18 21-22	9-18 23-26	10-17 23-26

MAYO 2015

MAYO 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA			29			13 22-23 26-28		29	
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	11-17	11-14 18-21 27-31	2-4 10-14 18-19 27-31	3-4 12-14	12-14	11-13	11-13	3-5 12-15	3-6 14-15 31

JUNIO 2015

JUNIO 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA		19-20 27	26 30		19 23 26	8-9 25-30		26 28	
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	5-10 28-29	2-11 21-22 26 28-30	1-13 22-26 29-30	10-13 22-23	5-11 22-23 29-30	7-8 29-30	10-12 30	10-13	11-15

JULIO 2015

JULIO 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA		3 23	7-11	9 18 21	4-8 11-13 17-18 27	1 9-18 23-29	13-16 18 21 25-29	5	
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	5-30	1-9 13-15 17	1-23 28-31	1-20 30-31	1-17		1-7 16-18	5-12 24	21-25

AGOSTO 2015

AGOSTO 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA		4 11-12 15 31	15		7 11-12 15	4 8-15 20-23 26 30	8 10-13 28-31		
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	6-15 21-23	2-12 20-22 28-31	1-12 20-22 26-31	2-13 30-31	2-12 20-22 28-31	9-10 30	3 10-12 21-22 29-31	3-8 12-14 29-31	1 7-9 13-14 29-31

SEPTIEMBRE 2015

SEPTIEMBRE 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA		28 30	4		30	4-6 9 11	30		
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	21-26	20-22	1-2 12 19-22	1-3 21-22	20-21			1 13	1-4 12-13

OCTUBRE 2015

OCTUBRE 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA		1-3 8-9 30-31			1 4 16	1			
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	2-6 23	4-5	4-5 17-18	4-5	4-5			5	5-6

NOVIEMBRE 2015

NOVIEMBRE 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA		8-11 13			8	13	5 17-19	16	
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	8-20 25 30	21	21			17-20	18-20		

DICIEMBRE 2015

DICIEMBRE 2015									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA						7 19-20 25 28-29 31	19-20 22-23 25-26	20 27	
EUROPEO SULFATOS									
AFRICANOS	1-31	2-3 13-26 28	5-6 12-25 27-30	4-6 14-25 29	2-5 13-25 28	3-7 15-19	3-7 15-20 28	1-6 15-24	14-22 25 29-30

Estas tablas muestran las fechas de los episodios que con alta probabilidad pueden haber afectado a los niveles de partículas registrados en superficie, a partir de las ejecuciones de los modelos de pronóstico analizados. En las celdas pueden encontrarse fechas (una o varias) en dos formatos posibles:

- Días aislados: se han registrado episodios de aporte de partículas que en la mayoría de los casos pueden incrementar los niveles de PM en el aire ambiente. Si el episodio viene acompañado de lluvia este impacto en los niveles de PM puede ser poco evidente.
- Intervalos: Igual que en "días aislados", pero se muestran el primer y último día del episodio (separados por un guión).

A efectos de cuantificar los aportes de polvo africano a los niveles diarios de PM10 durante los episodios africanos es necesario aplicar la metodología desarrollada conjuntamente entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España y la Agência Portuguesa do Ambiente: PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EPISODIOS NATURALES DE PM10 Y PM2,5, Y LA DEMOSTRACIÓN DE CAUSA EN LO REFERENTE A LAS SUPERACIONES DEL VALOR LÍMITE DIARIO DE PM10. Dicho procedimiento puede consultarse en <http://www.marm.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/gestion/Naturales.aspx> y en las Directrices de la Comisión Europea para la demostración y el descuento de superaciones atribuibles a fuentes naturales:

http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_0208.pdf

Se recuerda que los datos publicados en la tabla de episodios ocurridos son ***provisionales***. Los datos validados definitivos de cada año se suministrarán a través del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente una vez transcurridos tres meses desde su finalización. Es decir los datos definitivos del año serán validados en marzo del siguiente año.

IMPORTANTE: CUALQUIER USO CIENTÍFICO O TÉCNICO DE LOS DATOS QUE AQUÍ SE REMITEN TENDRÁN QUE CITAR EXPLÍCITAMENTE LA FUENTE DE LOS MISMOS: *Datos propiedad de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA), del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, suministrados como fruto del "Acuerdo de Encomienda de Gestión entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas para la realización de trabajos relacionados con el estudio y evaluación de la contaminación atmosférica por material particulado y metales en España"*
