

Evaluación de la calidad del aire de La Rioja 2023

**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, MUNDO RURAL Y MEDIO AMBIENTE
DIRECCION GENERAL DE CALIDAD AMBIENTAL, CAMBIO CLIMÁTICO Y AGUA**

Elaboración

Estela Carnero Fuente.

Licenciada en Ciencias Ambientales.

Jefa de Área de Prevención Ambiental del Gobierno de La Rioja.

Revisión: José María Infante. Director General de Calidad Ambiental, Cambio Climático y Agua.

Agradecimientos

La evaluación de la calidad del aire de La Rioja no podría haberse realizado sin la información proporcionada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), así como por otras entidades participantes en la modelización de la contaminación atmosférica, como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) o el Barcelona Supercomputing Center (BSC).

Logroño, junio de 2024

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA RIOJA 2023

Contenido.

1.- RESUMEN EJECUTIVO.

Figura 1.- Calidad del aire en La Rioja en el año 2023.

Tabla 1.- Rango de concentraciones de contaminantes y categorías de calidad del aire.

2.- INTRODUCCIÓN.

2.1.- Contexto global.

Tabla 2.- Principales efectos sobre la salud humana de los contaminantes atmosféricos.

2.2.- Marco normativo.

2.2.1.- Normativa europea.

2.2.2.- Normativa nacional.

2.2.3.- Objetivos de calidad del aire.

Tabla 3.- Objetivos de calidad del aire para la protección de la salud.

Tabla 4.- Objetivos de calidad del aire para la protección de la vegetación y los ecosistemas.

2.3.- Marco competencial y organizativo.

3.- SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA RIOJA.

3.1.- La Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de la Rioja.

Tabla 5.- Estaciones de medición de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja.

Figura 2.- Localización de las estaciones de medición de calidad del aire de La Rioja.

Tabla 6.- Zonificación de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja.

Figura 3.- Localización de las áreas para la evaluación de la calidad del aire.

3.2.- Criterios de representatividad de las estaciones.

3.3.- Evaluación mediante mediciones fijas.

3.4.- Evaluación mediante mediciones representativas.

3.5.- Predicción de episodios de intrusiones saharianas.

Figura 4.- Áreas geográficas para la identificación de episodios naturales.

3.6.- Información al público de la calidad del aire en La Rioja.

3.7.- Costes de instalación, mantenimiento y operación.

4.- LA RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA RIOJA.

4.1.- Descripción de las actividades.

Figura 5.- Esquema organizativo de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja.

4.2.- Sistema de aseguramiento de la calidad de los datos.

5.- RESULTADOS DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA RIOJA.

5.1.- Consideraciones iniciales.

Figura 6.- Esquema de los objetivos de calidad y sus definiciones.

5.2.- Calidad de los datos.

Tabla 7.- Objetivos de calidad de los datos.

Tabla 8.- Datos válidos en La Rioja en el año 2023 (%).

5.3.- Dióxido de azufre (SO₂).

5.3.1.-Protección de la salud.

Figura 7.- Índice Nacional de Calidad de Aire para SO₂ en el año 2023.

5.3.2.- Protección de la vegetación.

Figura 8.- Evolución 2011-2023 de las concentraciones medias anuales de SO₂ y umbrales para la protección de la vegetación.

5.4.- Óxidos de nitrógeno (NO_x).

5.4.1.- Protección de la salud.

Figura 9.- Evolución 2011-2023 de las concentraciones medias anuales de NO₂ y umbrales para la protección de la salud.

Figura 10.- Índice Nacional de Calidad de Aire para NO₂ en el año 2023.

5.4.2.- Protección de la vegetación.

Figura 11.- Evolución 2014-2023 de las concentraciones medias anuales de NO_x y umbrales para la protección de la vegetación.

5.5.- Partículas (PM).

5.5.1.- Protección de la salud en partículas PM10.

Figura 12.- Evolución 2011-2023 de las medias anuales de concentración de PM10 y umbrales para la protección de la salud.

Figura 13.- Índice Nacional de Calidad de Aire para PM10 en el año 2023.

5.5.2.- Protección de la salud en partículas PM2,5.

Figura 14.- Evolución 2011-2023 de las medias anuales de concentración de PM2,5 y umbrales para la protección de la salud.

Figura 15.- Índice Nacional de Calidad de Aire para PM2,5 en el año 2023.

5.6.- Ozono (O₃).

5.6.1.- Protección de la salud.

Tabla 9.- Superaciones del VOS de O₃ en la zona rural en el año 2023.

Figura 16.- Evolución 2011-2023 de las superaciones del valor objetivo de O₃ de protección de la salud (media 3 años).

Figura 17.- Índice Nacional de Calidad de Aire para O₃ en el año 2023.

5.6.2.- Protección de la vegetación.

Figura 18.- Evolución 2014-2023 del O₃ acumulado según el valor objetivo AOT40 para la protección de la vegetación.

5.7.- Monóxido de carbono (CO).

5.7.1.- Protección de la salud.

Figura 19.- Evolución 2011-2023 de las medias anuales del máximo diario octohorario de CO para la protección de la salud.

5.8.- Benceno (C₆H₆) y BTX.

5.8.1.- Protección de la salud.

Figura 20.- Evolución 2011-2023 de las medias anuales de concentración del C₆H₆ para la protección de la salud en la aglomeración urbana.

Figura 21. Evolución 2011-2023 de las medias anuales de concentración de BTX para la protección de la salud en la aglomeración urbana.

5.9.- Metales pesados.

6.- FUENTES DE EMISIÓN EN LA RIOJA.

Tabla 10.- Valores de emisiones y objetivos 2030 aplicados de la Directiva techos.

Figura 22. Evolución relativa de las emisiones de SO_x, NO_x, COVNM, NH₃ y PM_{2,5}, tomando como referencia el primer año de la serie (1990 para los primeros y 2000 para PM_{2,5}).

7.- REFERENCIAS.

1.- RESUMEN EJECUTIVO.

El objeto de este Informe es presentar los resultados de la evaluación de la calidad del aire de La Rioja en 2023, así como describir la metodología seguida para su vigilancia y control por parte de la Dirección General de Calidad Ambiental, Cambio Climático y Agua del Gobierno de La Rioja. Este Informe se realiza con anticipación a la obtención de los resultados que serán notificados a la Comisión Europea en septiembre de 2024 a través del informe de evaluación nacional elaborado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (en adelante, MITERD).

Entre las competencias atribuidas a la Dirección General de Calidad Ambiental Cambio Climático y Agua figura la vigilancia, evaluación e información de la calidad del aire de La Rioja, así como la planificación de actuaciones para la reducción de la contaminación, velando en todo caso por el cumplimiento de la normativa.

El seguimiento de la calidad del aire se realiza mediante la medición en continuo de los principales contaminantes atmosféricos desde cinco estaciones de vigilancia (Logroño, Arrúbal, Pradejón, Alfaro y Galilea) que conforman la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja (en adelante, Red de Vigilancia). Los datos de concentración de contaminantes son validados manualmente por los técnicos en el centro de gestión de información de calidad del aire ubicado en la Dirección General de Calidad Ambiental, Cambio Climático y Agua, desde donde se transmiten al MITERD prácticamente en tiempo real. A su vez, el MITERD los remite a la Comisión Europea para su puesta a disposición de los ciudadanos y a otros organismos como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) o el Barcelona Supercomputing Center (BSC). Igualmente, los datos temporales sobre los niveles de concentración de los contaminantes son puestos a disposición pública a través de la página web del Gobierno de La Rioja¹.

En cuanto a la gestión de la Red de Vigilancia, cabe resaltar que en la estación de La Cigüeña (Logroño) se lleva a cabo mediante un Sistema de Garantía de Calidad basado en la UNE-EN ISO 17025: 2017, con el fin de demostrar la competencia y capacidad para generar datos válidos. Este Sistema fue auditado satisfactoriamente durante el año 2023 por parte del Instituto de Salud Carlos III (en adelante, ISCIII) como Laboratorio Nacional de Referencia de calidad del aire, en función del Protocolo General de Actuación firmado entre la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del MITERD y el ISCIII para la mejora de la calidad de los datos de las Redes Españolas de Calidad del Aire.

¹ <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico/calidad-aire/estaciones-medicion>

En lo que respecta a la evaluación de la calidad del aire, esta valora el cumplimiento de los objetivos establecidos en la normativa nacional y europea vigente en esta materia. De este modo, durante el primer trimestre de cada año se realiza un informe preliminar de evaluación del año precedente (Informe de avance), el cual es completado en mayo una vez conocida la información del MITERD sobre los episodios de intrusiones saharianas de partículas PM10, así como los resultados de las modelizaciones de metales pesados e hidrocarburos.

Según el Informe de Evaluación de la Calidad del Aire de La Rioja del año 2023, en las estaciones integrantes de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja no se produjeron superaciones de ningún valor límite ni de ningún valor objetivo establecido para la protección de la salud o la vegetación, de modo que, en conjunto, hubo un cumplimiento de los objetivos de la calidad del aire. No obstante, se percibió un ligero incremento de los niveles medios anuales de NOx en la aglomeración urbana de Logroño y una disminución de los días con superaciones de ozono troposférico así como de partículas, con algunas superaciones de los objetivos a largo plazo de O₃ para la protección de la salud y la vegetación.

En cuanto al año 2023, se confirman las tendencias observadas durante la evaluación de la calidad del aire realizada en el año 2022, con ligeras mejoras en líneas generales. A la vista de los resultados obtenidos, se considera que hubo un cumplimiento general de los objetivos de la calidad del aire, ya que no se produjeron superaciones de ningún valor límite ni de ningún valor objetivo establecido para la protección de la salud o la vegetación para ninguno de los siete contaminantes atmosféricos analizados, con la excepción de algunas superaciones puntuales de los objetivos a largo plazo de O₃ para la protección de la salud.

Como resumen, y en lo que respecta a los valores límite de protección de la salud, se realizan las siguientes valoraciones generales en comparación con los resultados obtenidos en la evaluación del año 2023 y el Índice Nacional de Calidad del Aire (en adelante, ICA):

- SO₂: En la aglomeración urbana se han mantenido los niveles de concentración de este contaminante calculados respecto al valor límite horario (VLH) y el valor límite diario (VLD), igualmente en la zona rural apenas hay variación también se mantienen unos niveles por debajo del umbral de evaluación inferior y sin apenas variaciones sustanciales con respecto al año anterior. La situación respecto al Índice de calidad del aire ha sido buena todo el tiempo del año en lo que respecta a este contaminante.
- NOx: Las concentraciones relativas a los óxidos de nitrógeno siguen estando por debajo del valor umbral de evaluación inferior y claramente en una situación de cumplimiento con el 94% del tiempo en buen estado y un 5,99% en un estado razonablemente bueno. No obstante, mientras que en la zona rural las concentraciones han mejorado en la aglomeración urbana los niveles medios se han incrementado ligeramente (+6%) continuando con las tendencias de los últimos años.

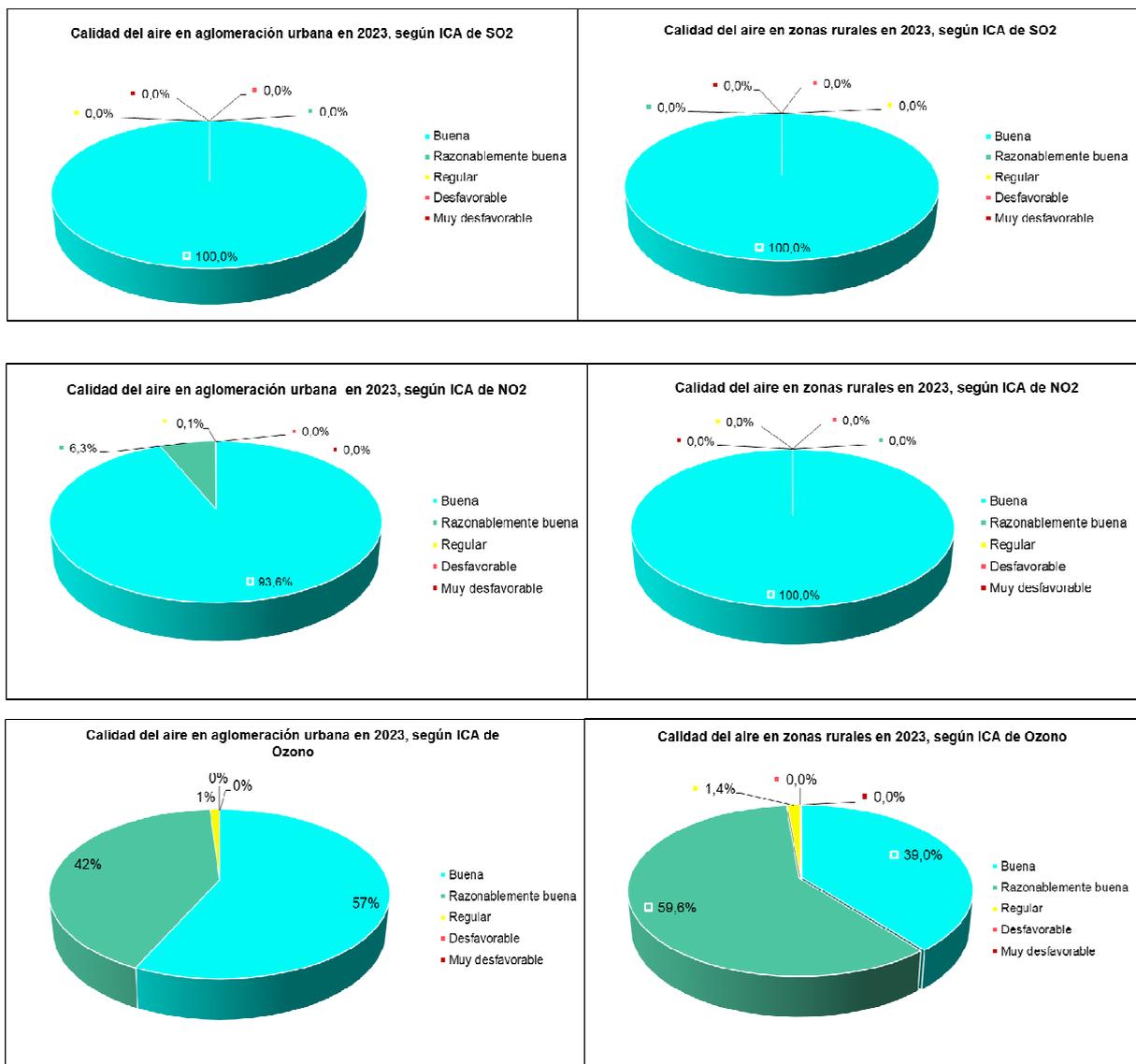
- **PM10:** Un año más la calidad del aire ha estado influenciada por los episodios de intrusiones saharianas. Dos de cada tres veces que la calidad del aire de La Rioja ha sido regular o mala se han debido a polvo procedente del Sáhara. A pesar de ello el 92% del tiempo la calidad del aire en La Rioja ha sido buena o razonablemente buena. En lo que estrictamente se refiere a causas de contaminación antropogénica, La Rioja estaría en una situación de cumplimiento de los valores límites marcados por la normativa, tanto por no superar los límites de superaciones diarias como de medias anuales. En cuanto a las superaciones diarias del valor de 50 microgramos/metro cúbico, tan solo se han observado dos ocasiones en la zona por razones antropogénicas, muy lejos del límite de 35 ocasiones anuales. Los relativos a las medias anuales ($16,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en urbano y $17,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en zona rural) se han mantenido estables en ambas zonas, con una ligera disminución.
- **PM2,5:** Tanto en la aglomeración urbana ($<6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como en la zona rural ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) los valores obtenidos para las partículas más finas y también más perjudiciales se han mantenido muy lejos de superar los valores límite anuales actuales ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La situación respecto al ICA ha sido buena o razonablemente buena en el 98,9% del tiempo tan solo 1,1% en una situación regular.
- **O₃:** Al igual que en 2022, en la aglomeración urbana no hubo superación del valor octohorario de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en la zona rural tan solo se produjeron dos superaciones de este umbral frente a las 25 establecidas como techo del objetivo. La situación respecto al ICA ha sido buena o razonablemente buena casi todo el tiempo 98,6%.
- **CO:** Tanto en la aglomeración urbana ($1,3 \text{mg}/\text{m}^3$) como en la zona rural ($0,7 \text{mg}/\text{m}^3$) los valores obtenidos se encuentran muy lejos del valor límite ($10 \text{mg}/\text{m}^3$) manteniéndose en unos umbrales estables con respecto a años anteriores o en ligero descenso en la zona urbana.
- **Benceno:** En la aglomeración urbana, única estación donde se mide este contaminante, los valores referentes al VLA han experimentado un descenso. Tanto en 2022 como en 2023 la situación ha sido muy buena, ya que los niveles se encuentran por debajo incluso de los umbrales de evaluación inferior.

En lo relativo a los valores límite de protección de la vegetación y tomando como referencia los datos obtenidos en la estación de Galilea, en comparación con los resultados obtenidos en la evaluación del año 2022 se aprecia lo siguiente:

- **SO₂:** Los valores de concentración medidos para este contaminante se han mantenido estables. La situación es muy buena en este sentido, con unos valores muy por debajo del valor límite y de los umbrales tanto superior como inferior.

- NOx: Los valores han experimentado un ligero descenso respecto al año anterior. La situación es buena, por debajo del valor límite y de los umbrales tanto superior como inferior.
- O₃: La situación respecto a este contaminante ha mejorado en 2023, de forma que no se produjeron superaciones de este umbral frente a las dos del año anterior.

Figura 1.- Calidad del aire en La Rioja 2023. Fuente: Índice Nacional de Calidad del Aire.



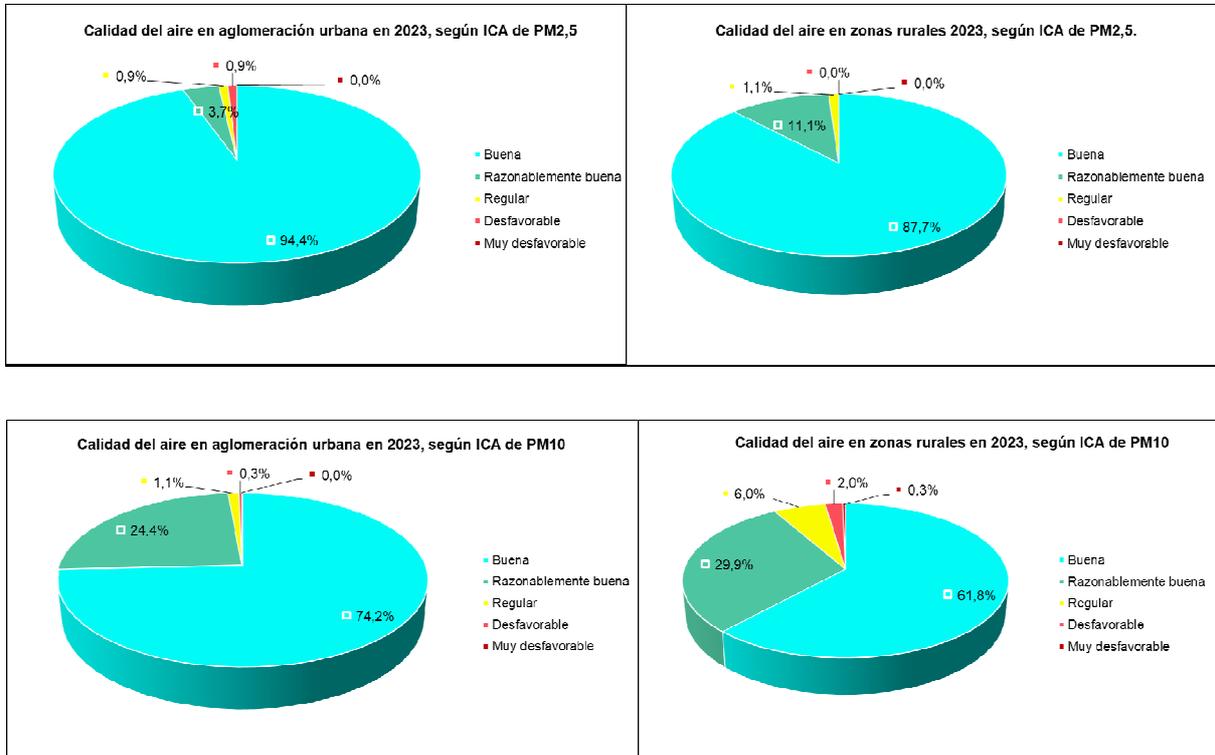


Tabla 1. Rango de concentraciones de contaminantes $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y categorías de calidad del aire. Fuente: Índice Nacional de Calidad del Aire.

SO ₂		PM _{2,5}		PM ₁₀		O ₃		NO ₂		CATEGORÍA DEL ÍNDICE
0	100	0	10	0	20	0	50	0	40	BUENA
101	200	11	20	21	40	51	100	41	90	RAZONABLEMENTE BUENA
201	350	21	25	41	50	101	130	91	120	REGULAR
351	500	26	50	51	100	131	240	121	230	DEFAVORABLE
501	750	51	75	101	150	241	380	231	340	MUY DEFAVORABLE
751-1250	76-800	151-1200	381-800	341-1000						EXTREMADAMENTE DEFAVORABLE

Sin menoscabo del empeoramiento que suponen de la calidad del aire, cabe señalar que la fracción de intrusiones de partículas saharianas, por su carácter natural e inerte y de acuerdo con la normativa vigente, no son tenidas en cuenta a efectos de comprobar los días de superación de valores límite de partículas diarios ni en la determinación de la media anual de partículas PM10. En este sentido, seis de las ocho superaciones del valor límite diario de estas partículas ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) registradas se debieron a intrusiones saharianas.

Como se puede observar en las gráficas anteriores, en lo que concierne a las PM10 más del 98,6% del tiempo la calidad del aire estuvo en una situación buena o razonablemente buena en la aglomeración urbana de Logroño, mientras que las situaciones regulares fueron un 1,1% y desfavorables un 0,3%.

En el entorno rural el porcentaje de situaciones desfavorables y malas por PM10 fue del 3% principalmente por episodios de intrusiones saharianas que también influyeron en el 6% de situaciones en los que la calidad del aire fue regular además de otras partículas inertes procedentes de la actividad agraria, caminos o actividades extractivas. Por otra parte, el tiempo en una situación de buena calidad del aire o razonablemente buena superó el 91,7 %.

En cuanto a la gestión de la Red de Vigilancia, todos los objetivos de calidad de datos se cumplieron al superar un 90% de datos válidos. Concretamente, los parámetros más desfavorables alcanzaron el 94,47 % de datos válidos en las mediciones en continuo.

2.- INTRODUCCIÓN.

2.1.- Contexto global.

Junto con el cambio climático, la contaminación del aire constituye una de las mayores amenazas ambientales para la salud humana. En concreto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó en 2022 que 7 millones de fallecimientos anuales en el mundo pueden ser atribuibles a la contaminación atmosférica, además de provocar la pérdida de otros tantos millones de años de vida saludable.

En el caso de España, según la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) en 2020 se produjeron 17.000 muertes prematuras debidas a la exposición a PM, 4.800 a causa del NO_2 y 2.400 a consecuencia del O_3 . Respecto a los años de vida potencialmente perdidos (AVPP), la AEMA estima que en España fue de 164.700 a causa de las PM, 46.600 se debieron al NO_2 y 24.100 al O_3 durante ese mismo año.

Tabla 2.- Principales efectos sobre la salud humana de los contaminantes atmosféricos. Fuente: Ministerio de Sanidad, basado en el informe Review of evidence on health aspects of air pollution REVIHAAP (2013).

SUSTANCIA CONTAMINANTE		EXPOSICIÓN	
		CORTO PLAZO	LARGO PLAZO
Dióxido de nitrógeno		Mortalidad; morbilidad; inflamación e hiperreactividad de las vías respiratorias, cambios estructurales en células pulmonares	Mortalidad; morbilidad; mortalidad y morbilidad respiratoria y cardiovascular; trastornos respiratorios y de la función pulmonar en niños; ingresos hospitalarios; síntomas respiratorios; susceptibilidad a infección respiratoria
Ozono		Mortalidad; morbilidad; mortalidad y morbilidad respiratoria y cardiovascular; trastornos pulmonares y vasculares; mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares; ingresos hospitalarios por causas respiratorias y cardiorespiratorias	Mortalidad; mortalidad respiratoria y cardiorespiratoria, mortalidad en personas sensibles (enfermedad obstructiva pulmonar crónica, diabetes, insuficiencia cardíaca congestiva, infarto de miocardio); asma, lesiones crónicas y cambios estructurales en las vías respiratorias, trastornos en el desarrollo cognitivo, trastornos en la salud reproductiva, partos prematuros; mortalidad diaria; mortalidad por cardiopatías; agravamiento del asma, atención hospitalaria para el asma; desarrollo de la función pulmonar
Partículas	PM10	Mortalidad; morbilidad; efectos adversos respiratorios y cardiovasculares; mortalidad prematura; incremento de ingresos hospitalarios; EPOC; asma; enfermedades respiratorias y cardiorespiratorias	Mortalidad; morbilidad; enfermedades respiratorias
	PM2,5	Mortalidad y morbilidad	Mortalidad; morbilidad; mortalidad y morbilidad cardiovascular; efectos psicológicos y mecanismos biológicos plausibles con mortalidad y morbilidad; aterosclerosis; resultados adversos en el nacimiento, enfermedades respiratorias en la infancia, neurodesarrollo y funciones cognitivas; diabetes; bronquitis; cáncer de pulmón

	Partículas ultrafinas	Enfermedades cardiorespiratorias y del sistema nervioso central	-----
	Carbón negro	Efectos sobre la salud a nivel cardiovascular, mortalidad prematura	Efectos sobre la salud a nivel cardiovascular, mortalidad prematura
	Otras partículas como arsénico, cadmio, mercurio, plomo y níquel	Efectos sobre el sistema nervioso central en niños y sobre el sistema cardiovascular en adultos	Efectos sobre el sistema nervioso central en niños y sobre el sistema cardiovascular en adultos

Según una encuesta especial del Eurobarómetro publicada en 2022, los europeos están preocupados por los efectos de la contaminación atmosférica en la salud y el medio ambiente. La mayoría de los europeos encuestados cree que tanto las autoridades públicas como las empresas deben hacer más para mejorar la calidad del aire. Además, se muestran a favor de un planteamiento internacional o europeo para mejorar la calidad del aire y de un refuerzo de las normas de calidad del aire europeas.

El último Informe de Evaluación de la Calidad del Aire en España, publicado por el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico para el año 2022, muestra el resultado de la última evaluación de calidad del aire llevada a cabo en toda España respecto al marco normativo vigente. Este Informe incluye un resumen del estado de la calidad del aire para las diferentes redes oficiales de calidad del aire e información de los planes de calidad del aire puestos en marcha para reducir o mantener los niveles de calidad del aire medidos en su territorio, con las siguientes conclusiones:

- No se ha producido ninguna superación de los valores legislados para el SO₂, manteniendo los buenos resultados experimentados en los años precedentes.
- En lo que se refiere al NO₂, se mantiene la mejora experimentada en relación con el valor límite horario, que dejó de superarse en la zona de Madrid, única zona donde se venía superando. En cuanto al valor límite anual, se sigue registrando una única superación en la zona de Barcelona.
- En relación con la concentración de PM₁₀, la situación final tras el descuento de las aportaciones de origen no antropogénico es similar a la de 2021, ya que se mantiene la superación del valor límite diario de la zona de Avilés.
- Para las PM_{2,5} sigue sin registrarse superación del valor límite.

- El O₃ sigue mostrando en 2022 niveles elevados debido en gran medida a la alta insolación y a los niveles de emisión de sus precursores, pero se mantiene la disminución del número de zonas que superan tanto el valor objetivo para la protección de la salud como el valor objetivo para la protección de la vegetación, siguiendo la tendencia descendente.
- Para el plomo, benceno y CO se mantiene la situación por debajo de los valores límite.
- También se mantiene la mejora experimentada en lo que se refiere al arsénico, cadmio y níquel, ya que siguen sin repetirse las superaciones.
- En el caso del benzo(a)pireno (B(a)P), se mantiene la mejoría experimentada, sin repetirse superaciones.

Tras una revisión sistémica de la evidencia acumulada acerca de los graves efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana, en 2021 la OMS publicó unas nuevas directrices mundiales conteniendo nuevos valores guía de calidad del aire para la protección de la salud humana (AQG level) respecto a seis contaminantes (PM_{2,5}, PM₁₀, O₃, NO₂, SO₂ y CO), considerando que al actuar sobre ellos directamente también se incidirá sobre otros contaminantes perjudiciales. Estos valores guía suponen una reducción sustancial respecto a los que estaban establecidos en la guía publicada por esta misma organización en 2005, con la excepción del SO₂. Además, establece una serie de valores intermedios (Interim target, IT) como objetivos intermedios de ayuda en la consecución de los valores guía.

Tal y como se anunció en el Pacto Verde Europeo como parte del objetivo de contaminación cero para un medio ambiente libre de tóxicos, la Comisión Europea revisará en 2024 los estándares actuales de calidad del aire vigentes, alineándolos con las recomendaciones más recientes de la OMS y fortaleciendo las disposiciones para ayudar a las autoridades regionales y locales a lograr un aire más limpio.

Dada la estrecha relación entre la contaminación atmosférica y el cambio climático, una mejora de la calidad del aire contribuiría a potenciar los esfuerzos de mitigación del cambio climático, mientras que la reducción de las emisiones mejorará a su vez la calidad del aire. Al esforzarse por alcanzar estos niveles de referencia, los países estarán protegiendo la salud y mitigando el cambio climático mundial.

Aplicando los valores de la OMS a los resultados obtenidos en el Informe de Evaluación de la Calidad del Aire en España correspondiente a 2022, se concluye lo siguiente:

- En el caso del valor medio diario de SO₂, no se superó el valor IT1, pero sí el IT2 en 2 zonas, al igual que el AQG level.

- Respecto al valor medio anual de NO₂, en una zona se superó el IT1, en 7 zonas el IT2, en 30 zonas el IT3 y en 84 zonas el AQG level. En cuanto al valor medio diario, el IT1 no se superó, el IT2 se superó en 33 zonas y el AQG level se superó en 95 zonas.
- En cuanto al valor medio anual de PM10, el AQG level se superó en 118 zonas, el IT3 en 30 zonas y el IT4 en 81 zonas. Respecto al valor medio diario, el IT4 se superó en 107 zonas y el AQG level en 116 zonas.
- En relación con el valor medio anual de PM2,5, el AQG level se superó en 121 zonas, el IT2 no se superó, el IT3 se superó en 13 zonas y el IT4 en 68 zonas. Respecto al valor medio diario, el IT1 se superó en 7 zonas, el IT2 en 13 zonas, el IT3 en 40 zonas, el IT4 en 82 zonas y el AQG level en 118 zonas.
- En el caso del valor estacional del O₃, el IT1 se superó en 39 zonas, el IT2 en 125 zonas y el AQG en 127 zonas. Respecto al valor octohorario, el IT1 no se superó en ninguna zona, el IT2 en 105 zonas y el AQG level en 125.
- Respecto al valor medio diario de CO, ni el IT ni el AQG level se superaron en ninguna zona.

En lo que respecta a La Rioja, y a la vista de las conclusiones obtenidas en los Informes de Evaluación de la Calidad del Aire de La Rioja de los últimos años, una revisión de la Directiva alineada con las recomendaciones de la OMS produciría previsiblemente una situación de incumplimiento en cuanto a PM10 y O₃ en zonas rurales.

2.2.- Marco normativo.

2.2.1.- Normativa europea.

El presente Informe de Evaluación de la Calidad del Aire de La Rioja en 2023 se ha realizado con base en la siguiente normativa de ámbito europeo en materia de calidad del aire:

- Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.
Sustituye a la antigua Directiva Marco sobre calidad del aire, así como a las conocidas como tres primeras Directivas Hijas:
 - Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre de 1996, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (antigua Directiva Marco).
 - Directiva 1999/30/CE del Consejo de 22 de abril de 1999 relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente (1ª Directiva Hija).

- Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de noviembre de 2000, sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente (2ª Directiva Hija).
- Directiva 2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2002, relativa al ozono en el aire ambiente (3ª Directiva Hija).

La Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008, introdujo regulaciones para nuevos contaminantes, como las PM2,5, así como nuevos requisitos en cuanto a la evaluación y los objetivos de calidad del aire, teniendo en cuenta las normas, directrices y los programas correspondientes a la OMS.

- Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.

También conocida como 4ª Directiva Hija, es la única norma derivada de la Directiva Marco original que sigue en vigor. Establece valores objetivo para el arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno, en representación de los hidrocarburos aromáticos policíclicos, entendidos como la concentración en el aire ambiente fijada para evitar, prevenir o reducir los efectos perjudiciales de dichos contaminantes en la salud humana y el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en lo posible durante un determinado período de tiempo.

- Directiva 2015/1480/UE, de la Comisión, de 28 de agosto de 2015, por la que se modifican varios anexos de las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en los que se establecen las normas relativas a los métodos de referencia, la validación de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

Esta Directiva establece normas relativas a los métodos de referencia, validación de datos y ubicación de los puntos de medición para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

- Decisión de ejecución de la Comisión 2011/850/UE, de 12 de diciembre de 2011, por la que se establecen disposiciones para las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en relación con el intercambio recíproco de información y la notificación sobre la calidad del aire ambiente.

Establece que los Estados miembros facilitarán a la Comisión Europea la información sobre el sistema de evaluación que debe aplicarse en el año civil siguiente respecto a cada contaminante en zonas y aglomeraciones.

Las Directivas de calidad del aire anteriormente citadas se encuentran actualmente en proceso de revisión.

2.2.2.- Normativa nacional.

En relación con la normativa de ámbito nacional en materia de calidad del aire, el presente Informe de Evaluación de la Calidad del Aire de La Rioja en 2023 se ha realizado con base en la siguiente:

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
Esta Ley actualiza la base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad del aire en España y tiene como fin último alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Mediante la misma se establecen las competencias para definir los objetivos de calidad del aire y los requisitos mínimos de los sistemas de evaluación de la calidad del aire y sirve de marco regulador para la elaboración de los planes nacionales, autonómicos y locales para la mejora de la calidad del aire.

- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
Esta norma transpone al ordenamiento jurídico español el contenido de la Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008, y la Directiva 2004/107/CE, de 15 de diciembre de 2004. Tiene como finalidad evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de las sustancias contaminantes sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.
Este Real Decreto fue modificado posteriormente por las siguientes normas:
 - Real Decreto 678/2014, de 1 de agosto, con el fin de modificar los objetivos de calidad del sulfuro de carbono.
 - Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, para trasponer al ordenamiento jurídico español la Directiva 2015/1480/UE, de 28 de agosto de 2015, que establece normas relativas a los métodos de referencia, validación de datos y ubicación de los puntos de medición para la evaluación de la calidad del aire ambiente e incorpora los nuevos requisitos de intercambio de información establecidos en la Decisión 2011/850/UE.
 - Real Decreto 34/2023, de 24 de enero, con objeto de incorporar lo dispuesto en el Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de contaminación del aire ambiente por PM10, PM 2,5, NO₂, O₃ y SO₂. El objetivo de este Plan Marco es evitar, en la medida de lo posible, que se alcance el umbral de alerta establecido en la legislación y reducir el número de ocasiones en que se superan los valores límite u objetivo a corto plazo para proteger la salud de la población, incluyendo como novedad una componente predictiva.

- Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo, por la que se aprueba el Índice Nacional de Calidad del Aire.
La Orden configura el Índice Nacional de Calidad del Aire (ICA) siguiendo las directrices del índice europeo («Air Quality Index»), que fue puesto en marcha en noviembre de 2017 por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) y la Comisión Europea.

El ICA ayuda a representar la calidad del aire a nivel nacional de una manera fácilmente entendible por los ciudadanos e introduce recomendaciones sanitarias para la población, contribuyendo al acceso del público a dicha información de una manera clara. Asimismo, permite la comparación de la calidad del aire entre diferentes regiones y facilitar el intercambio de información con la Unión Europea.

Los valores del ICA están referido a cinco contaminantes (PM10, PM2,5, O₃, NO₂ y SO₂). En función de los valores registrados para cada uno de ellos, se establecen cinco niveles de calidad del aire (bueno, razonablemente bueno, regular, desfavorable, muy desfavorable o extremadamente desfavorable).

La metodología de cálculo del ICA ha sido modificada mediante la Resolución de 2 de septiembre de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

2.2.3.- Objetivos de calidad del aire.

Los objetivos de calidad para la protección de la salud de obligado cumplimiento, así como los objetivos para la protección de la vegetación y los ecosistemas, están establecidos para cada contaminante en el anexo I del Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Tabla 3.- Objetivos de calidad del aire para la protección de la salud. Fuente: Real Decreto 102/2011, de 28 de enero.

CONTAMINANTE	VALOR LÍMITE (VL)/ VALOR OBJETIVO (VO)/ UMBRAL DE ALERTA	VALORES	PERIODO PROMEDIO	COMENTARIOS	FECHA DE CUMPLIMIENTO
SO ₂	Valor límite horario (VLH)	350 g/m ³	1 hora	No podrá superarse en más de 24 ocasiones/año	2005
	Valor límite diario (VLD)	125 g/m ³	24 horas	No podrá superarse en más de 3 ocasiones/año	
	Umbral de activación	200 g/m ³	1 hora	(1)	2023
	Umbral de información	350 g/m ³	1 hora	(2)	
	Umbral de alerta	500 g/m ³	1 hora	(3)	
NO ₂	Valor límite horario (VLH)	200 g/m ³	1 hora	No podrá superarse en más de 18 ocasiones/año	2010
	Valor límite anual (VLA)	40 g/m ³	1 año	--	
	Umbral de activación	180 g/m ³	1 hora	(1)	2023
	Umbral de información	200 g/m ³	1 hora	(2)	
	Umbral de alerta	400 g/m ³	1 hora	(3)	

PM10	Valor límite diario (VLD)	50 g/m ³	24 horas	No podrá superarse en más de 35 ocasiones/año	2005
	Valor límite anual (VLA)	40 g/m ³	1 año	--	
	Umbral de activación	40 g/m ³	24 horas o promedio móvil 24 h	(4)	2023
	Umbral de información	50 g/m ³	24 horas o promedio móvil 24 h	(5)	
	Umbral de alerta	80 g/m ³	24 horas o promedio móvil 24 h	(5)	
PM2,5	Valor límite anual (VLA) (fase I)	25 g/m ³	1 año	--	2015
	Valor límite anual (VLA) (fase II) (6)	20 g/m ³	1 año	--'	2020 (6)
	Umbral de activación	25 g/m ³	24 horas o promedio móvil 24 h	(4)	2023
	Umbral de información	35 g/m ³	24 horas o promedio móvil 24 h	(5)	
	Umbral de alerta	50 g/m ³	24 horas o promedio móvil 24 h	(5)	
Pb	Valor límite anual (VLA)	0,5 g/m ³	1 año	--	2005
C ₆ H ₆	Valor límite anual (VLA)	5 g/m ³	1 año	--	2010
CO	Valor límite (VL)	10 mg/m ³	Máximo en 24h de las medias móviles octohorarias	--	2005

O ₃	Valor objetivo (VO)	120 g/m ³	Máximo en 24h de las medias móviles octohorarias (7)	25 días/año (en un promedio de 3 años) (8)	2010 (9)
	Objetivo a largo plazo (OLP)	120 g/m ³	Máximo en 24h de las medias móviles octohorarias en un año	--	No definida
	Umbral de activación	120 g/m ³	Promedio de 8h	(10)	2023
	Umbral de información	180 g/m ³	1 hora	--	2010
	Umbral de alerta	240 g/m ³	1 hora	(11)	2010
As	Valor objetivo (VO)	6 ng/m ³	1 año	(12)	2013
Cd	Valor objetivo (VO)	5 ng/m ³	1 año	(12)	2013
Ni	Valor objetivo (VO)	20 ng/m ³	1 año	(12)	2013
B(a)P	Valor objetivo (VO)	1 ng/m ³	1 año	(12)	2013

(1) El valor promedio horario habrá de medirse o determinarse predictivamente para la activación del plan, durante un número determinado de horas a definir justificadamente por la administración competente, garantizando la protección de la salud de la población y que los medios necesarios estarán disponibles para la adopción de medidas en caso de superación de los umbrales de información o alerta.

(2) Durante un número determinado de horas a definir por la administración competente siempre y cuando permita garantizar la protección de la salud de la población

(3) Se considerará superado cuando durante tres horas consecutivas se exceda dicho valor cada hora, en lugares representativos de la calidad del aire en un área de, como mínimo, 100 km² o en una zona o aglomeración entera, tomando la superficie que sea menor.

(4) El valor promedio diario o móvil de 24 h habrá de medirse o determinarse predictivamente para la activación del plan, durante un número determinado de horas o días a definir justificadamente por la administración competente, garantizando la protección de la salud de la población y que los medios necesarios estarán disponibles para la adopción de medidas en caso de superación de los umbrales de información o alerta.

(5): Durante un número determinado de horas para el promedio móvil 24 h o días para el promedio diario a definir por la administración competente siempre y cuando permita garantizar la protección de la salud de la población.

(6): Valor límite indicativo que debería haber sido ratificado como valor límite en 2013 a la luz de una mayor información acerca de los efectos sobre la salud y el medio ambiente, la viabilidad técnica y la experiencia obtenida con el valor objetivo en los Estados Miembros de la Unión Europea, pero que en 2023 aún no lo ha sido hecho.

(7): El máximo de las medias móviles octohorarias del día deberá seleccionarse examinando promedios móviles de ocho horas, calculados a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada promedio octohorario así calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 17:00 h del día anterior hasta la 1:00 h de dicho día; el último período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 16:00 h hasta las 24:00 h de dicho día.

(8): Si las medias de tres o cinco años no pueden determinarse a partir de una serie completa y consecutiva de datos anuales, los datos anuales mínimos necesarios para verificar el cumplimiento de los valores objetivo serán los siguientes: Para el valor objetivo relativo a la protección de la salud humana: datos válidos correspondientes a un año.

(9): El cumplimiento de los valores objetivo se verificará a partir de esta fecha. Es decir, los datos correspondientes al año 2010 serán los primeros que se utilizarán para verificar el cumplimiento en los tres años siguientes.

(10): El valor promedio de 8 horas habrá de medirse o determinarse predictivamente para la activación del plan, durante un número determinado de horas o días a definir justificadamente por la administración competente, garantizando la protección de la salud de la población y que los medios necesarios estarán disponibles para la adopción de medidas en caso de superación de los umbrales de información o alerta.

(11): A efectos de la aplicación del artículo 25 (Planes de acción a corto plazo), la superación del umbral se debe medir o prever durante tres horas consecutivas.

(12): Niveles en aire ambiente en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.

Tabla 4.- Objetivos de calidad del aire para la protección de la vegetación y los ecosistemas. Fuente: Real Decreto 102/2011, de 28 de enero.

CONTAMINANTE	VALOR OBJETIVO (VO) / VALOR OBJETIVO A LARGO PLAZO (OLP) / NIVEL CRÍTICO (NC)	CONCENTRACIÓN	PERIODO PROMEDIO	FECHA DE CUMPLIMIENTO
SO ₂	Nivel crítico (anual)	20 g/m ³	1 año	2008
	Nivel crítico (media invernal)	20 g/m ₃	1 de octubre año X-1 a al 31 de marzo del año X	2008
NO _x	Nivel crítico (anual)	30 µg/m ³ de NO _x (expresado como NO ₂)	1 año	2008
O ₃	Valor objetivo (VO)	18.000 µg/m ³ h de promedio en un periodo de 5 años	AOT407 media de 5 años, a partir de valores horarios, de mayo a julio (1)	2010 (2)

	Objetivo a largo plazo (OLP)	6.000 µg/m ³ h	AOT407 a partir de valores horarios, de mayo a julio	No definida
--	------------------------------	---------------------------	--	-------------

(1) Si las medias de tres o cinco años no pueden determinarse a partir de una serie completa y consecutiva de datos anuales, los datos anuales mínimos necesarios para verificar el cumplimiento de los valores objetivo serán los siguientes: Para el valor objetivo relativo a la protección de la vegetación: datos válidos correspondientes a tres años.

(2) El cumplimiento de los valores objetivo se verificará a partir de esta fecha. Es decir, los datos correspondientes al año 2010 serán los primeros que se utilizarán para verificar el cumplimiento en los cinco años siguientes.

2.3.- Marco competencial y organizativo.

Según el Decreto 56/2023, de 14 de julio, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Mundo Rural y Medio Ambiente y sus funciones en desarrollo de la Ley 3/2003, de 3 de marzo, de organización del Sector Público de la Comunidad Autónoma de La Rioja, la autoridad competente para evaluar la calidad del aire en La Rioja es la Dirección General de Calidad Ambiental, Cambio Climático y Agua. En concreto, en materia de calidad del aire esta Dirección General tiene atribuidas las siguientes funciones:

- Designar los órganos competentes, laboratorios, institutos u organismos técnico-científicos encargados de la aplicación de las normas sobre calidad del aire ambiente y, en particular, de la garantía de la exactitud de las mediciones y de los análisis de los métodos de evaluación.
- Realizar en su ámbito territorial la delimitación y clasificación de las zonas y aglomeraciones en relación con la evaluación y la gestión de la calidad del aire ambiente, así como la toma de datos y evaluación de las concentraciones de los contaminantes regulados y el suministro de información al público.
- Adoptar las medidas necesarias para garantizar que las concentraciones de los contaminantes regulados no superen los objetivos de calidad del aire y para la reducción de dichas concentraciones, así como las medidas de urgencia para que las concentraciones de los contaminantes regulados vuelvan a situarse por debajo de los umbrales de alerta y comunicar la información correspondiente al público en caso de superación de éstos (planes de mejora de calidad del aire y planes de acción a corto plazo).
- Determinar los sistemas de medición y evaluación a partir de modelización, mediciones indicativas o sistemáticas y puntos de muestro.
- Proponer, en su caso, objetivos de calidad del aire más estrictos que los fijados en la normativa nacional.

- Colaborar con otras Administraciones y organismos para la reducción de la contaminación en el supuesto de que se sobrepasen los objetivos de calidad del aire fijados en un ámbito territorial superior al de una Comunidad Autónoma.

Desde 2023 La Rioja dispone de una unidad administrativa específica para la protección de la atmósfera, de forma que la coordinación y organización de los aspectos relacionados con esta materia se llevan a cabo bajo a través del Servicio de Cambio Climático, con la siguiente estructura:

Servicio de Cambio Climático.

Área de Prevención Ambiental.

Sección de protección de la atmósfera.

Sección de mitigación y adaptación.

En la actualidad, esta unidad está integrada por dos técnicos superiores de calidad ambiental y una ayudante administrativa, así como una jefa de área, y desarrolla las competencias que esta Dirección General tiene atribuidas en materia de calidad del aire, contaminación atmosférica y cambio climático.

3.- SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA RIOJA.

3.1.- La Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de la Rioja.

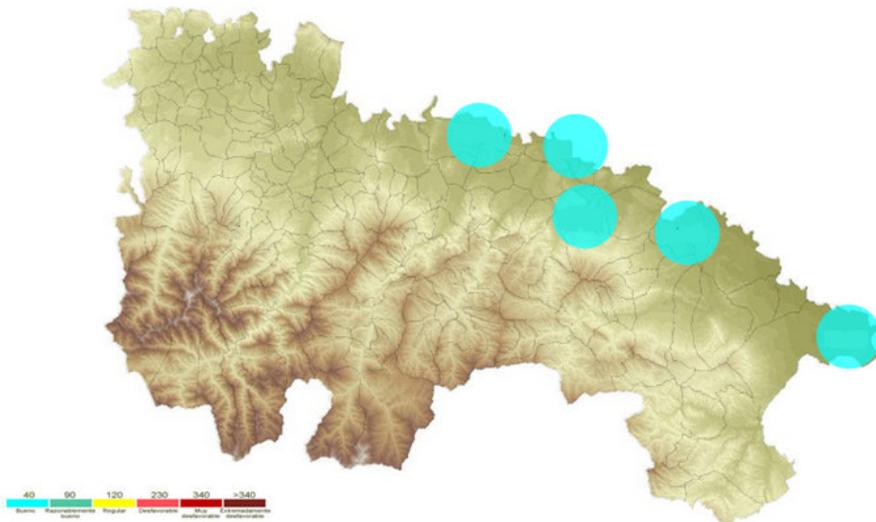
La Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja está constituida por cinco estaciones automáticas que proporcionan medidas en continuo de la evolución de la calidad del aire.

Tabla 5.- Estaciones de medición de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja. Fuente: Elaboración propia.

DENOMINACIÓN	MUNICIPIO	AÑO	TITULARIDAD	OBJETO	CLASIFICACIÓN	CONTAMINANTES
La Cigüeña	Logroño	2001	Gobierno de La Rioja	Aglomeración urbana de Logroño y Lardero	Estación urbana de fondo	SO ₂ , NO ₂ -NO-NO _x , O ₃ , CO, PM ₁₀ , PM _{2,5} , BTX
Alfaro	Alfaro	2003	Privada	Central de Ciclo Combinado de Castejón	Estación rural industrial	SO ₂ , NO ₂ -NO-NO _x , O ₃ , CO, PM ₁₀ , PM _{2,5}
Arrúbal	Arrúbal	2005	Privada	Central de Ciclo Combinado de Arrúbal	Estación rural industrial	SO ₂ , NO ₂ -NO-NO _x , O ₃ , CO, PM ₁₀ , PM _{2,5}
Galilea	Galilea	2005	Privada	Central de Ciclo Combinado de	Estación rural de fondo	SO ₂ , NO ₂ -NO-NO _x , O ₃ , CO,

				Arrúbal		PM10, PM2,5
Pradejón	Pradejón	2005	Privada	Central de Ciclo Combinado de Arrúbal	Estación rural industrial	SO ₂ , NO ₂ -NO-NO _x , O ₃ , CO, PM10, PM2,5

Figura 2.- Localización de las estaciones de medición de calidad del aire de La Rioja. Fuente: Elaboración propia.



Para la evaluación de la calidad del aire, el órgano autonómico competente divide el territorio en áreas de calidad de aire semejante a partir de diversos criterios de homogeneidad (meteorológicos, demográficos, socioeconómicos, orográficos o topográficos, paisajísticos, datos de inmisión disponibles, etc.):

- Zonas: Porciones de territorio delimitadas utilizadas para la evaluación y gestión de la calidad del aire.
- Aglomeraciones: Conurbaciones de población superiores a 250.000 habitantes o, cuando la población sea igual o inferior a 250.000 habitantes, con una densidad de población por km² que justifique que se evalúe y controle la calidad del aire ambiente.

De este modo, el Gobierno de La Rioja ha determinado las siguientes áreas de calidad de aire:

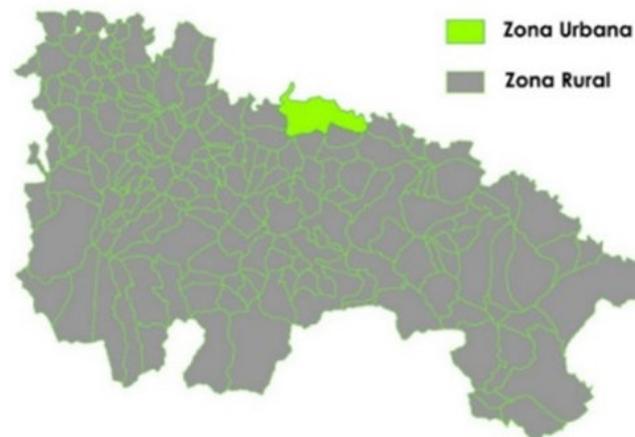
- Aglomeración urbana: Representada por la estación de La Cigüeña, abarca los municipios de Logroño y Lardero (99,93 Km²).

- Zona rural: Representada por las estaciones de Alfaro, Arrúbal, Galilea y Pradejón.

Tabla 6.- Zonificación de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja. Fuente: Elaboración propia.

ZONA DE EVALUACIÓN	CÓDIGO DE ZONA	ESTACIÓN DE MEDICIÓN	CÓDIGO EUROPEO	CÓDIGO NACIONAL
Urbana	ES1704	La Cigüeña	ES1602A	26089001
Rural	ES1705	Alfaro	ES1649A	26011001
		Arrúbal	ES1779A	26019001
		Galilea	ES1746A	26066001
		Pradejón	ES1753A	26117001

Figura 3.- Localización de las áreas para la evaluación de la calidad del aire. Fuente: Elaboración propia.



3.2.- Criterios de representatividad de las estaciones.

La aglomeración urbana de Logroño cumple con el número mínimo de puntos de muestreo para la evaluación de aglomeraciones urbanas inferiores a 250.000 habitantes cuando las concentraciones superan el umbral superior de evaluación, de acuerdo con lo previsto en el anexo IV del Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

En el caso de que exista un solo punto de muestreo, la opción óptima para evaluar la calidad del aire en una zona urbana es utilizar el punto de muestreo ubicado en el lugar de mejor representatividad contrastado con mapas de concentración. En zonas abiertas se pueden encontrar ubicaciones con áreas de representatividad elevadas si se evitan máximos locales de concentración alrededor de determinados edificios². Por el contrario, la distribución de contaminantes en calles anchas con alta intensidad de tráfico es compleja, existiendo máximos locales y poca representatividad.

La evaluación de los puntos de muestreo realizada por el MITERD en 2019 refleja un cumplimiento de la normativa en la aglomeración urbana de Logroño, así como en la zona rural de La Rioja.

Por otra parte, los criterios de macro implantación y micro implantación de la estación de La Cigüeña, así como de las estaciones rurales, fueron objeto de un estudio en el año 2017 en el que se demuestra un cumplimiento de criterios, salvo en el caso del ozono en la zona urbana, donde se requería un mayor alejamiento de las vías de tráfico³.

3.3- Evaluación mediante mediciones fijas.

Debido a su ubicación y población a la que representa, la estación de La Cigüeña pertenece al tipo de estaciones urbanas de fondo. En esta estación se miden los siguientes contaminantes en continuo: SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, PM10, benceno, tolueno y xileno, a los que desde noviembre de 2023 se han unido también las PM2,5. El resto de las estaciones (Arrúbal, Galilea, Pradejón y Alfaro) representan áreas suburbanas o rurales y en ellas se miden los siguientes contaminantes en continuo: SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, PM2,5 y PM10.

Las técnicas analíticas para la medición de las partículas son absorción beta. Los datos de partículas con los que se trabaja deben tener aplicados los factores y descuentos de corrección correspondientes.

En cuanto a los valores de referencia de fondo, se han utilizado los determinados en la estación de Valderejo (Álava. 01055001_10_47), por ser la estación más próxima que reúne las condiciones de estar lo suficientemente alejada de fuentes de contaminación.

² Santiago JL. Martín F. Estudio de representatividad espacial de estaciones urbanas de calidad del aire. CIEMAT. Madrid, 2013.

³ Verificación de los criterios de ubicación de estaciones de calidad del aire y número mínimo de puntos de medida en La Rioja. Gobierno de La Rioja. 2017.
<https://www.larioja.org/larioja-client/cm/medio-ambiente/images?idMmedia=958210>

3.4.- Evaluación mediante mediciones representativas.

Desde el año 2009 en la estación de La Cigüeña se miden también PM_{2,5} con muestras indicativas mediante el método de referencia gravimétrico para el cálculo del Indicador Medio de Exposición 2,5 (IME 2,5). Las mediciones se hacen cada 3 días, obteniendo en el año 2023 un total de 108 muestras diarias válidas.

3.5.- Predicción de episodios de intrusiones saharianas.

Se consideran episodios africanos las intrusiones saharianas o masas de aire que llegan al espacio europeo desde África. Su origen generalmente está en las tormentas de arena formadas en el desierto del Sáhara, que dan lugar a la suspensión de grandes cantidades de polvo en la atmósfera que pueden moverse hasta llegar a Europa u otros lugares. Gran parte de este polvo sahariano es material particulado que se encuentra como PM₁₀ o incluso PM_{2,5}, afectando a las mediciones de estos contaminantes. España suele verse afectada con frecuencia por este tipo de episodios naturales debido a su cercanía, por lo que se presentan niveles altos de partículas que contribuyen a empeorar la calidad del aire por causas no antropogénicas.

Con el fin de determinar la contribución de las aportaciones de material particulado procedente de fuentes naturales, el MITERD, junto con el Ministerio de Ambiente, Ordenamiento del Territorio e Desarrollo Regional de Portugal y la colaboración de las Comunidades Autónomas, elaboró una metodología para la identificación de estos episodios y el cálculo de sus aportaciones. Esta metodología se ha incluido en las directrices elaboradas por la Comisión Europea para la demostración y posterior sustracción de las superaciones atribuibles a fuentes naturales, según la obligación recogida en el artículo 20 de la Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Por ello, a efectos de cumplimiento de la legislación vigente podrán descontarse las superaciones de los valores límite (anual y diario) siempre que se demuestre que dichos valores son sobrepasados por la influencia de aportaciones procedentes de fuentes naturales definidas según el artículo 2.15 de la citada Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008.

Por lo tanto, estos episodios deben ser considerados en el estudio y evaluación de la contaminación atmosférica. Para ello se realiza de forma periódica, mediante acuerdo existente entre el MITERD y el CSIC, el envío de informes con la predicción de episodios africanos que puedan afectar a los niveles de partículas en suspensión medidas en las redes de vigilancia de la calidad del aire, así como el envío de informes actualizados confirmando los episodios ocurridos durante el año⁴.

⁴ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/fuentes-naturales.html>

Toda esta información contribuye a elaborar un informe anual con las aportaciones naturales que permite al MITERD y a las Comunidades Autónomas aplicar la metodología citada en el caso de episodios de intrusiones saharianas.

Además de las intrusiones de polvo del Sáhara, existen otros factores naturales a considerar en la calidad del aire, como los incendios forestales (de mayor repercusión en verano) o los aerosoles marinos (relevantes en zonas de la cornisa atlántica o Canarias), entre otros.

La identificación de intrusiones saharianas se lleva a cabo a partir de las mediciones realizadas por las estaciones de la Red EMEP/VAG/CAMP de AEMET, que determina los niveles de partículas PM10 de fondo regional. Posteriormente se realiza el procedimiento de descuento de episodios naturales por las intrusiones de masas de aire africano. En el caso de La Rioja se toman como referencia los datos de la estación de Valderejo (Álava) como estación de fondo regional.

Figura 4.- Áreas geográficas para la identificación de episodios naturales. Fuente: MITERD.



El CSIC es el encargado de identificar los episodios de aportes naturales en las diferentes regiones en las que se divide el territorio español.

3.6.- Información al público de la calidad del aire en La Rioja.

Los distintos niveles de concentración de contaminantes, así como las series históricas de años anteriores, están a disposición del público en la web de medio ambiente del Gobierno de La Rioja⁵. En este espacio se pueden consultar los resultados de las mediciones realizadas en las estaciones integrantes de la Red de Vigilancia de Calidad del Aire de La Rioja para los distintos contaminantes, tanto de ámbito urbano como rural.

3.7.- Costes de instalación, mantenimiento y operación.

Los costes de mantenimiento y operación de una estación urbana como “La Cigüeña” se sitúan próximos a 20.000 €/año. Un segundo punto de muestro con analizadores de SO₂, NO_x, CO, O₃, PM10 y PM2,5, implicaría, además de duplicar los costes anuales de mantenimiento, una inversión inicial próxima a los 115.000 €.

Teniendo en cuenta un periodo de vida de los equipos de 15 años y los costes de amortización anuales, se puede considerar que los costes totales para la Administración que suponen la instalación de una estación de calidad del aire en todo su ciclo de vida ascienden a 410.000 €.

Durante el año 2023 la Dirección General de Calidad Ambiental, Cambio Climático y Agua ha completado los equipos existentes mediante la adquisición de un sistema de mediciones en continuo de PM2,5 para la estación de La Cigüeña, así como de un patrón de O₃ para llevar a cabo las verificaciones y calibraciones.

4.- LA RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA RIOJA.

4.1.- Descripción de las actividades.

Los datos de los niveles de concentración de gases contaminantes son el resultado de un periodo de integración de 15 minutos.

En cuanto al material particulado PM10 y PM2,5, es analizado automáticamente mediante determinación de la masa por radiación beta con periodo de integración de 60 minutos. No obstante, en el caso de la estación urbana las partículas PM2,5 son analizadas además por métodos gravimétricos de acuerdo con el método de referencia, cuyos valores corresponden a valores medios diarios con una frecuencia de muestreo cada 3 días.

⁵ <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/atmosfera/calidad-aire>

Los datos de los analizadores automáticos son enviados en tiempo real al centro de control de datos situado en la Dirección General de Calidad Ambiental, Cambio Climático y Agua, donde diariamente son validados o bien anulados en el supuesto de que se detecte alguna anomalía o fallo técnico en la medición.

La validación de datos se produce con carácter general de lunes a viernes. No obstante, los datos provisionales también puede consultarse en la página web de información de calidad ambiental de La Rioja⁶

El centro de control de las estaciones cuenta con un sistema informático que almacena indefinidamente los datos generados por los analizadores de las estaciones (públicas o privadas), así como las incidencias registradas en el funcionamiento. La información conjunta de las estaciones se remite de forma periódica (horaria) desde el centro de control a la base de datos del MITERD.

Figura 5.- Esquema organizativo de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja. Fuente: Elaboración propia.



El control de la calidad de los datos es básico para el buen funcionamiento del sistema y se lleva a cabo a través de los siguientes procesos:

- Mantenimiento preventivo y correctivo de la red, que además conlleva:
 - La reparación inmediata de las anomalías.
 - La revisión y calibración periódicas de los equipos.

⁶ <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/atmosfera/calidad-aire/estaciones-medicion>

- La calibración y verificación de los equipos.
- La implantación de un sistema de aseguramiento de la calidad basado en la UNE-EN ISO 17025: 2017.

La revisión de los datos se realiza por los técnicos superiores de calidad ambiental manualmente. Para la validación o anulación de estos datos se tienen en cuenta aspectos como:

- Los periodos de mantenimiento, calibrado o problemas técnicos en los analizadores.
- Las condiciones ambientales de la estación.
- Los valores obtenidos fuera de rango o con variación nula.
- Las variaciones excesivas o producidas de forma muy rápida.
- La comparación de resultados entre estaciones.
- Las influencias climáticas o meteorológicas.

Por otra parte, el almacenamiento de datos permite también la detección de mediciones erróneas a través de técnicas como las comparativas, el análisis de la desviación estándar o el contraste con modelización.

4.2.- Sistema de aseguramiento de la calidad de los datos.

De acuerdo con la normativa de desarrollo de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, las instituciones responsables de las redes de vigilancia de la calidad del aire tienen la obligación de disponer de un sistema de control y garantía de calidad que asegure la exhaustividad, coherencia, transparencia, comparabilidad y confianza en todo el proceso comprendido desde las mediciones o estimaciones de los contaminantes hasta la elaboración de los informes relativos a esos contaminantes, así como la implantación de las recomendaciones derivadas de la aplicación de este sistema. El sistema debe incluir un mantenimiento periódico dirigido a asegurar la exactitud constante de los instrumentos de medición.

El modelo de aseguramiento de la calidad utilizado por la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja está basado en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025: «Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración», de acuerdo con la recomendación efectuada por el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) como Laboratorio Nacional de Referencia de calidad del aire.

En este sentido, durante el año 2023 se procedió a la realización de una auditoría de este sistema de garantía de la calidad por parte del ISCIII, en función del Protocolo General de Actuación firmado entre el MITERD y el ISCIII para la mejora de la calidad de los datos de las Redes Españolas de Calidad del Aire. Esta auditoría concluyó con resultados satisfactorios mediante la emisión del Informe MITERD 20/2023 de Supervisión técnica de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Gobierno de La Rioja, de fecha 15 de diciembre de 2023.

5.- RESULTADOS DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA RIOJA.

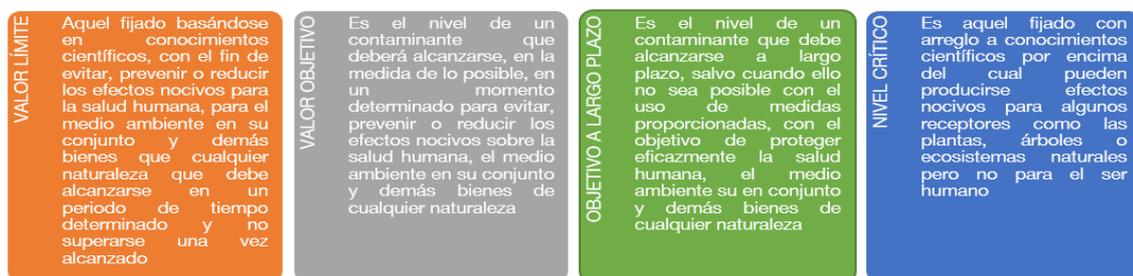
5.1.- Consideraciones iniciales.

En las zonas y aglomeraciones de La Rioja se evalúa la calidad del aire para los siguientes contaminantes atmosféricos: dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno (NO₂, NOx), partículas (PM10 y PM2,5), benceno (C₆H₆), monóxido de carbono (CO) y ozono troposférico (O₃).

Esta evaluación determina la situación con respecto a los distintos niveles de concentración establecidos por la legislación vigente para cada contaminante:

- Valores límite (objetivos para la protección de la salud): definidos para SO₂, NO₂, PM10, PM2,5, C₆H₆ y CO. Referidos al valor límite, se han definidos unos umbrales de evaluación, el umbral superior y el umbral inferior, de los que dependerá el tipo de medición o cálculo que se podrá utilizar para dichos contaminantes.
- Valor objetivo y objetivo a largo plazo (objetivos para la protección de la salud): definidos para partículas PM2,5 y O₃.
- Niveles críticos (objetivos para la protección de los ecosistemas naturales y de la vegetación): definidos para SO₂ y NOx. Para estos niveles se toman en consideración solo las estaciones de medición que estén situadas a una distancia superior de 20 km de las aglomeraciones o a más de 5 km de otras zonas edificadas, instalaciones industriales o carreteras. La estación de medición de La Rioja que más se aproxima a estas características es la situada en Galilea, por lo que a modo de semejanza se tomarán como referencia los valores obtenidos en dicha estación.

Figura 6.- Esquema de los objetivos de calidad y sus definiciones. Fuente: Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.



La calidad del aire se evalúa en su totalidad respecto a los contaminantes mencionados anteriormente, con especial incidencia en PM10, PM2,5, NO₂, NO_x, O₃ y SO₂, ya que el Índice Nacional de Calidad del Aire (ICA) se basa en estos contaminantes atmosféricos.

Los datos evaluados de la zona urbana corresponden a los valores medios de la estación de La Cigüeña, mientras que los datos de la zona rural son los valores más desfavorables de las estaciones rurales (Alfaro, Arrúbal, Galilea o Pradejón).

5.2.- Calidad de los datos.

En 2023 se han alcanzado ratios muy aceptables de datos válidos en la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de La Rioja por encima de los objetivos de calidad establecidos por la normativa vigente. En este sentido, la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa en mediciones fijas, exige una recogida de datos mínima para el cumplimiento de los objetivos de calidad de los datos para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

Tabla 7.- Objetivos de calidad de los datos. Fuente: Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008.

CONTAMINANTE	INCERTIDUMBRE	RECOGIDA MÍNIMA DE DATOS VÁLIDOS
NO _x	15%	90%
PM10	25%	90%
SO ₂	15%	90%
O ₃	15%	90% (75% en invierno)
CO	15%	90%
Benceno	25%	90%

Otro factor a tener en cuenta en la calidad de los datos es la incertidumbre de medida, la cual es determinada una vez finalizado el programa de mantenimiento, verificación calibración y evaluación de la calidad a efectos de garantizar la veracidad, precisión y linealidad.

Las ratios de datos válidos en 2023 en La Rioja han alcanzado y superado los umbrales mínimos de recogida de datos válidos.

Tabla 8.- Datos válidos en La Rioja en el año 2023 (%).

CONTAMINANTE		LA CIGÜEÑA	ALFARO	ARRÚBAL	GALILEA	PRADEJÓN
DATOS HORARIOS	NO ₂	98,09%	94,84%	98,40%	98,44%	97,72%
	PM10	98,50%	96,52%	95,37%	97,89%	97,28%
	SO ₂	98,11%	98,13%	98,40%	98,46%	94,47%
	O ₃	97,99%	95,90%	97,23%	97,48%	97,55%
	CO	97,99%	98,13%	97,29%		
	Benceno	98,09%	-	-	-	-
DATOS DIARIOS	NO _x	98,90%	93,97%	99,18%	99,18%	97,26%
	PM10	98,63%	96,16%	95,89%	98,90%	96,99%
	SO ₂	98,90%	98,08%	99,18%	99,18%	92,60%
	O ₃	98,63%	96,16%	97,81%	97,81%	97,26%
	CO	98,63%	98,08%	98,08%		
	Benceno	98,90%	-	-	-	-

5.3.- Dióxido de azufre (SO₂).

El SO₂ es un contaminante de origen principalmente antropogénico. Se trata de un gas que se origina sobre todo durante la combustión de carburantes fósiles que contienen azufre (petróleo, combustibles sólidos). Desde 2008 se ha producido un descenso acusado de estas emisiones debido a diversos factores como el Plan 2007 de Reducción de emisiones de Grandes Instalaciones de Combustión, que obligó a la introducción de tecnologías de desulfuración.

Los estudios de exposiciones a corto plazo de SO₂ realizados con asmáticos que hacían ejercicio indican que algunos de ellos experimentaron cambios en la función pulmonar y los síntomas respiratorios tras periodos de exposición de apenas 10 minutos. Tomando como base estas pruebas, se recomienda que no se supere una concentración de SO₂ de 500 µg/m³ durante periodos con una duración media de 10 minutos. En cuanto a exposiciones más prolongadas (más de 24 horas), se ha observado que una reducción importante del contenido de azufre de los combustibles durante un periodo muy breve de tiempo, se ha vinculado con una reducción sustancial de los efectos sobre la salud (por ejemplo, enfermedades respiratorias en la infancia y mortalidad en todas las edades).

Además, el SO₂ pueden ocasionar daños sobre la vegetación, la biodiversidad, los suelos y los ecosistemas acuáticos y forestales. Pueden degradar la clorofila y reducir así la fotosíntesis, con la consiguiente pérdida de especies. Una vez emitido reacciona con el vapor de agua, de modo que su oxidación en el aire da lugar a la formación de ácido sulfúrico, generando procesos de acidificación que pueden dañar gravemente a la vegetación.

5.3.1.-Protección de la salud.

El valor límite horario (VLH) para el SO₂ es de 350 µg/m³, que no deberá superarse en más de 24 ocasiones por año civil:

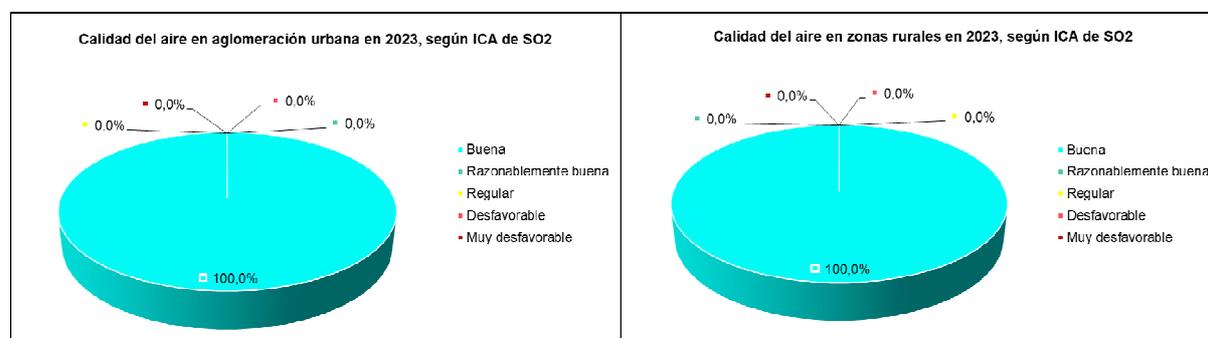
- En la aglomeración urbana no ha habido ninguna superación del VLH, ya que el máximo horario ha sido de 6,3 µg/m³ y el percentil 99,73 (correspondiente al valor 24^o más alto) fue de 4,6 µg/m³.
- En la zona rural tampoco ha habido ninguna superación del VLH. El máximo horario ha sido de 50 µg/m³ y el percentil 99,73 (correspondiente al valor 24^o más alto) fue de 5,7 µg/m³.

Por su parte, el valor límite diario (VLD) es de 125 µg/m³, que no deberá superarse en más de 3 ocasiones por año civil:

- En la aglomeración urbana no ha habido ninguna superación del VLD, puesto que el máximo diario ha sido de 4,3 µg/m³ y el percentil 99,2 (correspondiente al 3^o valor más alto) de 4,3 µg/m³.
- En la zona rural tampoco ha habido ninguna superación del VLD, ya que el máximo diario ha sido de 8 µg/m³ y el percentil 99,2 (correspondiente al 3^o valor más alto) de 5 µg/m³.

Según el Índice Nacional de Calidad de Aire, la situación de La Rioja respecto al SO₂ ha sido buena por completo (100% del tiempo), tanto en la zona urbana como en la zona rural.

Figura 7.- Índice Nacional de Calidad de Aire para SO₂ en el año 2023.

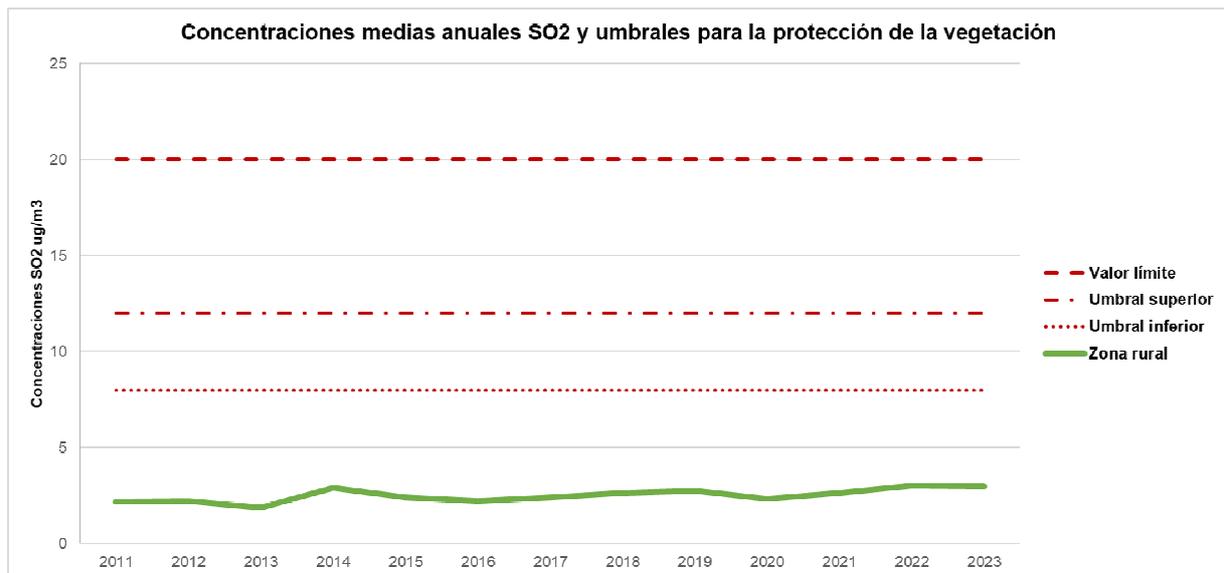


5.3.2.- Protección de la vegetación.

El valor límite del SO₂ para la protección de la vegetación es 20 µg/m³ determinado como media durante el periodo comprendido entre el 1 de octubre al 31 de marzo.

En La Rioja no se ha producido ninguna superación de este valor, como puede observarse en la evolución de las medias obtenidas durante ese periodo de cada año. También se puede concluir que la situación ha sido muy buena en este sentido, con unos valores muy por debajo del valor límite y de los umbrales tanto superior como inferior (3 µg/m³).

Figura 8.- Evolución 2011-2023 de las concentraciones medias anuales de SO₂ y umbrales para la protección de la vegetación. Fuente: Elaboración propia.



5.4.- Óxidos de nitrógeno (NO_x).

Los denominados óxidos de nitrógeno engloban tanto al monóxido de nitrógeno (NO) como al dióxido de nitrógeno (NO₂) y tienen un origen principalmente antropogénico. El NO se oxida con facilidad, dando lugar a NO₂ rápidamente una vez está presente en la atmósfera.

Como contaminantes son gases emitidos en los procesos de combustión relacionados con el tráfico (en especial, en vehículos de motores diésel), así como en instalaciones industriales de alta temperatura y de generación eléctrica. También contribuyen de forma secundaria a la formación de partículas inorgánicas por ser precursores del ácido nítrico (HNO_3) y, por tanto, del nitrato (NO_3). Por otra parte, actúan como precursores de la formación de ozono (O_3) y de otros contaminantes fotoquímicos, al reaccionar con los COV.

Los NO_x pueden producir inflamación de las vías aéreas, afecciones a órganos, como hígado o bazo, o a sistemas, como el sistema circulatorio o el inmunitario. Los estudios experimentales realizados con animales y personas indican que el NO_2 , en concentraciones de corta duración superiores a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es un gas tóxico con efectos importantes sobre la salud. En cuanto a la exposición prolongada, todavía no se cuenta con una base sólida que permita establecer un valor guía medio anual para el NO_2 , aunque existe preocupación por los efectos sobre la salud asociados a mezclas de contaminación.

Por otra parte, los NO_x son causa de la acidificación y eutrofización de ecosistemas, generando afecciones metabólicas y limitaciones del crecimiento vegetal.

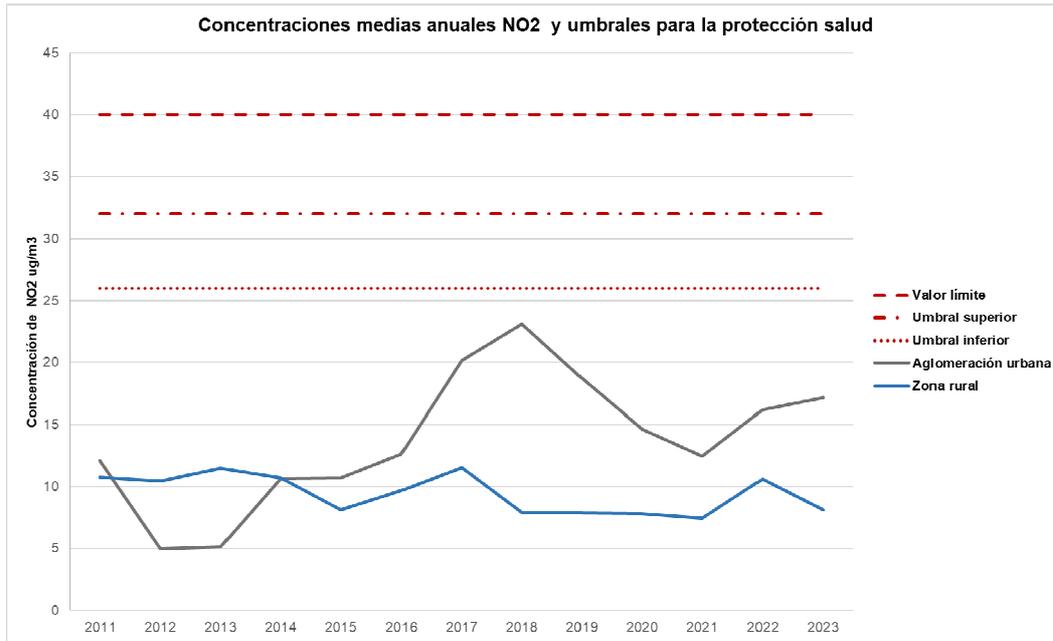
5.4.1.- Protección de la salud.

El valor límite horario (VLH) es de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que no deberá superarse en más de 18 ocasiones por año civil.

- En la aglomeración urbana no ha habido ninguna superación del VLH, de modo que el máximo horario ha sido de $113,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el percentil 99,80 (correspondiente al valor 18º más alto) de $77,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- En la zona rural tampoco ha habido ninguna superación del VLH, puesto que el máximo horario ha sido de $39,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el percentil 99,80 (correspondiente al valor 18º más alto) de $29,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

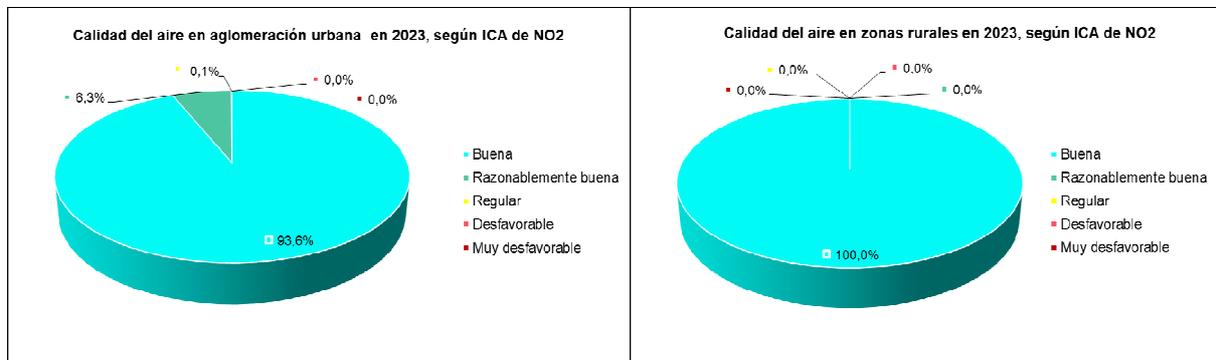
El valor límite anual (VLA) es de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como media anual. La Rioja se ha encontrado en una situación buena sin superaciones, con unos valores por debajo del valor límite y de los umbrales evaluación inferior tanto en la zona urbana ($17,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como en la zona rural ($8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 9.- Evolución 2011-2023 de las concentraciones medias anuales de NO₂ y umbrales para la protección de la salud.
Fuente: Elaboración propia.



Según el Índice Nacional de Calidad de Aire, la situación de La Rioja respecto al NO₂ en 2023 ha sido buena (93,6%), razonablemente buena (6,3%) y regular (0,1%) en la aglomeración urbana, mientras que en la zona rural la situación ha sido totalmente buena (100%). En ninguna de las zonas se produjeron, por tanto, situaciones desfavorables o muy desfavorables.

Figura 10.- Índice Nacional de Calidad de Aire para NO₂ en el año 2023.

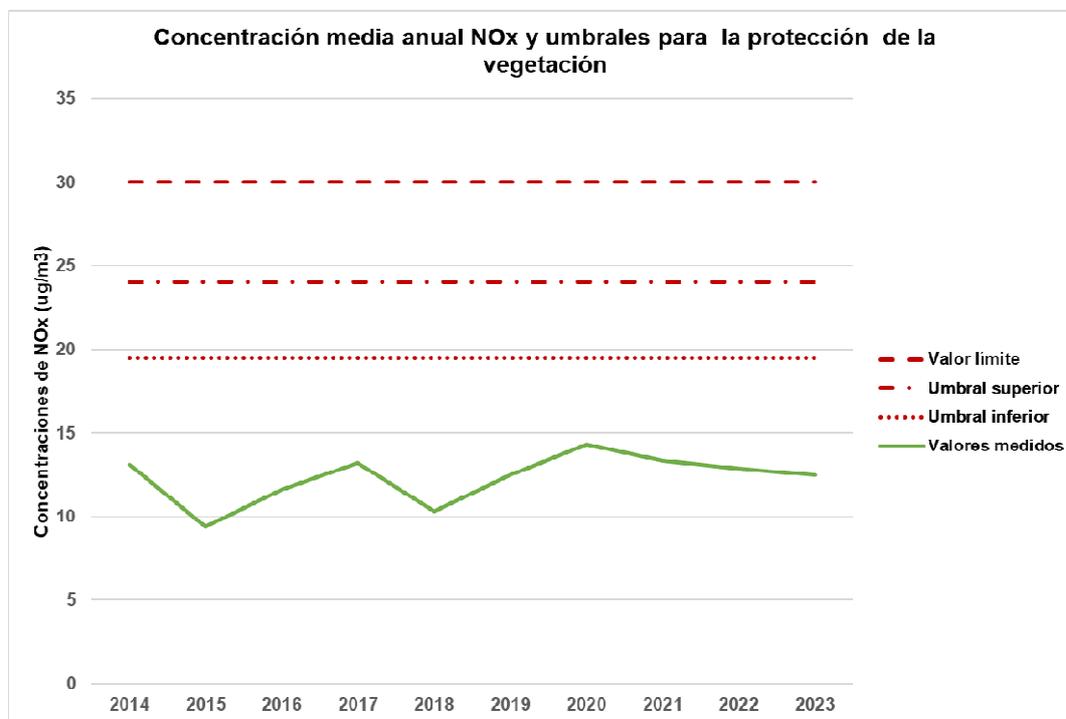


5.4.2.- Protección de la vegetación.

El valor límite es de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como media anual de NO_x (expresado como NO_2).

Durante el año 2023 no ha habido superación de este valor. La situación en La Rioja ha sido buena, con unos valores por debajo del valor límite y de los umbrales de evaluación inferior ($12,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 11.- Evolución 2014-2023 de las concentraciones medias anuales de NO_x y umbrales para la protección de la vegetación. Fuente: Elaboración propia.



5.5.- Partículas (PM).

Las partículas se componen de una mezcla heterogénea y compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas de tamaño y composiciones químicas muy variables, sólidas y/o líquidas, de origen tanto natural como antropogénico. Las partículas incluyen la fracción de PM_{10} (aquellas con un diámetro aerodinámico igual a 10 micras o inferior) y las $\text{PM}_{2,5}$ (aquellas con uno igual a 2,5 micras o inferior). Estas partículas tienen además un origen primario o secundario:

- **Primario:** Partículas emitidas directamente a la atmósfera, ya sea de manera natural (polvo, partículas salinas marinas, polen...), o como consecuencia de la actividad humana (tráfico rodado, procesos de combustión industriales, calefacción de edificios, quemados de restos agrícolas...).
- **Secundario:** Se producen en la atmósfera como resultado de reacciones químicas a partir de gases precursores: SO₂, NO_x, NH₃, compuestos orgánicos volátiles, etc.

Debido a su carácter natural y de acuerdo con la normativa vigente, para la evaluación del cumplimiento de los valores límite de PM 10 y PM 2,5 son descontadas las fracciones de partículas procedentes del Sáhara.

En lo que respecta a sus efectos sobre la salud, las partículas pueden ser inhaladas y penetrar en el sistema respiratorio, de forma que las de menor tamaño pueden alcanzar incluso los alveolos pulmonares. Esto permite llevar sustancias nocivas a zonas muy sensibles y agravar patologías que pueden conducir incluso a una muerte prematura. De este modo, las partículas, especialmente las PM_{2,5}, pueden estar implicadas en un incremento de la mortalidad y de la morbilidad por causas respiratorias y cardiovasculares. Toda la población se ve afectada, pero la susceptibilidad a la contaminación puede variar con la salud o la edad.

Las partículas ultrafinas (inferiores a 0,1 micras) en suspensión pueden tener efectos muy diversos sobre el medio ambiente y el clima, dependiendo de su tamaño y composición. En líneas generales, pueden afectar al crecimiento vegetal y a la fauna (de modo similar al ser humano), reducen la visibilidad, influyen en los cambios de temperatura netos (ya sea incrementándola o disminuyéndola) e incluso pueden alterar los patrones de precipitación y la relación entre la radiación reflejada y la incidente (albedo superficial).

5.5.1.- Protección de la salud en partículas PM10.

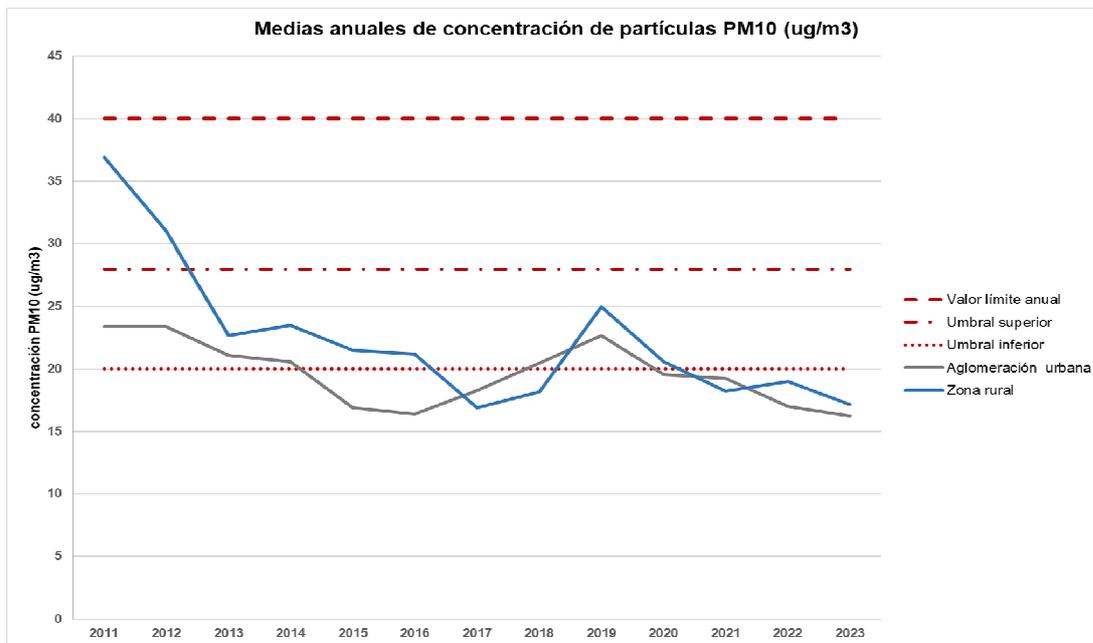
El valor límite diario (VLD) para PM10 es de 50 µg/m³, el cual no deberá superarse en más de 35 ocasiones por año.

- El valor máximo diarios alcanzado en la aglomeración urbana ha sido de 54,6 µg/m³ y el percentil 90,4 (correspondiente al valor 35º más alto) fue de 28,4 µg/m³. No obstante, los valores máximos disminuyen hasta 37,7 µg/m³ al descontar las PM10 atribuidas a causas naturales.
- En el caso de zona rural, donde la influencia del material pulverulento es mayor debido a las actividades agrarias, tránsito por caminos y aridez, los valores máximos diarios se alcanzaron en la estación de Alfaro con 117 µg/m³, mientras que con un percentil 90,4 (correspondiente al valor 35º más alto) fue de 38 µg/m³. Una vez descontadas las PM10 atribuidas a causas naturales, el valor máximo diario quedó en 62 µg/m³.

Descontando las causas naturales (intrusiones de polvo sahariano) en La Rioja se produjeron tan solo 2 superaciones frente a las 35 del VLD para PM10 durante el año 2023, todas ellas en la estación de Alfaro.

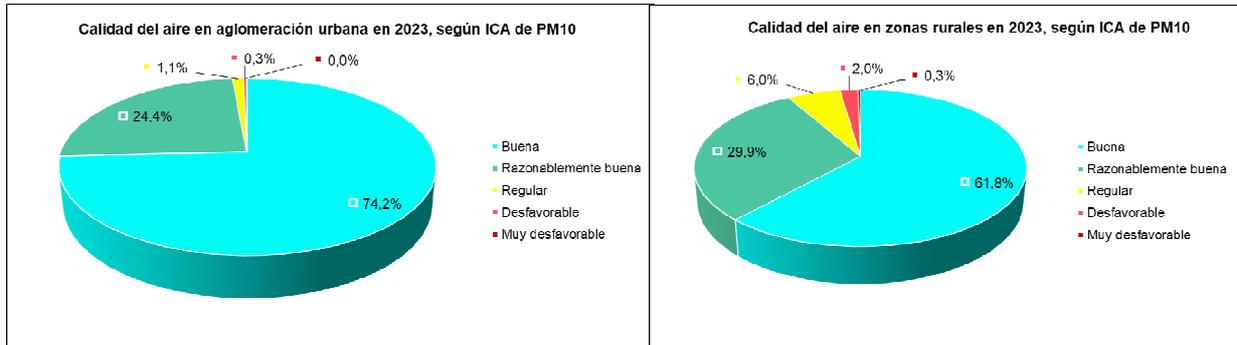
Por su parte, el valor límite anual (VLA) para PM10 está establecido en $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A la vista de la media de los datos horarios registrados en las estaciones, durante 2023 La Rioja se ha encontrado por debajo de los umbrales de evaluación inferior ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), tanto en la aglomeración urbana (Logroño, $16,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como en la zona rural (Alfaro, $17,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 12.- Evolución 2011-2023 de las medias anuales de concentración de PM10 y umbrales para la protección de la salud. Fuente: Elaboración propia.



Según el Índice Nacional de Calidad de Aire, durante el año 2023 la aglomeración urbana riojana se encontró en una situación buena el 74,2%, razonablemente buena el 24,4%, regular el 1,1% y desfavorable el 0,3% del tiempo, no produciéndose situaciones muy desfavorables. En la zona rural la situación fue buena el 61,8%, razonablemente buena el 29,9%, regular el 6%, desfavorable el 2% y muy desfavorable el 0,3% del tiempo. En todo caso, estos datos incluyen las partículas debidas a episodios de intrusiones saharianas.

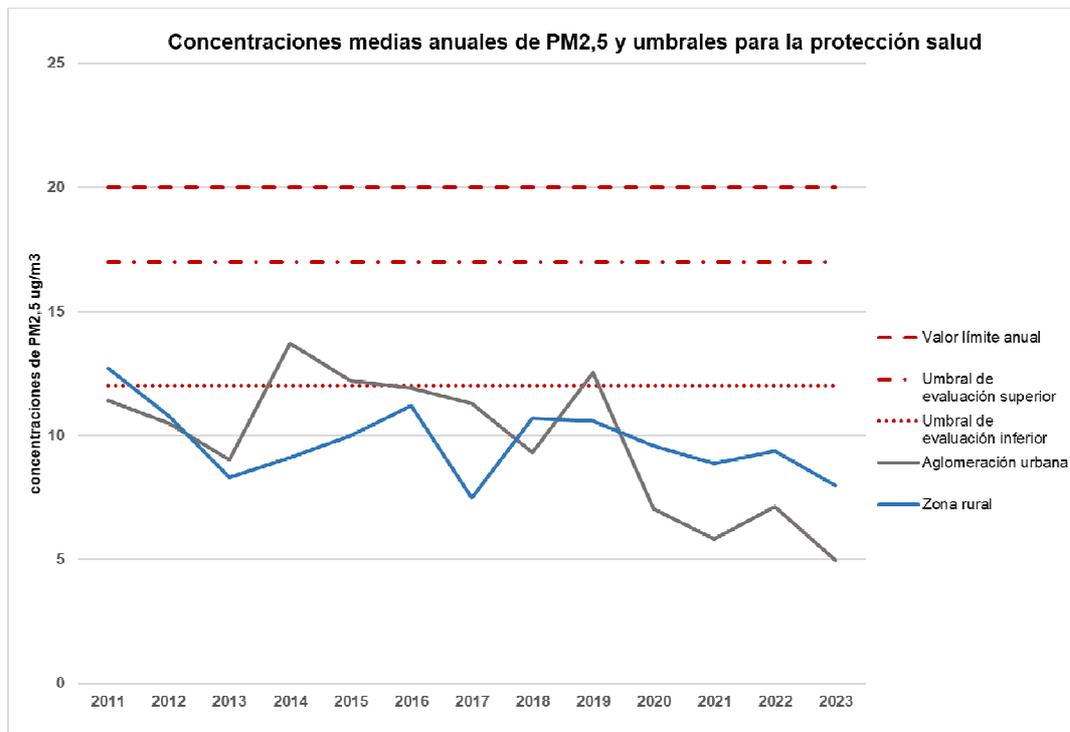
Figura 13.- Índice Nacional de Calidad de Aire para PM10 en el año 2023 (episodios de intrusiones saharianas incluidos).



5.5.2.- Protección de la salud en partículas PM2,5.

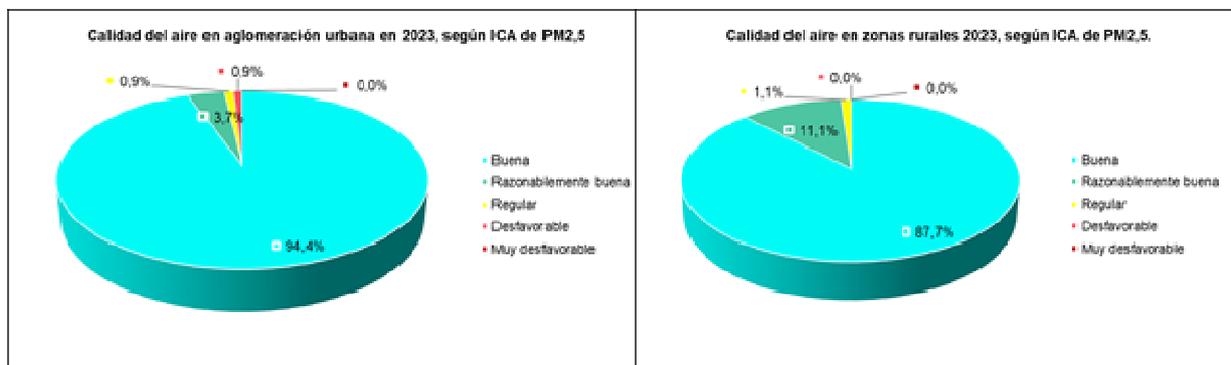
El valor límite anual (VLA) para PM2,5 es de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como media anual. Los valores registrados en La Rioja muestran una situación buena sin superaciones del VLA tanto en la aglomeración urbana (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) como en la zona rural (Pradejón, 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), incluyendo las partículas debidas a episodios de intrusiones saharianas.

Figura 14.- Evolución 2011-2023 de las medias anuales de concentración de PM2,5 y umbrales para la protección de la salud. Fuente: Elaboración propia.



Según el Índice Nacional de Calidad de Aire, durante el año 2023 la aglomeración urbana riojana se encontró en una situación buena el 94,4%, razonablemente buena el 3,7%, regular el 0,9% y desfavorable el 0,9% del tiempo, no dándose situaciones muy desfavorables. En la zona rural la situación fue buena el 87,7%, razonablemente buena el 11,1% y regular el 1,1% del tiempo, no produciéndose situaciones desfavorables o muy desfavorables. En todo caso, estos datos incluyen las partículas debidas a episodios de intrusiones saharianas.

Figura 15.- Índice Nacional de Calidad de Aire para PM_{2,5} en el año 2023(episodios de intrusiones saharianas incluidos).



5.6.- Ozono (O₃).

El gas O₃ tiene un efecto beneficioso en la estratosfera, ya que forma una capa con elevadas concentraciones que protege a los seres vivos de la dañina radiación ultravioleta, al evitar que alcance la superficie terrestre. En estos niveles, situados a una altitud variable de entre 10 y 50 km de la superficie terrestre, el O₃ se forma principalmente por acción de la radiación solar sobre el oxígeno atmosférico. Sin embargo, en la troposfera (la capa de la atmósfera en contacto con la tierra) el O₃ se convierte en un contaminante secundario fruto de las reacciones fotoquímicas producidas a partir de otros contaminantes (compuestos precursores) que actúa como un agresivo oxidante. Además, el O₃ troposférico absorbe la radiación, actúa como un potente gas de efecto invernadero y altera la evaporación, la formación de nubes y la circulación atmosférica.

Los compuestos precursores del O₃ son principalmente óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COV), que son emitidos por el hombre en los procesos industriales y en la quema de combustibles fósiles (grandes centros de combustión y tráfico, principalmente). El monóxido de carbono (CO) y el metano (CH₄) emitidos por fuentes residenciales y agrícolas también desempeñan un papel destacado en la formación de O₃, aunque en menor medida. Los precursores del O₃ también pueden tener un origen natural, como las emisiones biogénicas de COV, las emisiones de NO_x en el suelo, las emisiones de CO procedentes de incendios forestales y las emisiones de CH₄ procedentes de la biosfera.

En las proximidades de las fuentes las emisiones de contaminantes pueden reaccionar con el O_3 y reducir localmente su concentración, por lo que sus concentraciones normalmente son bajas en los centros urbanos e industriales, incrementándose en las afueras y en zonas rurales a sotavento de tales núcleos. Además, el O_3 y sus precursores pueden ser transportados a largas distancias, dando lugar potencialmente a problemas de contaminación en áreas muy alejadas de las fuentes de origen.

Dado que para la formación de O_3 es necesaria la presencia de luz solar, sus concentraciones presentan variaciones según la hora del día y la estación del año. Asimismo, las mayores concentraciones se dan durante los meses de primavera y verano. Durante el día los máximos niveles de O_3 se alcanzan durante la tarde, cuando la radiación es más alta. Por el contrario, durante la noche no hay formación fotoquímica de O_3 y se destruye al reaccionar con otros compuestos emitidos. Sin embargo, en las zonas rurales, donde el aire está más limpio y no existen grandes concentraciones de otras sustancias, las concentraciones de O_3 pueden permanecer relativamente altas en las horas nocturnas.

En cuanto a sus efectos sobre la salud, la exposición a corto plazo al O_3 se asocia con síntomas respiratorios, disminución de la función pulmonar e inflamación de las vías respiratorias, mientras que la exposición a largo plazo agrava el asma y contribuye a una mayor incidencia de accidentes cerebrovasculares, pudiendo producir una mortalidad prematura.

Los últimos estudios de series cronológicas han demostrado que se generan efectos sobre la salud con concentraciones de O_3 por debajo del valor guía anterior de la OMS de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero no se dispone de pruebas claras de un umbral. Estos resultados, junto con las pruebas obtenidas en estudios tanto de laboratorio como de campo que indican que hay una variación individual considerable en la respuesta al O_3 , han contribuido a la reducción de los umbrales de la Guía de Calidad del Aire de la OMS para este contaminante, pasando del nivel de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como media máxima diaria de ocho horas.

Efectos sobre la salud en concentraciones de O_3 como media máxima diaria de ocho horas:

- Niveles altos ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$): Efectos significativos sobre la salud; proporción sustancial de la población vulnerable afectada.
- Objetivo intermedio ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$): Efectos importantes sobre la salud; no proporciona una protección adecuada de la salud pública. La exposición a este nivel está asociada con:
 - Efectos fisiológicos e inflamatorios en los pulmones de adultos jóvenes sanos que hacen ejercicio expuestos durante periodos de 6,6 horas.
 - Efectos sobre la salud infantil.
 - Aumento estimado de un 3-5% de la mortalidad diaria.

- Guía de calidad del aire (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$): Proporciona una protección adecuada de la salud pública, aunque pueden producirse algunos efectos en la salud por debajo de este nivel. La exposición a este nivel está asociada con:
 - Un aumento estimado de un 1-2% de la mortalidad diaria⁷.
 - La extrapolación a partir de estudios de laboratorio y de campo, basada en la probabilidad de que la exposición en la vida real tienda a ser repetitiva y en que se excluyen de los estudios de laboratorio las personas muy sensibles o con problemas clínicos, así como los niños.
 - La probabilidad de que el ozono ambiental sea un marcador para los oxidantes relacionados con él.

Además, el O_3 puede afectar al crecimiento de cultivos y bosques, reducir la absorción de CO_2 por las plantas, alterar la estructura de los ecosistemas y reducir la biodiversidad.

5.6.1.- Protección de la salud.

El valor objetivo para la protección de la salud (VOS) es 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (máxima diaria de las concentraciones móviles octohorarias⁸), que no deberá superarse en más de 25 ocasiones por año civil de promedio en un período de 3 años.

- En la aglomeración urbana no hubo superación del VOS, donde el máximo octohorario alcanzado fue 107,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el percentil 93,20 (correspondiente al valor 26^o más alto) fue de 94,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Las estaciones que registraron un mayor número de superaciones del VOS fueron Alfaro y Pradejón, con 1 superación cada una, siendo el máximo octohorario de 122,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el percentil 93,20 (correspondiente al valor 25^o más alto) de 98,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por tanto, en ninguna de las estaciones riojanas se superó en 2023 el umbral de información (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) o alerta a la población (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

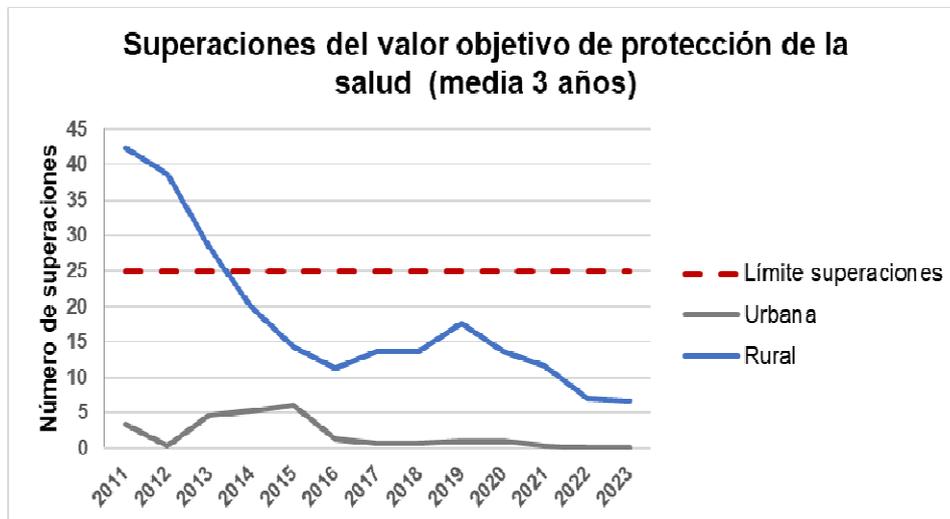
⁷ Los estudios de series cronológicas indican un aumento de la mortalidad diaria del orden del 0,3-0,5% por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las concentraciones de O_3 durante 8 h por encima de un nivel de referencia estimada de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

⁸ La concentración máxima diaria de las medias móviles octohorarias se determina examinando las medias octohorarias móviles, calculadas a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada media octohoraria así calculada se asigna al día en que termina el periodo, es decir, el primer periodo de cálculo para un día cualquiera será el comprendido entre las 17 h del día anterior y la 1 h de dicho día; el último periodo de cálculo para un día cualquiera será el comprendido entre las 16 h y las 24 h de dicho día.

Tabla 9.- Superaciones del VOS de O₃ en la zona rural en el año 2023. Fuente: Elaboración propia.

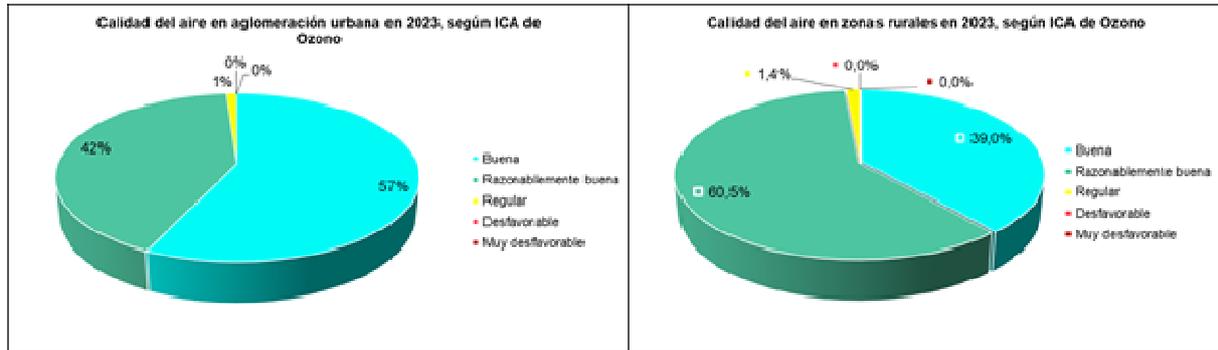
Mes	Día	Logroño	Arrúbal	Galilea	Pradejón	Alfaro
Junio	26				122,25	
Julio	29					121,63

Figura 16.- Evolución 2011-2023 de las superaciones del valor objetivo de O₃ de protección de la salud (media 3 años). Fuente: Elaboración propia.



Según el Índice Nacional de Calidad de Aire, la situación respecto al O₃ en 2023 en la aglomeración urbana fue buena (57%) o razonablemente buena (42%). En la zona rural la situación fue buena (39%) o razonablemente buena el (60,50%) del tiempo, mientras que los días en situación regular constituyeron un 1,4% del total. Por tanto, en ninguna de las zonas se produjeron situaciones desfavorables o muy desfavorables.

Figura 17.- Índice Nacional de Calidad de Aire para O₃ en el año 2023.



5.6.2.- Protección de la vegetación.

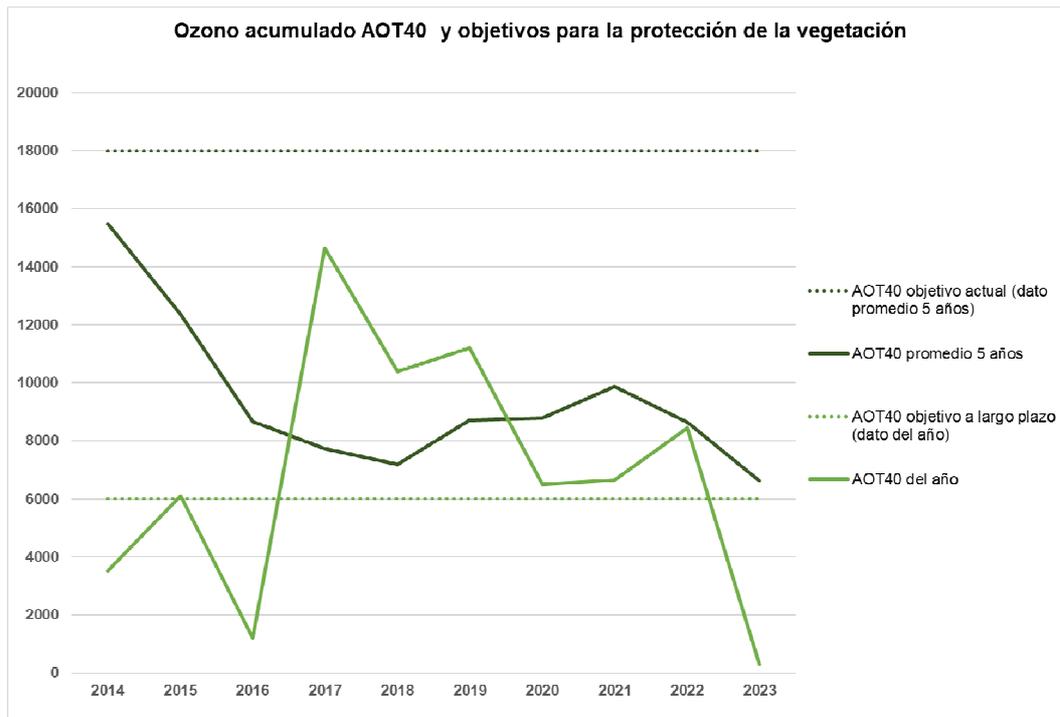
Existen dos objetivos del O₃ para la protección de la vegetación. El primero es el valor objetivo AOT40⁹ de 18000 µg/m³ h, de obligado cumplimiento, que es un valor acumulado de mayo a julio (la temporada de mayor crecimiento de la vegetación) como promedio de 5 años. También existe un objetivo a largo plazo AOT40 de 6000 µg/m³h de mayo a julio.

La estación utilizada en La Rioja para evaluar la protección de la vegetación se ubica en Galilea, debido a los requisitos que debe cumplir de alejamiento de aglomeraciones y tráfico.

Durante el año 2023 La Rioja se encontró en una situación de cumplimiento de ambos objetivos AOT40, con un valor de 6.618 µg/m³ h como promedio de 5 años. En este sentido, no se ha producido ninguna superación de los umbrales de protección a la vegetación.

⁹AOT40 (expresado en µg/m³ h) es la suma de las diferencias entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m³ (40 partes por mil millones) y 80 µg/m³ a lo largo de un periodo dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8 h y las 20 h, Hora de Europa Central (HEC), cada día.

Figura 18.- Evolución 2014-2023 del O₃ acumulado según el valor objetivo AOT40 para la protección de la vegetación. Fuente: Elaboración propia.



5.7.- Monóxido de carbono (CO).

El CO es un gas inodoro, incoloro e inflamable emitido como consecuencia de la combustión incompleta o mala combustión de carburantes fósiles y de biocombustibles. En general, cualquier combustible que contenga carbono (gas, petróleo, carbón, madera...) y que sea quemado sin suficiente oxígeno como para formar CO₂ constituye una fuente potencial de CO. Contribuye a la formación de gases de efecto invernadero y es un precursor del O₃ troposférico.

En lo que respecta a sus efectos sobre el ser humano y la fauna silvestre, el CO penetra en el organismo a través de los pulmones y puede provocar una disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, así como disfunciones cardíacas, daños en el sistema nervioso, dolor de cabeza, mareos y fatiga. El CO se une mediante un enlace fuerte a la molécula de la hemoglobina para formar carboxihemoglobina, que limita la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre.

Según la Guía de Calidad del Aire de la OMS, en los estudios de laboratorio no se observó ninguna interacción después de una exposición combinada a CO y contaminantes comunes del aire ambiente, como el NOx o el SO₂. Sin embargo, se observó un efecto aditivo tras la exposición combinada a concentraciones elevadas de CO y NO y un efecto sinérgico después de la exposición combinada a CO y O₃. Los valores indicativos de la OMS para el CO son: 100 mg/m³ durante 15 min, 60 mg/m³ durante 30 min, 30 mg/m³ durante 1 h y 10 mg/m³ durante 8 h.

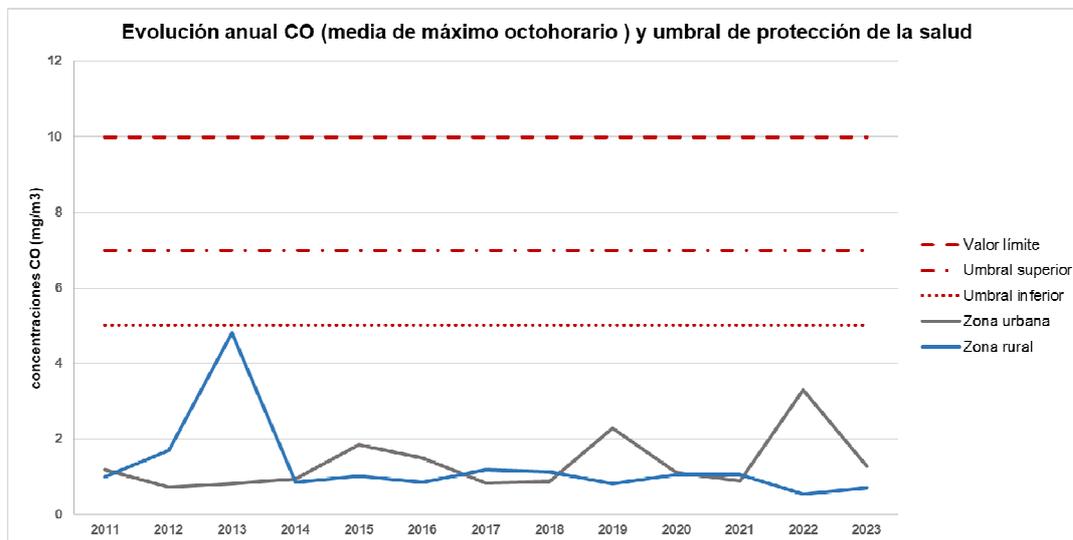
5.7.1.- Protección de la salud.

El valor límite es de 10 mg/m³ como máximo diario octohorario anual.

- En la aglomeración urbana la situación ha sido muy buena (1,3 mg/m³), de forma que no se ha superado el valor límite ni se han repetido incidencias puntuales como la detectada el 13 de enero de 2022.
- En la zona rural la situación también es muy buena, sin superaciones del valor límite (0,7 mg/m³).

Figura 19.- Evolución 2011-2023 de las medias anuales del máximo diario octohorario de CO para la protección de la salud. Fuente: Elaboración propia.

Figura 19.- Evolución anual 2011-2023 del CO para la protección de la salud. Fuente: Elaboración propia.



5.8.- Benceno (C₆H₆) y BTX.

Este contaminante procede sobre todo de fuentes de tipo antropogénico. Se libera básicamente como consecuencia de procesos de combustión incompleta y por evaporación de determinados combustibles como las gasolinas.

El C₆H₆ forma parte de los denominados compuestos orgánicos volátiles (COV): compuestos químicos de estructuras diversas, formados principalmente por carbono e hidrógeno, y en menor medida por otros elementos como el oxígeno, el nitrógeno o el azufre que, debido a su baja presión de vapor, dan lugar a concentraciones importantes en el aire. Algunos COV, junto con los NO_x, son capaces de producir oxidantes fotoquímicos cuando reaccionan en presencia de luz solar, siendo estos precursores del O₃.

Se trata de un compuesto orgánico potencialmente carcinogénico que, tras ser inhalado y después de exposiciones prolongadas, puede ocasionar graves efectos sobre la salud humana, ya que afecta al sistema nervioso central y a la normal producción de células sanguíneas. Puede deteriorar el sistema inmunitario y dañar el material genético celular, lo que a su vez puede originar determinados tipos de cáncer (leucemia), así como malformaciones congénitas.

Desde la OMS no se ha desarrollado ningún valor de referencia específico para el C₆H₆ en el aire. Al ser cancerígeno para los humanos, no se puede recomendar un nivel seguro de exposición. Como orientación general, las concentraciones de benceno en el aire asociadas con un exceso de riesgo de leucemia de 10⁻⁴, 10⁻⁵ y 10⁻⁶ son de 17, 1,7 y 0,17 µg/m³, respectivamente¹⁰.

Los efectos nocivos del C₆H₆ se dejan igualmente sentir sobre el medio ambiente, ya que resulta marcadamente tóxico para los organismos acuáticos y, en especial, para los invertebrados, en los que puede producir cambios genéticos (problemas reproductivos, malformaciones) y de comportamiento. Afecta también a la vegetación (puede llegar a provocar la muerte de la planta afectada, lo que adquiere además un matiz económico cuando se trata de cultivos), así como al clima, ya que se trata de un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento de la atmósfera y a la formación de O₃ y de aerosoles orgánicos secundarios.

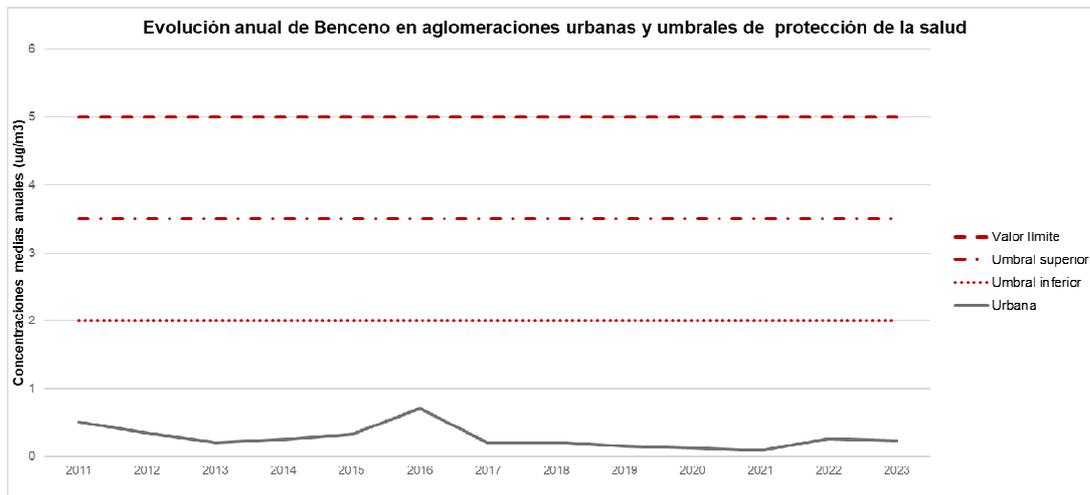
¹⁰ Un riesgo de cáncer de 10⁻⁴, 10⁻⁵ y 10⁻⁶ significa que hay un nuevo caso de cáncer por encima de los niveles normales por cada 10.000, 100.000 o 1 millón de personas, respectivamente.

5.8.1.- Protección de la salud.

El valor límite del C_6H_6 es de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor promedio anual. Dado que sus emisiones están muy relacionadas con la combustión y el tráfico, el único analizador de benceno está dispuesto en la estación de Logroño.

La situación respecto al C_6H_6 en La Rioja durante el año 2023 ha sido muy buena ($0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ya que los niveles se encuentran por debajo incluso de los umbrales de evaluación inferior.

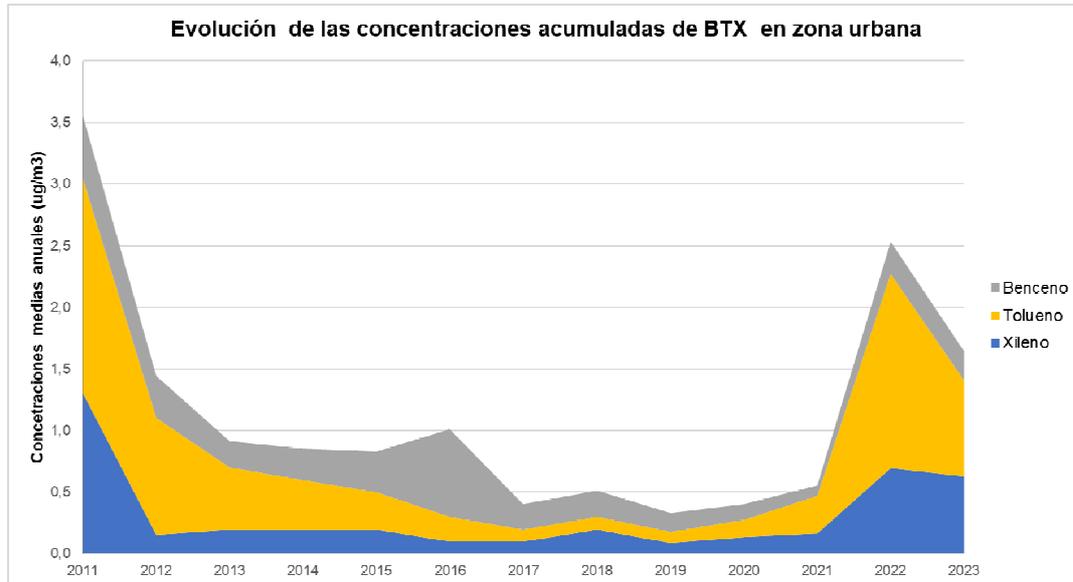
Figura 19.- Evolución 2011-2023 del benceno para la protección de la salud en la aglomeración urbana. Fuente: Elaboración propia.



En la estación de La Cigüeña (Logroño) se miden, además del benceno, los niveles de tolueno y M-P-Xileno (BTX) con un equipo que entró en funcionamiento en 2022. Esto permite llevar a cabo un mejor seguimiento de la evolución de algunos COV en el aire emitidos por el uso de disolventes, pinturas y adhesivos.

Durante el año 2023 la situación respecto a estos contaminantes también ha sido muy buena, con unos valores medios de $0,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el tolueno y $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el xileno, con un descenso respecto a concentraciones detectadas en años anteriores.

Figura 27. Evolución 2011-2023 de BTX para la protección de la salud en zona urbana. Fuente: Elaboración propia.



5.9.- Metales pesados.

Los efectos adversos de la contaminación atmosférica sobre la salud también están relacionados con las concentraciones de metales pesados en el aire. De este modo, el plomo (Pb) y otros metales como el arsénico (As), el cadmio (Cd) y el níquel (Ni) constituyen contaminantes que frecuentemente se asocian a las partículas, por lo que no solo contaminan el aire, sino que también pueden depositarse y acumularse en el suelo y el agua con una elevada persistencia, pasando a formar parte de las cadenas alimenticias. Estos contaminantes pueden producir efectos muy dispares entre sí:

- El Pb puede afectar potencialmente a todos los órganos y sistemas del cuerpo, especialmente al sistema nervioso, originando retraso mental, nacimientos prematuros y retrasos en el crecimiento. Sobre el medio ambiente, puede producir malformaciones y cambios en el comportamiento de los organismos tanto acuáticos como terrestres, por bioacumulación en sus respectivos ecosistemas.
- El As inorgánico resulta carcinogénico para el ser humano, es irritante para las vías respiratorias y puede producir daños sanguíneos, cardíacos, hepáticos y renales, además de alterar el sistema nervioso periférico. Sobre el medio ambiente, es altamente tóxico para la fauna tanto terrestre (incluidas aves) como acuática, y en elevadas concentraciones en los suelos disminuye el crecimiento vegetal.

- El Cd, y en especial el óxido de cadmio, es igualmente carcinogénico para el hombre y afecta especialmente a los sistemas respiratorio, renal y reproductivo. También es muy tóxico para los organismos que viven en ecosistemas acuáticos.
- Diversos compuestos de Ni también son considerados como carcinogénicos. Puede provocar reacciones alérgicas cutáneas y afectar a la defensa inmune y a los sistemas respiratorio y renal, así como reducir la fertilidad, con consecuencias similares para humanos y animales.

Durante el año 2023 no se ha realizado en La Rioja ningún estudio de biomonitorización de metales pesados como técnica complementaria a la modelización efectuada por el MITERD a través del CIEMAT.

6.- FUENTES DE EMISIÓN EN LA RIOJA.

De acuerdo con el último Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera regionalizado disponible, correspondiente al año 2020, en La Rioja se emitieron 4.976 toneladas de óxidos de nitrógeno (NOx), 4.110 toneladas de compuestos orgánicos volátiles no metálicos (COVNM), 399 toneladas de óxidos de azufre (SOx), 3.104 toneladas de amoníaco (NH₃) y 1.231 toneladas de material particulado (PM2.5).

- La principal fuente de emisión de NOx sigue siendo el transporte (31,7%), seguido de las quemas agrícolas y restos forestales (14,7%) y la combustión en calderas y similares para uso residencial, comercial o sanitario. Las emisiones de la industria son un 11,9%, en tanto que las procedentes de la generación de energía eléctrica, como la central de ciclo combinado de Arrúbal, suponen el 4,7% de las emisiones totales. Durante el año 2019 se observó un considerable descenso de emisiones en el transporte (-22,5%) debido a las medidas de limitación de la movilidad por la pandemia de COVID-19. También las emisiones de PM2,5 en 2020 disminuyeron un 2,8% como consecuencia de las disminuciones registradas en la movilidad por carretera y actividad industrial.
- Las emisiones de COVNM están fundamentalmente dominadas por el uso de disolventes (48,3% del global de las emisiones), donde este grupo de actividades experimentó una disminución de sus emisiones del 14,6% respecto al año previo debido a la menor actividad industrial. Además, se estiman descensos de las emisiones debidas al consumo de combustibles en los sectores industriales (-5,4%), en el sector de producción de energía y debido a otras fuentes.

- Las emisiones de SO_x son minoritarias en La Rioja, aunque un mayor uso de combustibles sólidos, fueloil y gasóleo en los próximos años frente al gas daría lugar a un incremento de emisiones.
- Las emisiones de NH₃ en 2020 fueron generadas en un 96% por las actividades agrícolas. Estas incrementaron un 4,1 % a nivel regional respecto al año anterior. Su incremento se debió fundamentalmente a un mayor uso de fertilizantes nitrogenados inorgánicos (incluye la fertilización con urea) y, sobre todo, a la aplicación de purines en el campo.

Por tanto, para alcanzar un mejor grado de los niveles de calidad del aire y cumplir con las exigencias normativas de seguimiento y control de las emisiones deben incrementarse el esfuerzo y recursos de la Administración autonómica en materia de limitación, control y seguimiento de las fuentes de emisión.

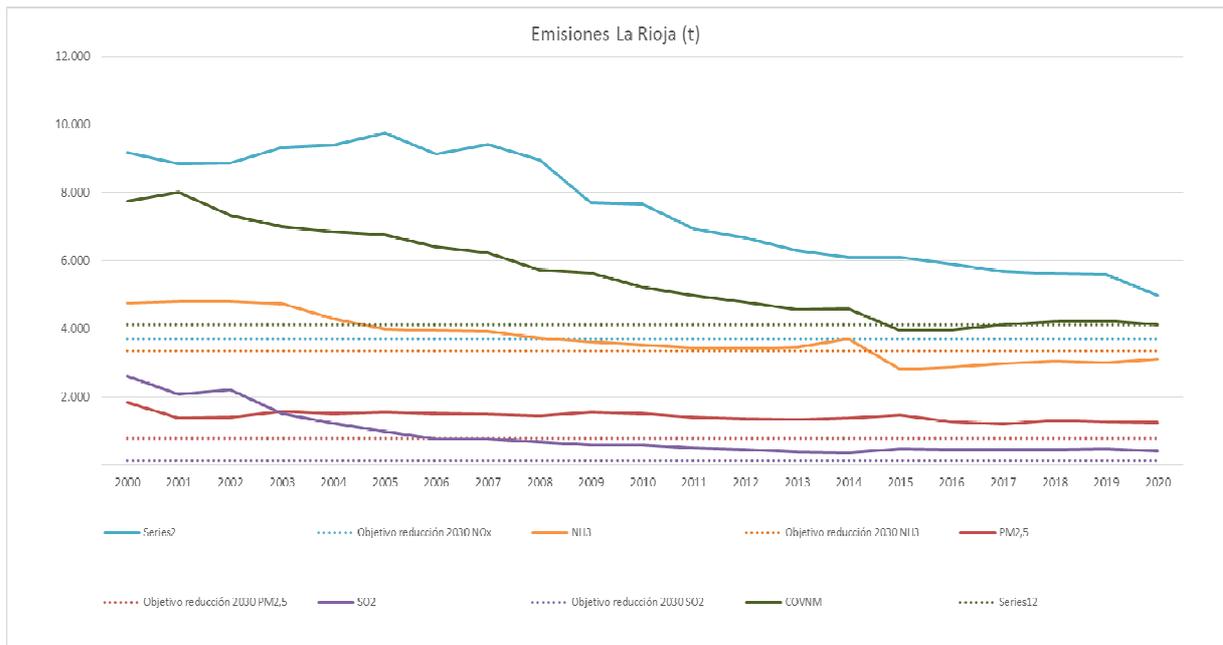
Existe además una estrecha relación entre las medidas encaminadas a la limitación de emisiones con las relativas a las de mitigación de gases de efecto invernadero, con lo que ambas políticas obtienen una sinergia positiva si confluyen en una misma dirección.

Tabla 10.- Valores de emisiones y objetivos 2030 aplicados de la Directiva techos. Fuente: elaboración propia.

CONTAMINANTE	PM _{2,5}	NO _x	NH ₃	SO ₂	COV
Emisión 2005 (t)	1539	9736	3979	976	6757
Emisión 2020 (t)	1231	4976	3104	399	4110
Reducción en el 2020 respecto del 2005	20%	49%	22%	59%	39%
Objetivo reducción 2030 (*)	50%	62%	16%	88%	39%

(*) Traslación del objetivo nacional en la Directiva de techos a una escala regionalizada.

Figura 28. Evolución relativa de las emisiones de SOx, NOx COVNM, NH3 y PM2,5, tomando como referencia el primer año de la serie (1990 para los primeros y 2000 para PM2,5). Elaboración propia a partir de datos del MITERD (2021).



7.- REFERENCIAS.

Dirección General de Calidad Ambiental, Cambio Climático y Agua. Consejería de Agricultura, Ganadería, Mundo Rural y Medio Ambiente. Gobierno de La Rioja.

<https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/atmosfera/calidad-aire>

Organización Mundial de la Salud (2021). Directrices globales de calidad del aire de la OMS: material particulado (PM2.5 y PM10), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329> Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

Organización Mundial de la Salud (2006). Guías de calidad del aire relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los riesgos.

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf?sequence=1

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2014). Análisis de la calidad del aire en España. Evolución 2001-2012.

https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/analisisdelacalidaddelaireenespanaevolucion2001-2012web_tcm30-185073.pdf

Ministerio Para la Transición Ecológica (2021). Evaluación de la Calidad del Aire en España 2020.

https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/informeevaluacioncalidadaireespana2020_tcm30-529210.pdf

Ministerio Para la Transición Ecológica (2021). Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera. Emisiones de contaminantes atmosféricos serie 1990-2020. Informe resumen.

https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/resumen_inventario_gei-ed_2022_tcm30-534394.pdf

Organización Mundial de la Salud (2019). Exposure to benzene: A major public health concern.

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329481/WHO-CED-PHE-EPE-19.4.2-eng.pdf?ua=1>