

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA MODELIZACIÓN DE LA DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA

Data Center Ribera Alta Del Ebro (DCRADE)

Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

13 de noviembre de 2025

Versión 1.1



Data Center
Ribera Alta
del Ebro

GREENIT
Aragón



HISTORIAL DEL DOCUMENTO

VERSIÓN	FECHA	MODIFICADO POR	PÁGINAS MODIFICADAS	DESCRIPCIÓN
1.0	12/11/2025		N/A	Versión inicial
1.1	13/11/2025	M.G.S.	6	Cambios menores

QUIÉN HA PARTICIPADO EN EL DOCUMENTO

RESPONSABILIDADES	NOMBRE - FUNCIÓN	FECHA	FIRMA
EJECUCIÓN	Dra. M ^a Ángeles González Serrano <i>Project Manager</i>	12/11/2025	
	MSc. Rosana Almeida Orcha <i>Project Technician</i>	12/11/2025	
REVISIÓN	MSc. Ignasi Porras Alegre <i>Solutions Director</i>	12/11/2025	

Las conclusiones reflejadas en el presente informe deben entenderse únicamente como el resultado de la información utilizada y de los procedimientos efectuados sobre la misma.

El cliente asume que no se encarga un determinado resultado, sino la elaboración de un estudio que contemple los contenidos o parámetros fijados en la hoja de encargo. Meteosim no se responsabilizará de los daños o pérdidas que el contenido del informe pueda ocasionar a los intereses del cliente.

Para la realización del estudio se ha utilizado el modelo de dispersión atmosférica CALPUFF. Todos los parámetros necesarios para la configuración de las emisiones requeridas por el modelo de dispersión han sido suministrados por el solicitante.

Meteosim S.L. no se hace responsable de la veracidad de los datos suministrados y utilizados para la evaluación del efecto de la actividad industrial sobre los niveles de calidad del aire locales.

A los efectos de lo previsto en el Artículo 355 de la Ley 1/2000 de Enjuiciamiento civil, quien suscribe el presente informe manifiesta, bajo promesa, que ha actuado y, en su caso, actuará, con la mayor objetividad posible.

Índice

Índice	4
Acrónimos	5
1. Introducción	6
1.1. Objetivo	8
1.2. Estructura	8
2. Metodología y fundamentos de la modelización	9
2.1. Información instrumental	9
2.2. Sistema de modelización	10
2.3. Modelización meteorológica	11
2.4. Factores de emisión	13
2.5. Modelización de la dispersión	14
3. Inventario de emisiones	17
3.1. Estimación de emisiones	18
4. Caracterización meteorológica y validación	20
4.1. Caracterización meteorológica	20
3.2. Validación de datos meteorológicos	26
5. Análisis de línea de base	32
6. Configuración del modelo de dispersión	41
6.1. Escenarios de modelización	41
6.2. Fuentes de emisión	42
7. Resultados	43
7.1. Escenario 1	45
7.2. Escenario 2	53
7.3. Escenario 3	61
8. Conclusiones	69
Anexo I	70
Modelización sinérgica para el escenario 1	71
Modelización sinérgica para el escenario 2	79
Modelización sinérgica para el escenario 3	87
Referencias	95
Lista de figuras y tablas	96

Acrónimos

Acrónimos	Definición
3DVAR	Asimilación de datos en 3 dimensiones
4DVAR	Asimilación de datos en 4 dimensiones
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
As	Arsénico
ARW	Advanced Research WRF
CCI-LC	Climate Change Initiative - Land Cover
Cd	Cadmio
CFS	Climate Forecast System
CO	Monóxido de carbono
EEA	European Environment Agency
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EPA	Environmental Protection Agency (United States of America)
EF	Factor de emisión
IOA	Índice de ajuste
MAGE	Mean Absolute Error
MB	Mean Error
MNBE	Mean Normalized Bias Error
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NCEP	National Centers for Environmental Prediction
Ni	Niquel
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOx	Óxidos de nitrógeno
NO ₂	Dióxido de nitrógeno
Pb	Plomo
PM _{2,5}	Partículas con diámetro inferior a 2,5 micras
PM ₁₀	Partículas con diámetro inferior a 10 micras
RMSE	Root Mean Square Error
SO ₂	Dióxido de azufre
SRTM	Shuttle Radar and Topography Mission
UTM	Universal Transverse Mercator
WRF	Weather Research and Forecasting

1. Introducción

METEOSIM SL (Meteosim) ha sido contratada por GRUPO SAMCA (en adelante, SAMCA) para realizar un análisis meteorológico y de calidad del aire para evaluar el estado en un área de la Ribera Alta del Ebro en Aragón (España). En concreto, se evaluará el impacto del Data Center Ribera Alta Del Ebro (en adelante DCRADE), del promotor Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

Este informe tiene como objetivo determinar, con base en técnicas de modelado, las implicaciones ambientales que pueden surgir de las actividades que tendrán lugar en el lugar considerado si la empresa finalmente se establece allí. Más específicamente, el estudio se centra en la actividad de los generadores de emergencia de suministro de energía de respaldo y turbinas que podrían utilizarse en condiciones de operación normales y anormales. También se consideran las pruebas operacionales frecuentes de los mismos.

La modelización se realizó siguiendo las indicaciones y recomendaciones de diferentes guías nacionales e internacionales, así como en base a la experiencia de Meteosim en otros proyectos similares y en el conocimiento técnico del equipo. El estudio lleva a cabo una evaluación detallada de los valores de inmisión resultantes de la modelización según los criterios y valores límite definidos por la legislación vigente de acuerdo con el Real Decreto 102/2011 (legislación española) y la Directiva Europea EC/2008/50.

En consecuencia, las principales características de la metodología aplicada en el estudio se presentan en Tabla 1.

Tabla 1. Principales características metodológicas del estudio.

Caracterización de las emisiones	Emisiones de la guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos (1.A.1 Energy industries) y datos de las hojas de especificaciones de los generadores y turbinas
Enfoque de la solución	Modelización Numérica
Modelización de la Dispersión	Utilización del modelo CALPUFF
Periodo de modelización	1/1/2024 – 1/1/2025
Contaminantes considerados	NO ₂ , CO, SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Pb, Cd, As, Ni, C ₆ H ₆
Localización	Ribera Alta del Ebro, Aragón (España)
Emplazamiento	DCRADE

En este informe sólo se han tenido en cuenta las emisiones de los focos de DCRADE, tanto generadores como turbinas, para representar los resultados en el epígrafe correspondiente. En el Anexo se encuentran también los resultados obtenidos con la modelización de los tres emplazamientos (DCEBRO, DCRADE y DCRADE II) de forma conjunta.

Se ha utilizado el modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos CALPUFF para simular la dispersión de emisiones atmosféricas de los contaminantes ya mencionados en 3 escenarios de fuentes múltiples asociadas a la combustión de generadores diésel y turbinas en la localización estudiada. Las principales características de la fuente de emisión se describen en la tabla siguiente. Estos valores se consideran como el caso más desfavorable, según la información facilitada por SAMCA.

Tabla 2. Principales características de los generadores y turbinas.

Característica	Generadores KD3750-E	Generadores FoH	Turbinas
Cantidad	126	3	27
Potencia (kW)	3010	505	13935
Altura de la chimenea (m)	22	22.5	12
Diámetro de la chimenea	0.5	0.216	2
Caudal (m³/h)	38488	6642	4545
Velocidad de salida de los gases (m/s)	54.4	50.3	0.4
Temperatura de salida de los gases (°C)	509	550	490

A continuación, se especifican los 3 escenarios a partir de los cuales se han evaluado sus valores de emisión, dispersión atmosférica, concentración y contribución de cada una de las fuentes:

Tabla 3. Condiciones de cada uno de los escenarios.

ESCENARIOS	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Descripción	Condiciones normales	Emergencia corta duración	Avería interna larga duración
Horas de operación generadores KD3750-E (h/año)	10	5	0
Horas de operación generadores FoH (h/año)	10	5	0
Horas de operación turbinas (h/año)	5	0	240
Número de generadores funcionando KD3750-E	126	108	0
Número de generadores funcionando FoH	3	3	0
Número de turbinas funcionando	27	0	8

La siguiente figura muestra la localización del estudio:

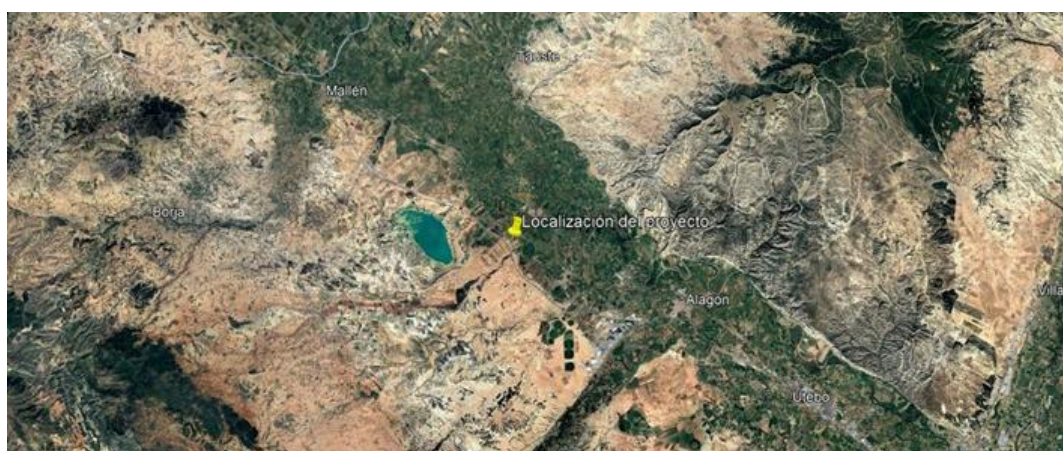


Figura 1. Localización del estudio.

1.1. Objetivo

El objetivo del estudio ha sido realizar una evaluación de impacto de dispersión atmosférica debido a la combustión de múltiples generadores diésel y turbinas en una ubicación de terceros en la Ribera alta del Ebro (Aragón), para evaluar si el sitio cumple con los requisitos de evaluación de impacto de la calidad del aire siguiendo los requisitos internacionales y normas ambientales nacionales

Por lo tanto, se realizó una modelización de dispersión atmosférica para dos escenarios en la ubicación considerada a fin de obtener la distribución de los niveles de concentración de los contaminantes considerados para que pueda ser utilizado por el Servicio de Planificación y Gestión Ambiental del Gobierno de Aragón.

1.2. Estructura

El documento se ha estructurado en un total de 8 capítulos que contienen toda la información solicitada.

En primer lugar, el resumen ejecutivo ofrece una visión general del proyecto y explica brevemente los conceptos principales del estudio.

La sección 2 describe la metodología seguida en detalle, así como los fundamentos principales de la modelización para los diferentes modelos que constituyen el sistema de modelación de dispersión utilizado en la evaluación de la calidad del aire.

En la sección 3 se describe claramente el procedimiento para adaptar el inventario de emisiones, así como el cálculo de los factores de emisión en los casos en que fuera necesario.

En la sección 4 se presenta una caracterización meteorológica para la ubicación considerada. Además, también se muestra una comparación de los valores observados en las estaciones de monitoreo y simulados por el modelo meteorológico.

La sección 5 presenta la línea de base de calidad de aire para cada contaminante del área estudiada.

La descripción de la configuración del modelo de dispersión CALPUFF utilizado se presenta en la sección 6.

Por último, los principales resultados obtenidos en el análisis y las conclusiones alcanzadas se presentan en las secciones 7 y 8.

2. Metodología y fundamentos de la modelización

Para el cumplimiento de los objetivos esperados por el proyecto se ha enfocado la solución en base al uso conjunto de diferentes técnicas:

- Información instrumental de estaciones meteorológicas y calidad del aire.
- Factores de emisión que permiten calcular las emisiones inyectadas a la atmósfera asociadas con la combustión de los generadores diésel y turbinas de gas.
- Modelización numérica del tiempo a través de modelos meteorológicos.
- Modelización de la dispersión de contaminantes inyectados a la atmósfera.

En las siguientes secciones se presenta el sistema de modelización integrado realizado, y se describen cómo los diferentes módulos interactúan entre ellos y las características individuales de cada uno.

2.1. Información instrumental

Todo modelo requiere de información instrumental representativa del área de análisis. En este proyecto se ha utilizado la información instrumental para validar el modelo meteorológico y caracterizar meteorológicamente el área de análisis.

Para dicha validación, se han utilizado múltiples estaciones gestionadas por la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET), en concreto las que quedaban más cercanas al proyecto que contenían datos de temperatura, viento y humedad: 9434 (Zaragoza-Aeropuerto), 9434P (Zaragoza-Valdespartera) y 9336D (Castejón de Valdejasa). La localización de las estaciones meteorológicas consideradas en el análisis se presenta en la Figura 2.



Figura 2. Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas como información instrumental.

2.2. Sistema de modelización

Como se ha comentado anteriormente, el enfoque de la solución pasa por la utilización de modelos numéricos, tanto meteorológicos como de dispersión de contaminantes.

Un modelo es una herramienta que pretende reproducir la realidad. Hay modelos de diferentes tipos, pero en el caso que nos ocupa, se han utilizado modelos numéricos determinísticos, que son aquellos que resuelven las ecuaciones que gobiernan la dinámica de la atmósfera (en el caso de la Meteorología) y la ecuación de conservación de las especies contaminantes (en el caso de la Calidad del Aire). La manera de resolver estas ecuaciones ha sido mediante algoritmos y programas implementados en ordenadores de alta capacidad computacional.

En la siguiente figura se presenta un análisis modular descriptivo de cómo interacción los diferentes módulos entre ellos y las diferentes entradas y salidas que necesitan y utilizan. La finalidad del sistema de modelización es la de obtener los campos de concentración más representativos y confiables para cada escenario de modelización.

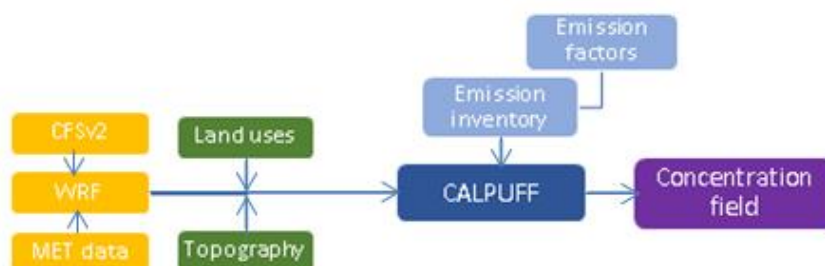


Figura 3. Descripción de los diferentes modelos y módulos utilizados para el desarrollo del proyecto

En las siguientes secciones se detallarán las características de cada uno de los módulos descritos en la sección anterior.

2.3. Modelización meteorológica

Todo modelo de dispersión de contaminantes requiere de información meteorológica caracterizada espacial y temporalmente. Esta información meteorológica puede ser obtenida a través de estaciones de medición o a través de modelos meteorológicos.

La información obtenida a través de las estaciones, si bien es una fotografía de la realidad actual o pasada, tiene ciertos inconvenientes. Por un lado, esta información solo permite modelizar la dispersión en la escala temporal presente o pasada. Así mismo, las estaciones solo ofrecen información del mismo punto donde se realiza la medición. Finalmente, estos datos sólo proporcionan valores de las variables de las que tienen sensores de medición (habitualmente temperatura, viento, humedad, precipitación y presión).

En cambio, los modelos meteorológicos, si bien es cierto que requieren de una calibración en la zona a modelizar, ofrecen la posibilidad de modelizar la dispersión a pasado, presente y futuro; ofrecen información de gran cantidad de puntos alrededor de las plantas cada X km; y ofrecen información de centenares de variables meteorológicas que no pueden ser medidas en las estaciones de medición y que son cruciales para la obtención de una predicción correcta de la dispersión.

Por todo ello, en el presente proyecto se ha utilizado la información instrumental combinada con información procedente de modelización meteorológica de alta resolución.

Para la generación de datos meteorológicos necesarios para la modelización de la dispersión se ha utilizado el modelo numérico Euleriano *Weather Research and Forecasting Model* (WRF¹) mantenido por NCAR (*National Center for Atmospheric Research*) y NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) de Estados Unidos. WRF tiene una estructura modular (Figura 4) y tiene capacidad para ejecuciones en modo multitarea sobre ordenadores con memoria distribuida o compartida. Algunas de sus principales características son:

- Múltiples opciones de proyección geográfica (estereográfica polar, Mercator, Lambert, latitud-longitud) y coordenadas verticales sigma que siguen el terreno.
- Capacidad de anidamiento múltiple entre los dominios, cosa que facilita el estudio de fenómenos atmosféricos de diferentes escalas espaciales y el diseño de predicciones de alta resolución. La interacción entre los dominios puede ser en una dirección (one way nesting) o en dos (two-way nesting), y las mallas anidadas pueden ser móviles.
- Formulación de una dinámica no hidrostática, que permite que el modelo pueda ser utilizado para representar fenómenos de dimensiones inferiores a 10 km.
- Incorporación de esquemas realistas de parametrización de los procesos físicos relacionados con la radiación atmosférica, microfísica de nubes y precipitación, convección, turbulencia y flujos de energía y cantidad de movimiento sobre la superficie terrestre.

Los datos de entrada que necesita el modelo son:

- Datos fisiográficos sobre el dominio de simulación: elevación digital del terreno, usos del suelo, índice de vegetación, temperatura climática del mar, etc.

¹ Skamarock, W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D.M., Wang, W., Powers, J.G., 2005. A description of the advanced research WRF version 2 NCAR Tech Notes-46 +STR.

- Condiciones iniciales y de contorno. Los datos de reanálisis del CFSv2 (*Climate Forecast System v2*) procedentes de NCEP (*National Center for Environmental Prediction*) han sido los utilizados para la inicialización del modelo WRF. CFSv2 ² realiza simulaciones atmosféricas para todo el mundo con una resolución de 0,5° (55km aproximadamente). CFSv2 se corresponde con un modelo acoplado ya que acopla en un único modelo un modelo atmosférico y uno oceánico, representando la interacción entre la atmósfera, los océanos, la tierra y la cubierta de hielo. CFSv2 asimila información satelital de los últimos 30 días, lo que le permite proporcionar una descripción completa del estado de la atmósfera. Estos datos proporcionan una descripción completa del estado de la atmósfera. De esta manera la inicialización del modelo WRF se ha realizado a partir de reanálisis CFSv2 con una resolución horizontal de 0,5° y los datos fisiográficos del dominio vienen proporcionados por el propio modelo.

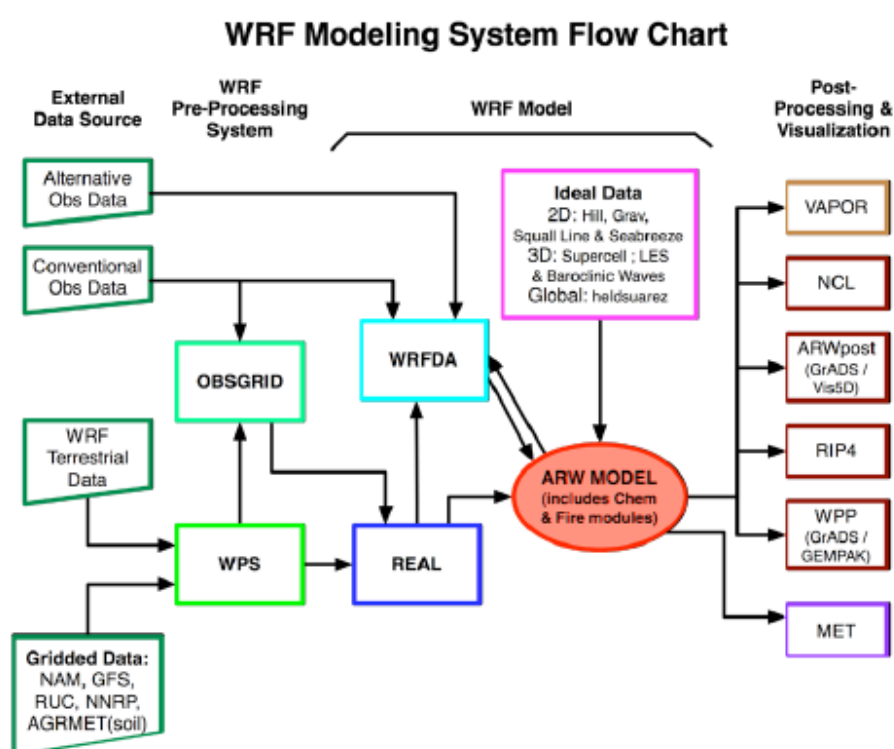


Figura 4. Representación esquemática de funcionamiento de WRF-ARW.
http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/contents.html

Se ha utilizado la configuración WRF específica para la zona de estudio, considerando la realización de simulaciones mediante arquitectura de doble anidamiento, lo que asegura que la influencia entre los procesos meteorológicos de diferentes escalas y representados en los diferentes dominios de modelización definidos sea biyectiva. Para el presente proyecto, las

² Saha, S., Moorthi, S., Wu, X., Wang, J., Nadiga, S., Tripp, P., Behringer, D., Hou, Y.-T., Chuang, H.-Y., Iredell, M., Ek, M., Meng, J., Yang, R., Peña, M., Van den Dool, H., Zhang, Q., Wang, W., Chen, M., Becker, E., 2014. The NCEP Climate Forecast System Version 2. *Journal of Climate*, 27, pp.2185–2208.

simulaciones WRF se han realizado trabajando con la versión 3.9.1.1 del modelo, con una resolución horizontal de 1 km.

Para asegurar que el modelo represente la mayor cantidad de fenómenos meteorológicos posibles, representativos de las diferentes escalas meteorológicas (sinóptica, mesoescala, microescala), la modelización meteorológica se ha aplicado sobre una arquitectura de mallas anidadas que definen una serie de dominios. Las principales características de los dominios de modelización diseñados se presentan a continuación

Tabla 4. Características de cada uno de los dominios de modelización.

CARACTERÍSTICA	DOMINIO D01	DOMINIO D02	DOMINIO D03	DOMAIN D04
Resolución horizontal	27km x 27km	9km x 9km	3km x 3km	1km x 1km
Número de celdas	64x64	64x64	64x64	64x64
Extensión	1728 x 1728 km ²	576 x 576 km ²	192 x 192 km ²	64 x 64 km ²



Figura 5. Dominios de modelización. Dominios D01, D02, D03 y D04.

2.4. Factores de emisión

Los factores de emisión son una de las metodologías que existen para la obtención de las emisiones que inyecta a la atmósfera una determinada actividad.

Consiste en un valor numérico que permite calcular las emisiones que se inyectan a la atmósfera por parte de una actividad a partir de una variable característica de dicha actividad (conocida como variable de actividad). Los factores de emisión están expresados en unidades de masa del contaminante emitido por unidad de variable de actividad. El producto del factor de emisión por la variable de actividad permite obtener la emisión del contaminante asociado a la actividad.

$$E_{ij} = FE_{ij} \cdot A_j$$

donde:

E_{ij} corresponde a la emisión del contaminante i asociado a la actividad j .

FE_{ij} corresponde al factor de emisión del contaminante i asociado a la actividad j .

A_j corresponde a la actividad j emisora de contaminantes.

Existen diferentes guías metodológicas que proporcionan valores recopilados de estos factores de emisión. La guía metodológica más utilizada e importante a nivel europeo es la guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEE 2019.

Los factores de emisión se proporcionan para diferentes actividades, utilizando una descripción detallada de éstas, y por contaminante. En el capítulo 3 se presentará un análisis detallado de cómo se ha realizado el inventario de emisiones. Para cada actividad se indicarán los factores de emisión utilizados.

2.5. Modelización de la dispersión

El modelo CALPUFF (versión 6.42) ha sido el seleccionado para la realización de las simulaciones y análisis de la dispersión de las emisiones generadas por el proyecto. CALPUFF fue desarrollado por el ASG (Atmospheric Studies Group), y es un modelo Lagrangeano de “puffs” gaussianos que permite simular las variaciones temporales y espaciales de los distintos contaminantes en la atmósfera, considerando su transporte, transformación y depósito. Es uno de los modelos recomendados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente norte-americana (EPA, www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm) para la evaluación de la calidad del aire, incluso en zonas con topografía compleja, pues es capaz de simular fenómenos de canalización, brisas marinas, cizalladura del viento, etc., con mayor rigor que otros modelos, como AERMOD. Las dos grandes ventajas del modelo CALPUFF frente al modelo AERMOD son:

- El modelo CALPUFF considera la meteorología como heterogénea en el espacio, mientras que AERMOD la considera uniforme espacialmente. Por ello, el modelo CALPUFF es recomendable en zonas de topografía compleja donde el modelo AERMOD presenta carencias.
- El modelo CALPUFF contempla reacciones químicas en la atmósfera, considerando los contaminantes químicos en función de sus características (peso molecular, reactividad, velocidad de deposición, etc.), mientras que el modelo AERMOD trata todos los contaminantes de la misma manera.

El mecanismo con que CALPUFF simula la dispersión de la contaminación se basa en suponer que cada cierto tiempo se emite una nube de partículas, distribuidas dentro de la propia nube según una función gaussiana, desde las fuentes emisoras (chimeneas, carreteras, operaciones de carga y descarga, etc.); el tamaño inicial de cada nube emitida va a depender de las características de la fuente. CALPUFF considera el transporte y dispersión de los contaminantes de cada nube de forma independiente, de forma que van a ser transportadas individualmente según las condiciones meteorológicas, mientras van aumentando de tamaño debido a la difusión (Figura 1). CALPUFF considera también reacciones químicas entre los contaminantes, además de su eliminación, tanto por depósito seco, como por depósito húmedo.

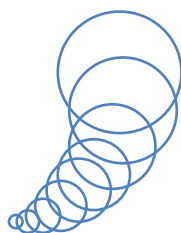


Figura 1. Comportamiento teórico del modelo CALPUFF.

El modelo CALPUFF pertenece, en realidad, al sistema de modelización homónimo, el cual integra tres componentes: CALMET, CALPUFF Y CALPOST. El primero de ellos, CALMET, es el modelo de diagnóstico meteorológico tridimensional del sistema, mientras que CALPOST es el módulo de postprocesado, capaz de tratar los resultados de concentración en el aire y depósito de los contaminantes obtenidos con CALPUFF.

CALPUFF necesita determinados datos de entrada para su correcta ejecución, especialmente la información relativa a las fuentes emisoras (dimensiones y caudal de las chimeneas, temperatura de los gases emitidos, tamaño del área emisora, etc.), y la información meteorológica (velocidad y dirección del viento, temperatura, altura de la capa de mezcla, etc.). CALPUFF utiliza esta información meteorológica en tres dimensiones, lo que supone considerar datos en superficie y en altura. Los datos meteorológicos pueden proceder de simulaciones, y a su vez estos datos pueden ser complementados con medidas realizadas en las estaciones meteorológicas disponibles o radiosondeos (temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, información sobre la cobertura nubosa, presión atmosférica y precipitación). El modelo WRF (Weather Research and Forecasting model) ha sido el elegido por Meteosim para realizar dichas simulaciones y generar la información meteorológica en superficie y en altura requerida por CALPUFF.

En cuanto a las salidas, el modelo CALPUFF proporciona datos horarios de concentración, depósito seco y depósito húmedo de cada uno de los contaminantes considerados, tanto en puntos receptores concretos, como en la malla de estudio.

CALPUFF permite tratar un gran número de fuentes o focos de emisión, ya sean de forma puntual, lineal, área o volumen, y además las emisiones consideradas pueden ser constantes o variables. Para ello, necesita ciertos parámetros de entrada:

- Localización y características de las fuentes emisoras incluyendo diferentes parámetros físicos y la intensidad de emisión. En el caso de fuentes puntuales, los datos de la fuente requeridos por el modelo son: altura, diámetro de la fuente, temperatura y velocidad de salida de los gases o partículas contaminantes. Para fuentes areales, son necesarias, además, las dimensiones de estas zonas.
- Definición de un dominio cartesiano de resolución horizontal dada. Se puede incluir también la localización de determinados puntos receptores discretos.
- Datos meteorológicos de todo el dominio a estudiar. Específicamente requiere valores horarios de velocidad del viento, dirección del viento, temperatura, humedad relativa, cobertura nubosa, altura de las nubes, presión y precipitación.
- Información topográfica del terreno a modelar con una resolución dada, así como información de los usos del suelo de todo el dominio.

Siguiendo todos y cada uno de los requerimientos del modelo CALPUFF y considerando las emisiones que se detallarán en la siguiente sección, se ha realizado los escenarios de modelización correspondientes, que tendrán en cuenta la dispersión de las emisiones de benceno, generadas por las distintas empresas de la zona.

Meteosim ha realizado las simulaciones CALPUFF con la versión 7 utilizando el propio código fuente descargado de la página web de US EPA. Para el análisis de resultados y generación de gráficas se han utilizado diferentes programas informáticos basados en lenguajes Python, Fortran, C++ y R desarrollados por Meteosim.

3. Inventario de emisiones

En el presente estudio, se han contemplado hasta dos escenarios de emisión, ya resumidos en el capítulo 1. El cliente proporcionó toda la información relacionada con las fuentes de emisión, como la ubicación, las características del generador, etc. Las tasas de emisión se calcularon siguiendo la metodología del factor de emisión, obtenida de acuerdo con las recomendaciones de la guía 2019 del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA (Sección 1.A.1 Industrias energéticas) como se explicó en la Sección 2.4.

Este inventario de emisiones se ha realizado para PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , CO , SO_2 , Pb , Cd , As , Ni y C_6H_6 , y ha sido calculado por Meteosim y confirmado por SAMCA. Cada fuente (generador y/o turbina) se consideró como una fuente puntual, y se incluyó en las simulaciones de CALPUFF que detallan todas las características de cada foco (altura de la chimenea, diámetro, temperatura de salida de los gases, etc.). Todas estas fuentes, con todas sus emisiones, permitirán evaluar el impacto ambiental del proyecto en el área de estudio.

El emplazamiento de las fuentes de emisión es el mismo para los tres escenarios. En la Figura 6 se muestra la ubicación de las diferentes fuentes sobre el plano del edificio.



Figura 6. Ubicación de las fuentes consideradas, DCRAGE (en amarillo).

En la figura se muestran todos los emplazamientos del proyecto completo, aunque en este informe sólo se han tenido en cuenta las emisiones de los focos de DCRAGE, tanto generadores como turbinas, para representar los resultados. En el Anexo se encuentran también los resultados obtenidos con la modelización de los tres emplazamientos (DCEBRO, DCRAGE y DCRAGE II) de forma conjunta.

3.1. Estimación de emisiones

Toda la información sobre emisiones se obtuvo de la guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEE 2019 (1.A.1 Industrias de energía), donde se presentan algunos factores de emisión para grandes motores estacionarios que utilizan diésel, y para turbinas de gas que utilizan gas natural, y de las propias hojas de especificaciones de los generadores y turbinas. En la siguiente tabla podemos encontrar todos los factores de emisión de los contaminantes liberados durante la combustión que tiene lugar dentro de los generadores y/o turbinas.

Para aquellos contaminantes que no aparecían en las hojas de especificaciones, se ha utilizado el factor de emisión teórico. Para aquellos para los que sí existía información en las hojas de especificaciones, se compararon ambos valores y se decidió utilizar aquel que suponía un peor escenario (más conservador). En la tabla se marcan en rojo aquellos que provenían de las hojas de especificaciones.

Tabla 5. Factores de emisión para todos los contaminantes considerados en las simulaciones. Se marcan en rojo aquellos que provienen de las hojas de especificaciones.

Factores de emisión (g/kwh)	Generadores KD3750-E	Generadores FoH	Turbinas
NO _x (como NO ₂)	1.27E+01	1.17E+01	1.73E-01
CO	4.68E-01	4.68E-01	8.59E-03
SO _x (como SO ₂)	1.67E-01	1.67E-01	1.01E-03
PM ₁₀	8.06E-02	8.06E-02	1.08E-04
PM _{2.5}	7.81E-02	7.81E-02	1.08E-04
Pb	1.47E-05	1.47E-05	5.40E-09
Cd	4.90E-06	4.90E-06	9.00E-10
As	6.52E-06	6.52E-06	4.32E-07
Ni	4.90E-06	4.90E-06	1.84E-09
Benceno	1.34E-03	1.34E-03	2.88E-06

Las emisiones del generador se estiman en función del consumo de combustible. Esta metodología especifica la siguiente ecuación:

$$E_{i,k} = EF_i \cdot T \cdot P \cdot W$$

donde:

$E_{i,k}$: Emisiones contaminantes i producidas por el generador k [kg]

EF_i : Factor de emisión para el contaminante i [g/kw-h]

T : Tiempo de operación (hr)

W : Potencia del generador (kw)

En la Tabla 6, se muestran las emisiones totales para todos los generadores, para los dos escenarios.

Tabla 6. Emisiones totales para cada escenario, estimadas para cada contaminante.

Contaminante	EMISIONES					
	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	ton/año	g/s	ton/año	g/s	ton/año	g/s
NO _x	4.87E+01	1.54E+00	2.07E+01	6.57E-01	4.62E+00	1.47E-01
CO	1.80E+00	5.70E-02	7.64E-01	2.42E-02	2.30E-01	7.29E-03
SO _x	6.39E-01	2.03E-02	2.73E-01	8.67E-03	2.71E-02	8.58E-04
PM ₁₀	3.27E-01	1.04E-02	1.32E-01	4.18E-03	2.90E-01	9.19E-03
PM _{2.5}	3.18E-01	1.01E-02	1.28E-01	4.05E-03	2.90E-01	9.19E-03
Pb	5.58E-05	1.77E-06	2.39E-05	7.59E-07	1.44E-07	4.58E-09
Cd	1.86E-05	5.91E-07	8.00E-06	2.54E-07	2.41E-08	7.64E-10
As	2.56E-05	8.13E-07	1.06E-05	3.37E-07	1.16E-05	3.67E-07
Ni	1.86E-05	5.91E-07	8.00E-06	2.54E-07	4.91E-08	1.56E-09
Benceno	5.09E-03	1.61E-04	2.18E-03	6.92E-05	7.71E-05	2.44E-06

La emisión de cada contaminante se calculó considerando todos los generadores y turbinas y teniendo en cuenta las horas de funcionamiento, las cantidades y condiciones específicas de cada escenario.

)

4. Caracterización meteorológica y validación

En este capítulo se presenta una caracterización meteorológica de la zona de análisis a partir de los resultados de la modelización meteorológica. A su vez, se muestra la precisión del modelo meteorológico utilizado en virtud de la comparación de los valores modelados con valores observados en las estaciones de medición.

4.1. Caracterización meteorológica

La caracterización meteorológica de los datos simulados se ha llevado a cabo utilizando el modelo WRF para todo el año 2024. Esta simulación meteorológica ha sido validada (ver sección 4.2) utilizando las estaciones administradas por AEMET y descritas en la sección 2.1. Todo modelo requiere de información instrumental representativa del área de análisis. En este proyecto se ha utilizado la información instrumental para validar el modelo meteorológico y caracterizar meteorológicamente el área de análisis.

Para el área de estudio, se han obtenido las series temporales meteorológicas. A continuación, se presentan las series anuales de velocidad del viento, los ciclos diarios de velocidad del viento, así como la rosa de los vientos para 16 sectores acompañados de su correspondiente histograma anual de intensidad del viento. Además, la rosa de los vientos está representada para cada uno de los meses del año y para cada hora. Finalmente, también hay un análisis de la variación mensual y diaria de la temperatura y la humedad, así como de la precipitación mensual acumulada.

Se considerarán vientos débiles aquellos entre 1 y 5 m/s, moderados entre 5 y 10 m/s y fuertes de 10 a 20 m/s. Las velocidades del viento por debajo de 0,5 m/s no se han tenido en cuenta, considerando estos vientos como calma.

Todas las variables descritas anteriormente se presentan para el período de referencia y para el punto de cuadrícula del modelo WRF ubicado en el sitio específico del proyecto.

Del ciclo diario de la velocidad del viento obtenida con el modelado (Figura 7 a la izquierda) se infiere una velocidad prácticamente constante a lo largo del día, que varía entre 2.5 y 5.0 m/s; estos valores han sido obtenidos después de promediar la velocidad de cada hora del día a lo largo de todo el año. El valor máximo de la velocidad del viento se observa durante las horas centrales del día. Los valores mensuales promedio también son generalmente constantes durante todo el período y oscilan entre 2.5 y 5.0 m/s. Según el histograma de frecuencia (Figura 8 derecha), la mayoría de los vientos durante el año son inferiores a 5 m/s, por lo tanto, son los más frecuentes, siendo casi el 50% de las ocasiones inferiores a 3 m/s. La rosa de los vientos para el período estudiado (Figura 8 a la izquierda) indica que el viento predominante es NO (noroeste) en casi el 30% de los datos, con vientos mayoritariamente entre débiles y moderados, aunque existe cierto porcentaje de vientos de carácter fuerte. Las rosas de los vientos mensuales muestran que los vientos reproducen en general esta configuración, aunque en meses enero, marzo, octubre y noviembre, los vientos son algo más débiles.

La Figura 10 muestra que el componente de viento NO es el predominante durante las horas nocturnas y la mañana, con una frecuencia de 30-35%. En las horas centrales del día (12 UTC a 19 UTC) los vientos del NO pierden protagonismo y disminuyen su intensidad.

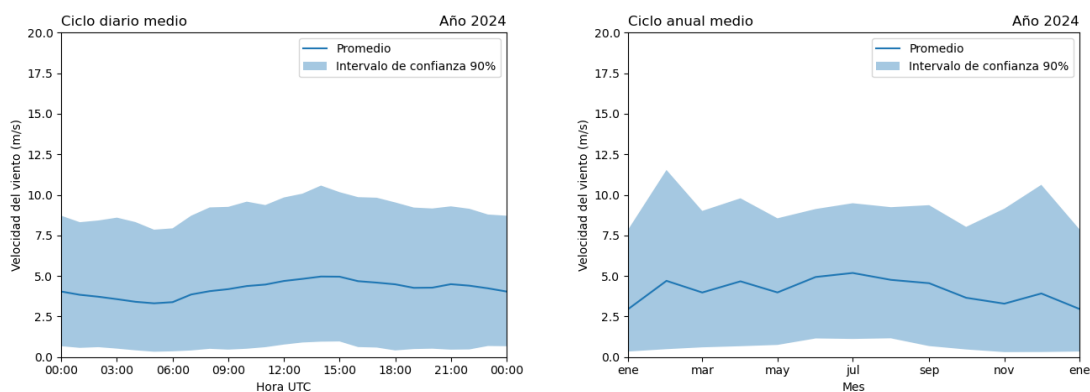


Figura 7. Ciclo diario (izquierda) y ciclo anual (derecha) de la velocidad del viento simulada en el punto de análisis.

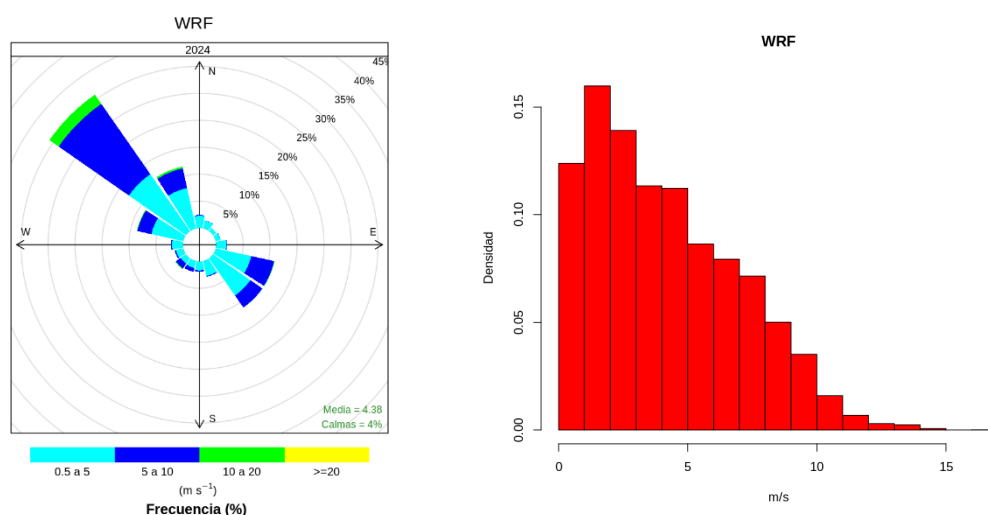


Figura 8. Rosa de vientos (izquierda) e histograma de frecuencia de intensidad de viento anual (derecha) simulado en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de ocasiones en un año en que se reproduce una dirección e intensidad del viento, respectivamente.

WRF

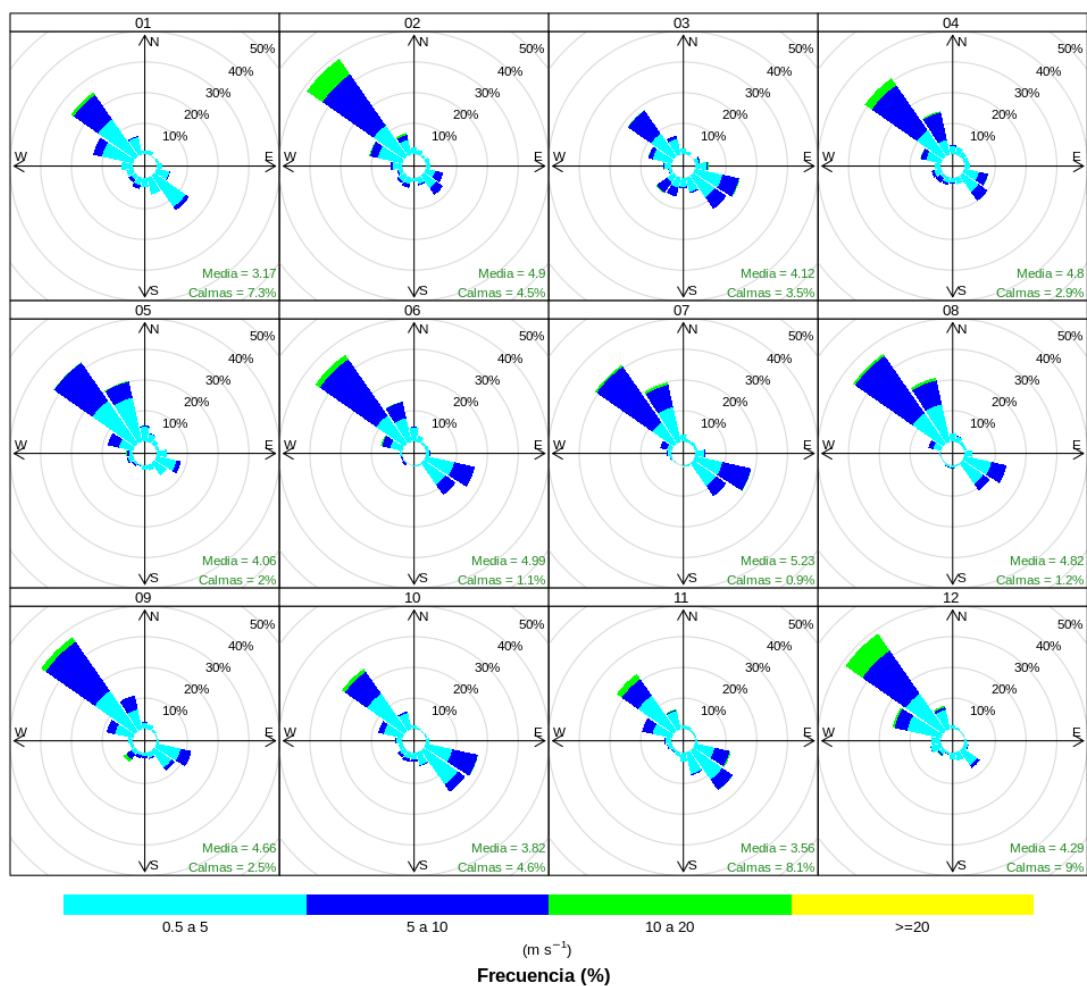


Figura 9. Rosas de viento mensuales en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de veces en un año que se reproduce una dirección del viento.

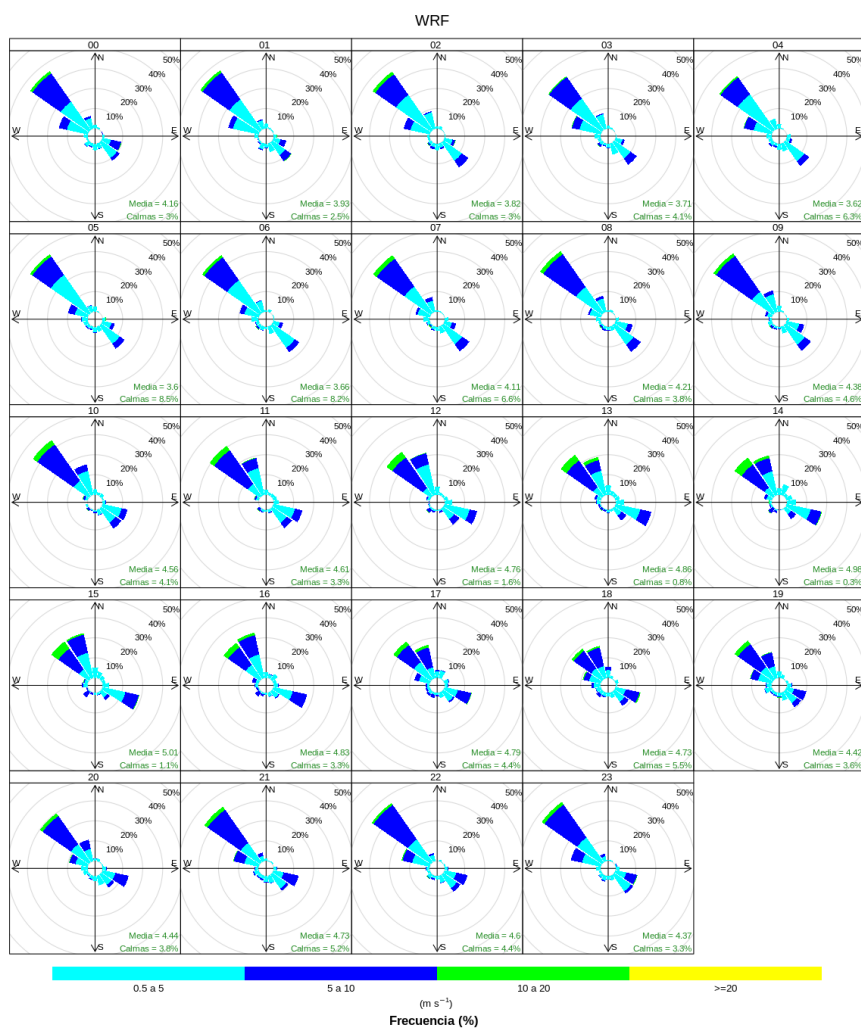


Figura 10. Rosas de viento horarias en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de veces en un año que se reproduce una dirección del viento.

La Tabla 7 muestra los valores medios mensuales de temperatura y los valores mínimos y máximos de cada mes del período estudiado. Las temperaturas mínimas ocurren en enero, con valores mensuales promedio de 6.7 °C y una media mensual mínima de -5.4 °C. Las temperaturas máximas ocurren en julio, con valores mensuales promedio de alrededor de 25.4 °C. Los valores máximos son superiores a 38 °C con un máximo absoluto en julio (40.5 °C). Sobre una base diaria (Figura 11), la oscilación de la temperatura es de 10 a 20 °C en promedio.

Tabla 7. Registros de temperatura mensual promedio, máximo y mínimo (en °C) simulados en el punto de análisis.

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio	6.7	9.4	11.3	13.1	16.3	21.1	25.4	25.3	18.0	15.6	11.1	6.7
Max.	17.8	17.7	25.7	28.9	30.1	35.1	40.5	38.7	30.6	25.5	19.4	17.3
Mín.	-5.4	1.4	0.3	2.5	2.8	8.8	12.5	13.7	6.0	4.9	0.7	-1.2

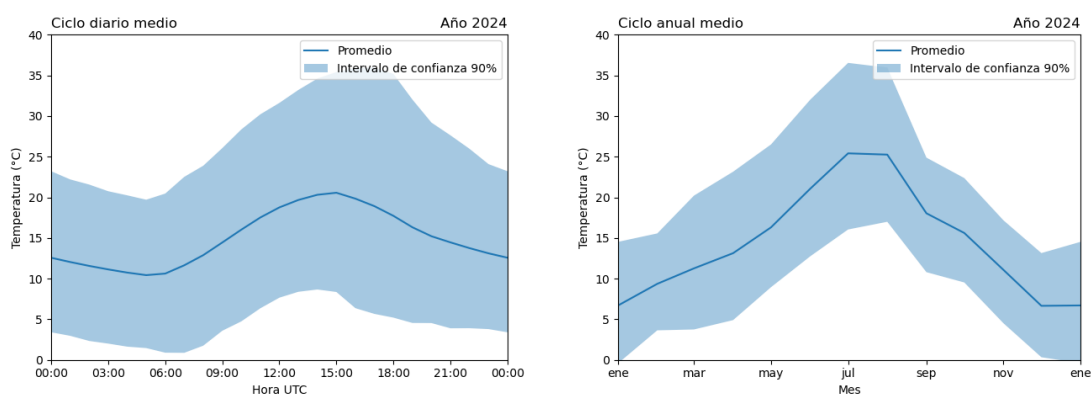


Figura 11. Temperatura simulada del ciclo diario (izquierda) y anual (derecha) en el punto de análisis.

De la Figura 12, correspondiente a los valores de precipitación acumulados para cada mes, se infiere que el mes más lluvioso fue octubre, con valores acumulados mensuales superiores a 110 mm, siendo abril y julio los meses más secos donde la precipitación acumulada fue menor a 5 mm.

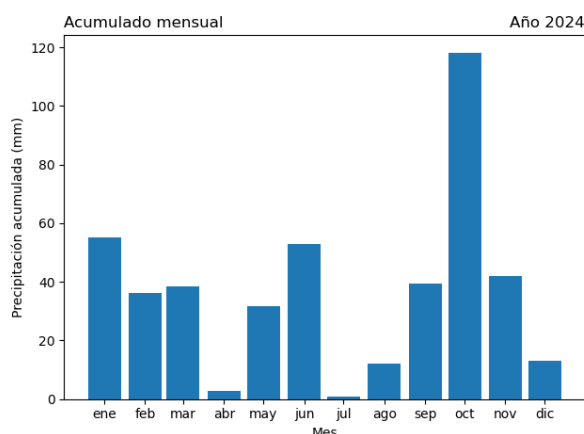


Figura 12. Precipitación mensual acumulada durante el año 2024 en el punto de análisis.

La Tabla 8 muestra los valores promedio, máximo y mínimo de la humedad relativa obtenida en el punto de análisis. Se puede observar que los valores máximos casi todo el año son de aproximadamente entre 97% a 100%, a excepción de los meses de marzo y julio que baja hasta el 94%. Por otro lado, el valor mínimo se registra también en julio (10%) seguido de junio (14%).

Tabla 8. Registros promedio, máximo y mínimo de humedad relativa mensual (en %).

Humedad rel.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio	78	71	66	60	60	58	49	53	66	76	82	79
Max.	100	97	94	97	98	96	94	98	100	98	100	99
Mín.	41	28	30	16	19	14	10	15	19	33	40	46

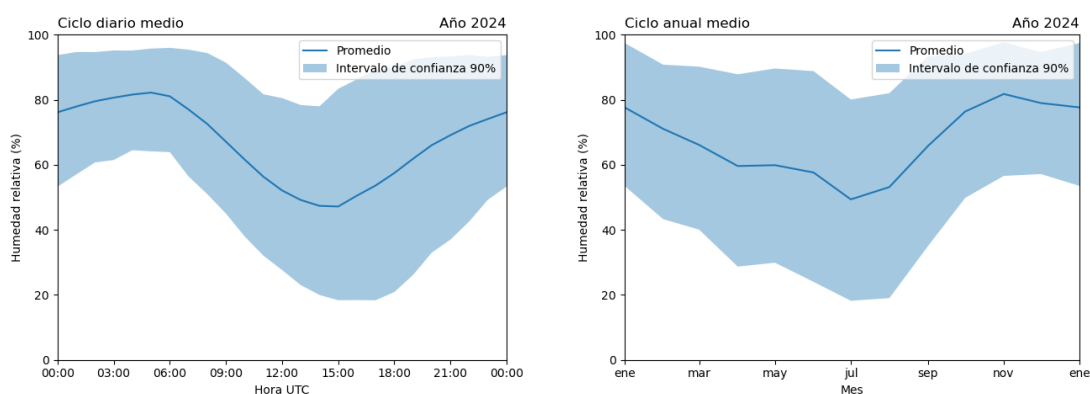


Figura 13. Ciclo diario (izquierda) y anual (derecha) de humedad relativa simulada en el punto de análisis.

En el ciclo diario (Figura 13) se observa una oscilación de la humedad relativa entre el 50% durante la hora central del día y el 80% durante la noche.

3.2. Validación de datos meteorológicos

Para la comparación entre los valores observados y modelados, se han utilizado los datos de las estaciones AEMET (ver sección 2.1).

Para la comparación numérica determinista entre datos observados y modelados, se han utilizado una serie de estadísticos. Según lo definido por la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) en su documento técnico No. 10/2011 (<http://www.eea.europa.eu/publications/fairmode>), la selección de estadísticos (que sirven como indicadores de la calidad de modelado) depende de la aplicación del modelo y su motivación, así como de las observaciones disponibles. Para llevar a cabo un análisis comparativo de los experimentos, se han utilizado las estadísticas indicadas en el documento técnico mencionado, a partir del cual se define un valor de referencia recomendado (Tabla A.2.3 del documento técnico No. 10/2011). Estas estadísticas y valores de referencia se incluyen en el documento del Borrador de la Guía del Medio Ambiente de la Agencia del Medio Ambiente de América del Norte (EPA) sobre evaluación de modelos meteorológicos (2009) y fueron sugeridos por Emery et al. (2001)³ y Tesche et al. (2002)⁴.

Así, por ejemplo, la dirección del viento se ha evaluado con las estadísticas MB (1) y MAGE (2), error medio y error absoluto promedio respectivamente. Se han añadido algunos estadísticos adicionales al análisis como el coeficiente de correlación. Las definiciones matemáticas de cada uno de los estadísticos utilizados se presentan a continuación:

Mean error:

$$MB = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M_i - O_i) \quad (1)$$

Mean absolute error:

$$MAGE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |M_i - O_i| \quad (2)$$

Mean root square error:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M_i - O_i)^2} \quad (3)$$

³ Emery C., Tai, E., 2001. Enhanced Meteorological Modeling and Performance Evaluation for Two Texas Ozone Episodes. Final report submitted to Texas Natural Resources Conservation Commission, prepared by ENVIRON, International Corp, Novato, CA.

⁴ Tesche, T.W., McNally, D.E., Tremback, C., 2002. Operational Evaluation of the MM5 Meteorological Model Over the Continental United States: Protocol for Annual and Episodic Evaluation. Prepared for US EPA by Alpine Geophysics LLC, Ft. Wright, KY, and ATMET, Inc., Boulder, CO.

Index of agreement:

$$IOA = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|M_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \quad (4)$$

Correlation coefficient:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N [(O_i - \bar{O})(M_i - \bar{M})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (M_i - \bar{M})^2}} \quad (5)$$

donde O_i corresponde a las observaciones; M_i corresponde a los valores modelados; \bar{O} corresponde al valor promedio de las observaciones y \bar{M} al valor promedio de los valores modelados; e i corresponde a cada uno de los N valores por hora de las variables analizadas para las estaciones AEMET durante el período de estudio.

La siguiente tabla muestra los resultados de las estadísticas de las estaciones AEMET consideradas.

Tabla 9. Estadística de comparación de modelos de observación evaluados para la estación considerada. Entre los detalles se encuentran los resultados estadísticos que se han recomendado. * Valor recomendado en áreas de topografía simple.

Variable	Estadístico (unidades) (recomendación)	AEMET 9434 – Zaragoza-Aeropuerto	AEMET 9434P – Zaragoza-Valdespartera	AEMET 9336D – Castejón de Valdejasa	Todas
Velocidad del viento horaria	MB (m/s) (<±0.5)	0.3	1.6	0.2	0.7
	RMSE (m/s) (<2)	2.2	2.5	1.9	2.2
	IOA (≥0.60)	0.84	0.76	0.85	0.81
Dirección del viento horaria	MB (°) (<±10)	-5	-5	11	1
	MAGE (°) (<30)*	37	38	41	39
Temperatura horaria	MB (°C) (<±0.5)	-0.8	-0.7	-1.1	-0.9
	MAGE (°C) (<2)	1.6	1.6	1.7	1.6
	IOA (≥0.80)	0.98	0.98	0.98	0.98
Humedad relativa horaria	MB (%) (<±10)	-2	1	1	1
	MAGE (%) (<±20)	9	9	8	9
	IOA (≥0.60)	0.90	0.90	0.91	0.91

En general, en la tabla anterior, los resultados considerando todas las estaciones muestran que la velocidad y la dirección del viento concuerdan de manera significativa con las observaciones en el punto de medición con un error medio de 2.2 m/s (RMSE) y 39° (MAGE), respectivamente. La velocidad del viento muestra una tendencia a sobreestimar (valores positivos de sesgo medio) para todas las estaciones. Es importante tener en cuenta que la información proporcionada por las estaciones de AEMET con respecto a la dirección del viento se entrega en resoluciones de ± 45 °, lo que debe tenerse en cuenta ya que es una fuente de incertidumbre adicional en el cálculo del error de la dirección de viento. En cuanto a la temperatura y la humedad, todos los valores

son suficientemente buenos y en general se encuentran por debajo de las recomendaciones. Los resultados mostrados en la Tabla 9, por tanto, determinan que la configuración del modelo WRF utilizada ofrece resultados fiables, ajustándose adecuadamente a las observaciones.

El conjunto de resultados mostrados brinda suficiente confiabilidad a los resultados del modelo, desde el punto de vista de la validación meteorológica.

La Figura 14 y la Figura 15 muestran la serie temporal y el diagrama de dispersión de la velocidad del viento para todas las estaciones. De la figura se observa que el modelo y las observaciones están correlacionadas, el rango de velocidades es similar; no obstante, el modelo presenta una pequeña sobreestimación con respecto a las observaciones.

Posteriormente se muestran las series temporales (Figura 17) y el diagrama de dispersión de puntos (Figura 18) de la temperatura. De las series temporales de la temperatura se deduce una buena concordancia entre el modelo y la observación (IOA=0,98). El diagrama de dispersión también muestra una buena concordancia entre la observación y el modelo según el coeficiente de correlación de 0,987 obtenido.

Las figuras 19 y 20 muestran las series temporales y el diagrama de dispersión de la humedad relativa, donde se puede comprobar la concordancia entre el modelo y la observación.

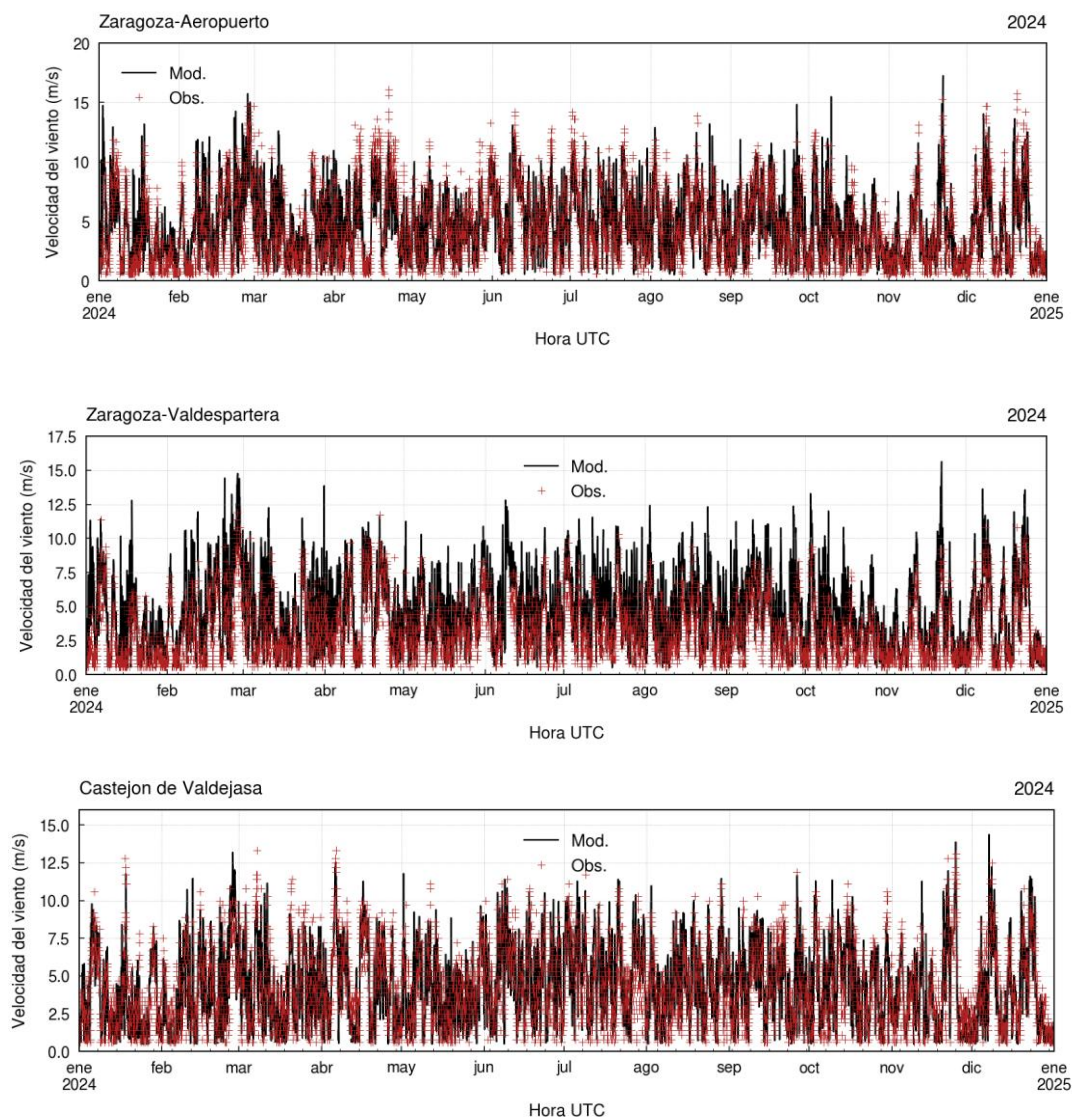


Figura 14. Serie anual de velocidad del viento medida en las estaciones diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones.

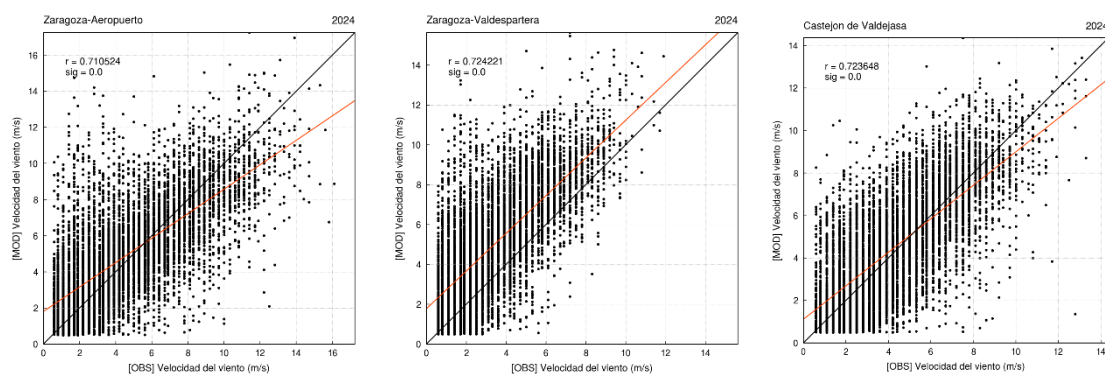


Figura 15. Diagramas de dispersión de velocidad del viento medida en las estaciones diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones.

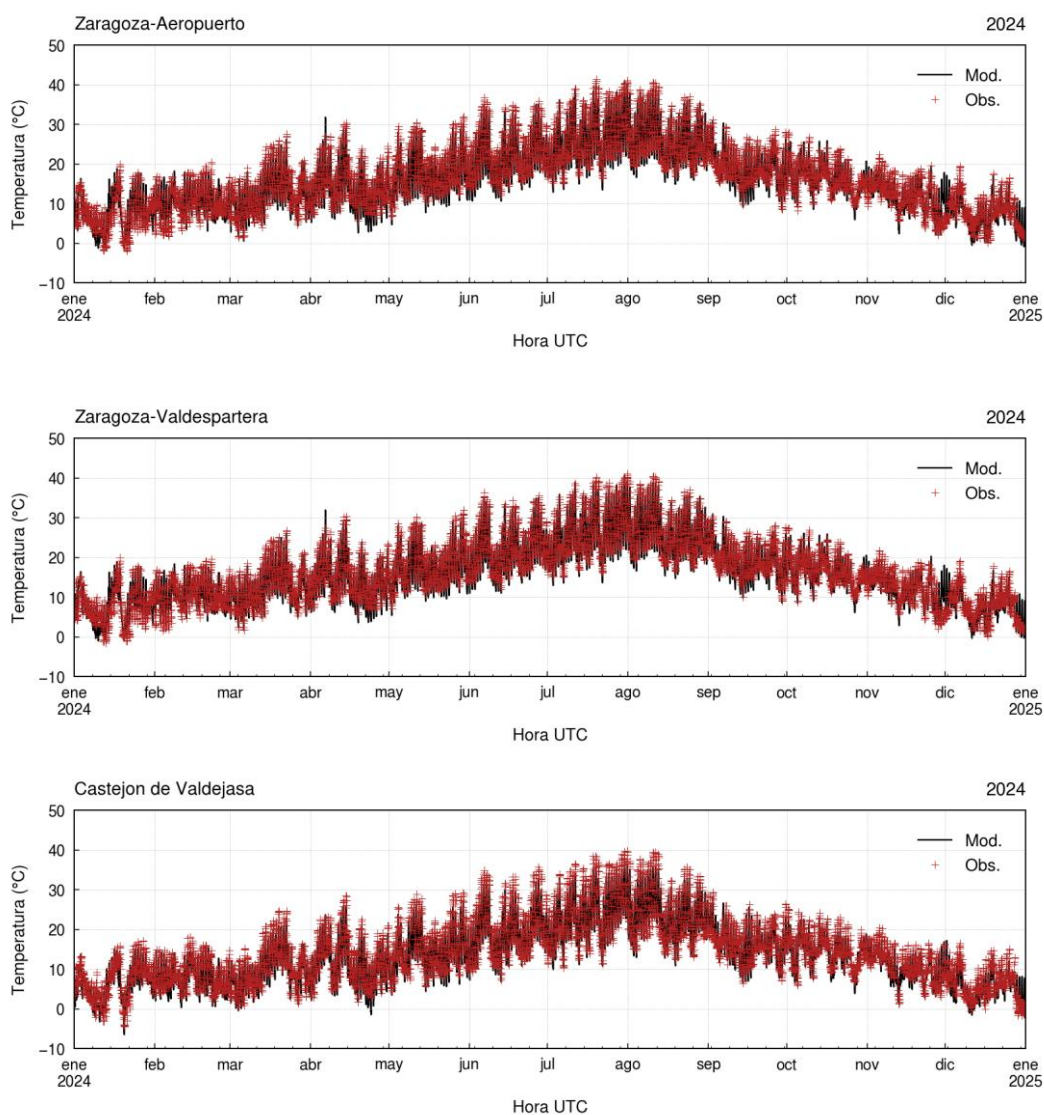


Figura 16. Serie anual de temperatura medida en las estaciones diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones

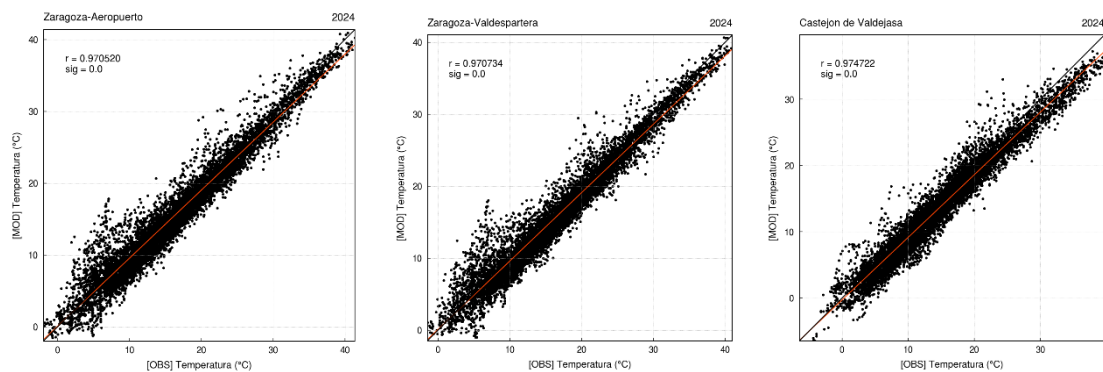


Figura 17. Diagramas de dispersión de temperatura medida en las estaciones de Zaragoza – Valdespartera y Leciñena diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones

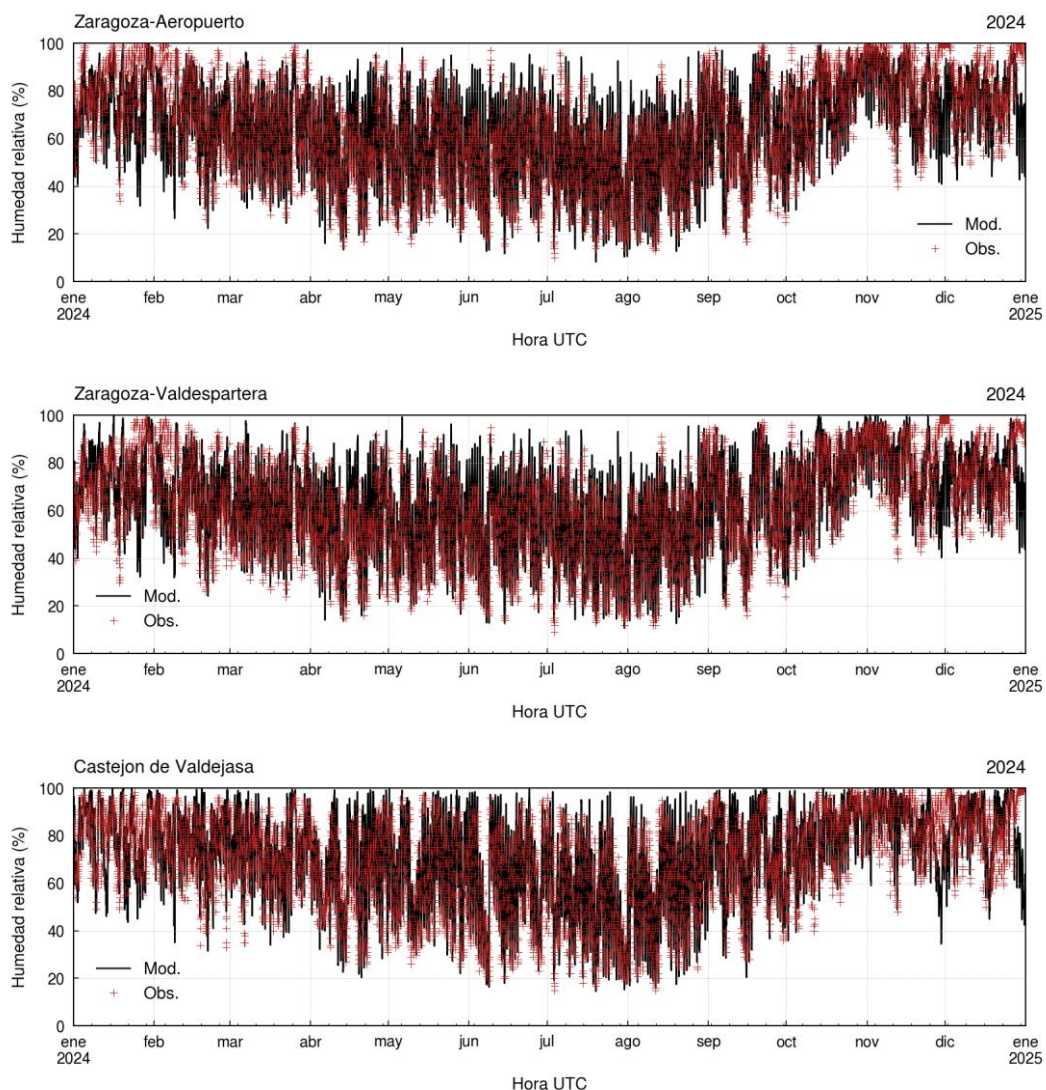


Figura 18. Serie anual de humedad relativa medida en las estaciones diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones

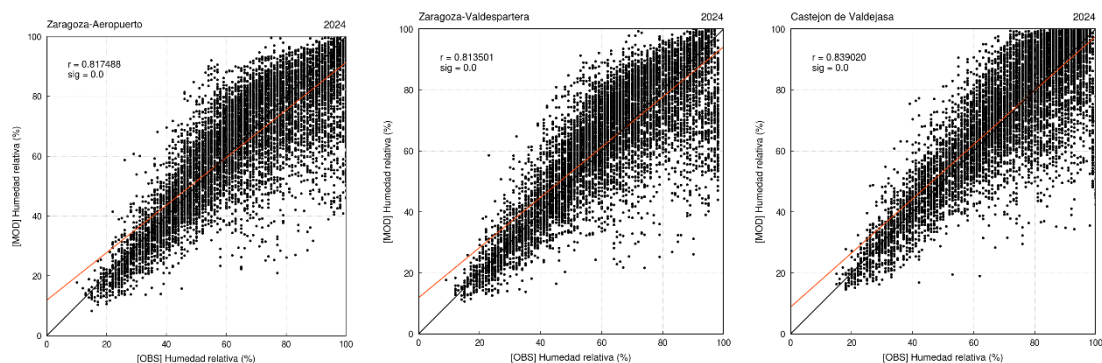


Figura 19. Diagramas de dispersión de humedad relativa medida en las estaciones de Zaragoza – Valdespartera y Leciñena diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones

5. Análisis de línea de base

La línea de base actual tiene como objetivo analizar la concentración de la calidad del aire en el área de estudio durante un período reciente y actuar como referencia para estudios de modelización sobre la dispersión de contaminantes en el sitio. La caracterización de la calidad del aire se ha realizado utilizando la información de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire presentes y disponibles en el área considerada proporcionada por el gobierno de Aragón⁵.

Sólo existía una estación de monitoreo operativa disponible y, por lo tanto, utilizada para esta ubicación: la estación de Alagón, cuya ubicación se muestra en la siguiente figura.

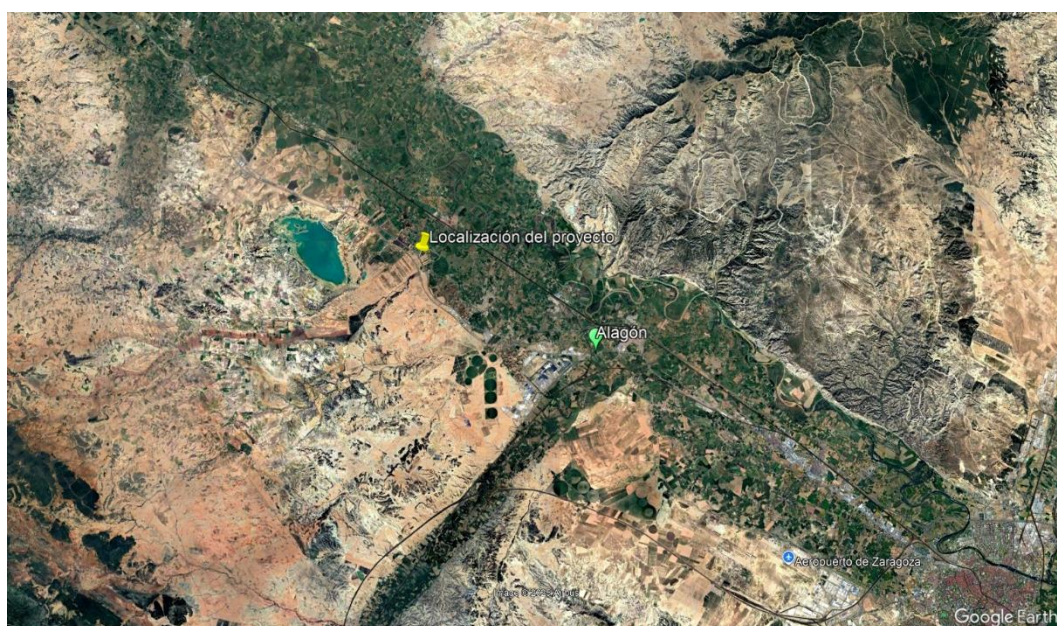


Figura 20. Localización de la estación de calidad del aire utilizada (en color verde)

Esta estación incluye registros de PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, and SO₂, y se ha utilizado como estación de referencia y ha servido como estudio para el análisis de contaminantes en el área. Sólo se presentan valores para los años 2022, 2023 y 2024 ya que el resto de los años no estaban disponibles para su descarga en la web <https://aragonaire.aragon.es/es>.

Se ha realizado una comparación técnica entre los valores de concentración obtenidos y la normativa ambiental vigente en el país para la Calidad del Aire (RD-102-2011). Se han evaluado los parámetros y condiciones presentados en la siguiente tabla. Los diferentes estadísticos calculados corresponden a los necesarios para la comparación directa con los valores límite de aplicación en la zona.

⁵ <http://www.aragonaire.es/>

Tabla 10. Límites de inmisión actuales (Real Decreto 102-2011 and European Directive EC/2008/50).

Parámetro	Período	Estándar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Observaciones
NO ₂	Horario	200	Media aritmética. Este límite no puede superarse en más de 18 ocasiones por año civil
	Anual	40	Media aritmética
SO ₂	Horario	350	Media aritmética. Este límite no puede superarse en más de 24 ocasiones por año civil
	24 horas	125	Media aritmética. Este límite no puede superarse en más de 3 ocasiones por año civil
PM ₁₀	24 horas	50	Media aritmética. Este límite no puede superarse en más de 35 ocasiones por año civil
	Anual	40	Media aritmética
PM _{2.5}	Anual	20	Media aritmética

La calidad del aire de referencia se centra en los valores estadísticos anteriores, y el análisis se realiza distinguiendo entre:

- Concentración anual: corresponde al valor medio del periodo simulado por el modelo durante el año de simulación para cada punto del dominio considerado.
- Concentración máxima diaria octohoraria: corresponde a la media máxima octohoraria durante 24 horas del periodo simulado por el modelo durante el año de simulación para cada punto del dominio considerado.
- Percentil X⁶: corresponde al valor de la variable de concentración que tiene por debajo de su valor el X% de los valores diagnosticados por el modelo durante el año de simulación para cada punto del dominio considerado.

A continuación, se presentan los resultados del diagnóstico realizado para la zona de modelización, mostrando los niveles de los diferentes contaminantes en la estación, así como la comparación sobre los valores monitorizados respecto a los valores límite legislados. Esta estación incluye registros de PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, y SO₂. Se ha utilizado como estación de referencia y ha servido de estudio para el análisis de contaminantes en la zona.

La Tabla 11 muestra la concentración anual de PM_{2.5} para el período 2022-2024 con un mínimo de 84,1% de datos disponibles. Como se puede ver, el valor anual está por debajo del límite legal (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) para los tres años analizados.

Tabla 11. Valores anuales de PM_{2.5} y porcentaje de datos disponibles para la estación de Alagón.

Estación	Media anual PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Datos disponibles (%)
2022	13.4	95.9
2023	11.1	84.9
2024	10.1	84.1

⁶ The numerical value corresponding to X is different for each pollutant and it is defined by the number of exceedances allowed according to the limit of each of them.

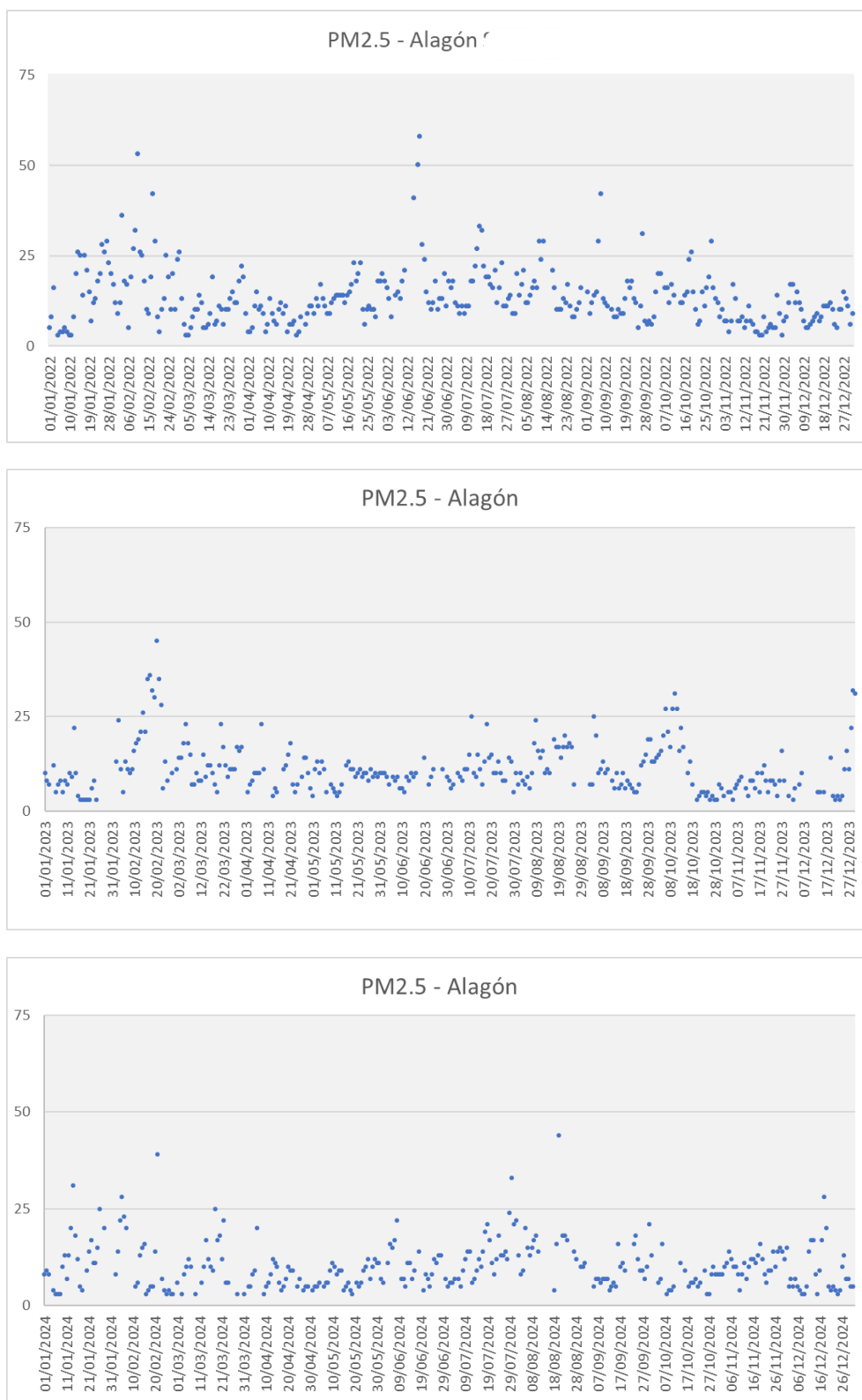


Figura 21. Evolución de los valores diarios de $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) en la estación de Alagón.

La Tabla 12 muestra un resumen del porcentaje de datos disponibles en cada estación según los datos existentes y el valor medio de PM_{10} para cada uno de los años. Se observa que el

porcentaje de observaciones diarias disponibles es superior al 97% para todo el periodo. Los valores registrados de PM₁₀ son inferiores a 40 µg/m³, el umbral establecido.

Tabla 12. Valores anuales de PM₁₀ y porcentaje de datos disponibles para la estación de Alagón.

Estación	Media anual PM ₁₀ (µg/m ³)	Datos disponibles (%)
2022	20.3	97.8
2023	17.7	97.3
2024	16.2	99.2

En cuanto al valor límite diario, el número de superaciones del valor de 50 µg/m³ registrado por año es inferior a 35 veces, por lo tanto, no excede el límite establecido por las regulaciones para la estación de Alagón (Tabla 13).

Tabla 13. Valores diarios observados del percentil 90,4 de PM₁₀ y número de superaciones registrado para el valor de 50 µg/m³ para la estación de Alagón.

Estación	PM ₁₀ P 90,4 (µg/m ³)	Superaciones
2022	35	6
2023	30	7
2024	28	4

Se puede observar en la Figura 20 que los valores diarios de PM₁₀ la mayoría del tiempo están por debajo del límite de 50 µg/m³, aunque sí existen algunos días en los que se superó esta umbral, tal y como hemos visto en la Tabla 13.



Figura 22. Evolución de los valores diarios de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la estación considerada en la estación de Alagón. El límite legal se indica con una línea roja rayada.

En el caso del NO₂, al comparar el promedio anual de las estaciones con el límite establecido (40 µg/m³) se observa en la Tabla 14 que los niveles registrados son inferiores a 15 µg/m³, por lo tanto, están por debajo del límite establecido. Para este contaminante, el conjunto de datos disponibles superior al 98% en los diferentes años estudiados (2022-2024), por lo que los resultados obtenidos son muy confiables.

Tabla 14. Valores anuales de NO₂ y porcentaje de datos disponibles para la estación de Alagón.

Estación	Media anual NO ₂ (µg/m ³)	Datos disponibles (%)
2022	14.7	97.4
2023	12.9	98.0
2024	14.6	98.7

La Tabla 15 muestra que no se han registrado valores que excedan el límite horario establecido en la legislación española de 200 µg/m³ (visto en la Figura 23).

Tabla 15. Valores horarios observados del percentil 99,8 de NO₂ y número de superaciones registradas para el valor de 200 µg/m³ para la estación de Alagón.

Estación	NO ₂ P 99,8 (µg/m ³)	Superaciones
2022	128.0	0
2023	57	0
2024	59	0

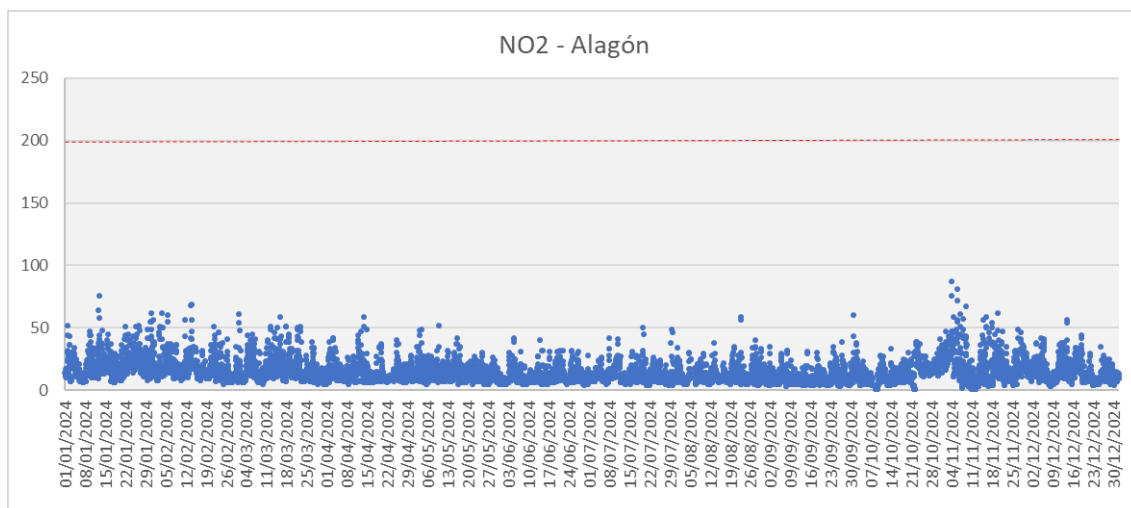
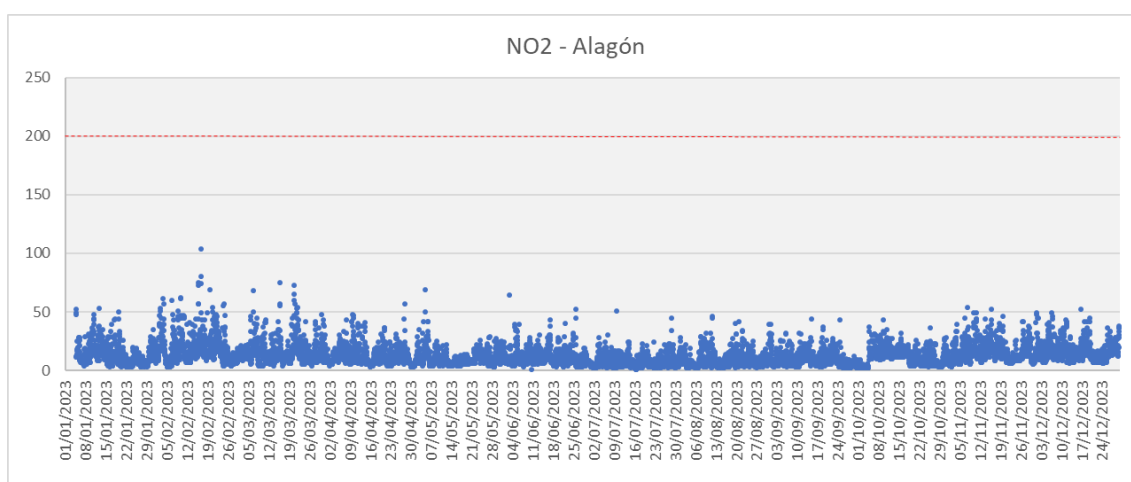
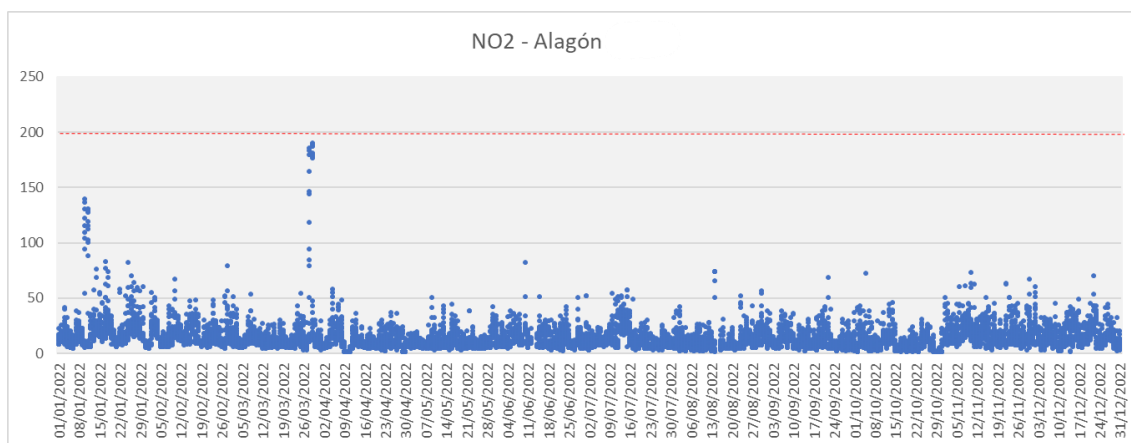


Figura 23. Evolución de los valores horarios de NO₂ (µg/m³) en la estación de Alagón. El límite legal se indica con una línea roja rayada.

En el caso de SO₂, en la Tabla 16 se puede ver que el porcentaje de datos disponibles es superior al 98%. Los valores del percentil diario 99,2 están por debajo del límite y no presentan superaciones; los valores del percentil horario 99,7 también están por debajo del límite establecido y no presentan superaciones como se puede ver en las Tabla 17 y Tabla 18, respectivamente. La Figura 24 muestra la evolución de los valores diarios, que permanecen lejos del límite de 125 µg/m³.

Tabla 16. Valores anuales de SO₂ y porcentaje de datos disponibles para la estación de Alagón.

Estación	Media anual SO ₂ (µg/m ³)	Datos disponibles (%)
2022	3.9	97.8
2023	3.7	98.9
2024	3.5	98.9

Tabla 17. Valores diarios observados del percentil 99,2 de SO₂ y número de superaciones registradas para el valor de 125 µg/m³ para la estación de Alagón.

Estación	SO ₂ P 99,2 (µg/m ³)	Superaciones
2022	8	0
2023	10	0
2024	10	0

Tabla 18. Valores diarios observados del percentil 99,7 de SO₂ y número de superaciones registradas para el valor de 350 µg/m³ para la estación de Alagón.

Estación	SO ₂ P 99,7 (µg/m ³)	Superaciones
2022	37	0
2023	15	0
2024	16	0

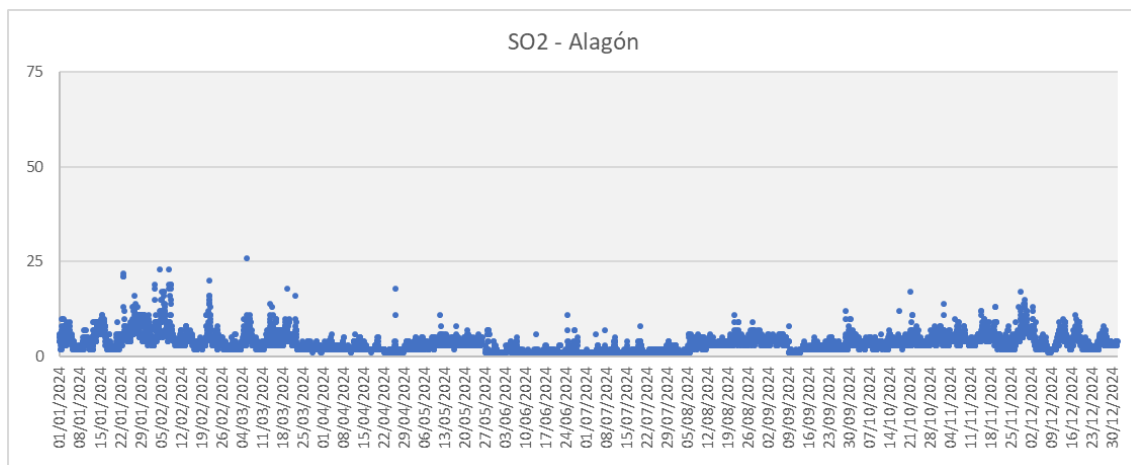
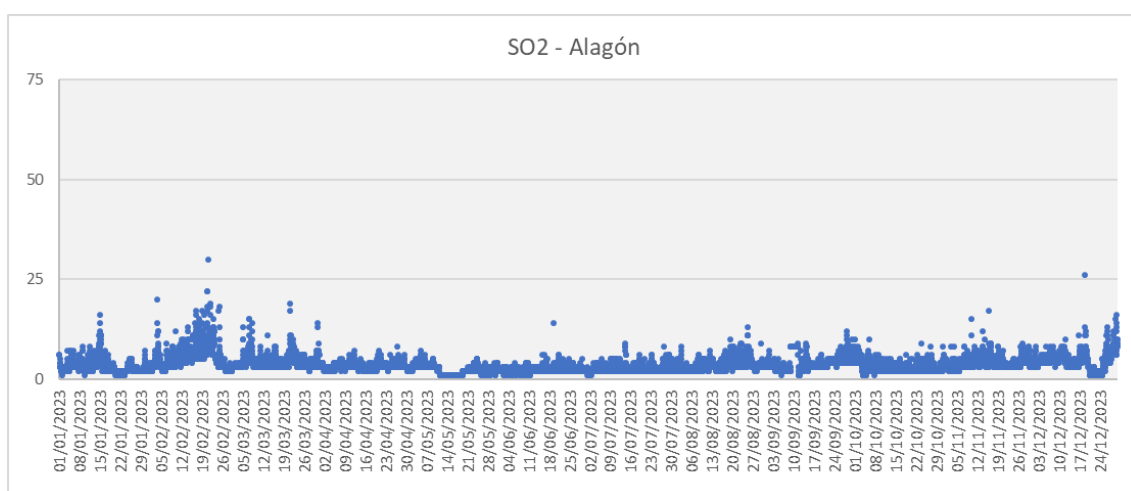
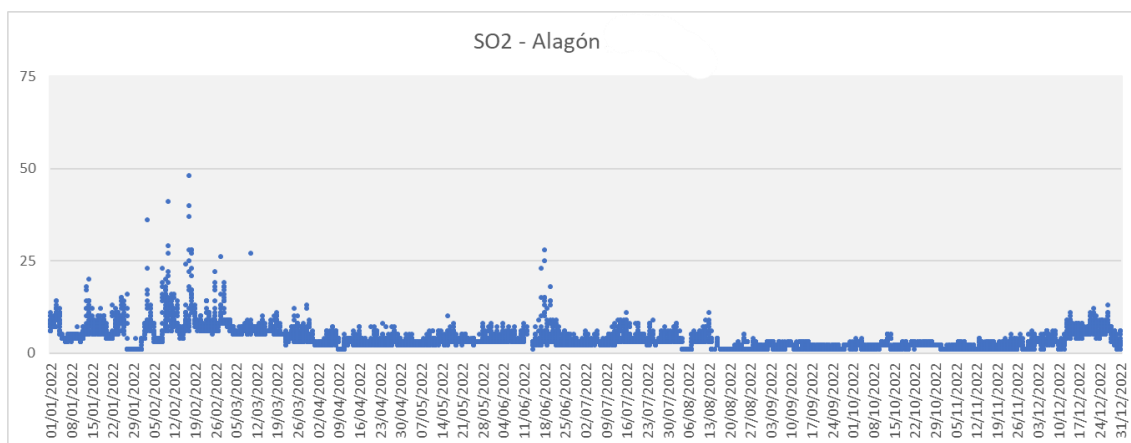


Figura 24. Evolución de los valores diarios de SO₂ (µg/m³) en la estación de Alagón.

6. Configuración del modelo de dispersión

La simulación con el modelo de dispersión de contaminantes CALPUFF se ha realizado en un dominio de 20x20 km², de 500 metros de resolución. El dominio está centrado en el punto 41,809956° N y 1,262133° O. Las características del dominio de modelización se muestran a continuación.

Tabla 19. Propiedades del dominio de simulación CALPUFF. UTM zona 30 y WGS-84.

Campo	Dominio CALPUFF
Rango XUTM (m)	634355 – 654355
Rango YTUM (m)	4620130 – 4640130
Extensión	20 x 20 km ²
Número de celdas	40 x 40
Espaciamiento	500 m
Niveles verticales	20

Los usos del suelo se han extraído de la base de datos CCI-LC (<http://www.esa-landcover-cci.org>) con una resolución de 300 m. La topografía de la zona se ha extraído de la base de datos SRTM (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>), con resolución aproximada de 90 metros (3 arc-sec).

Ambas bases de datos han sido implementadas en el modelo WRF-ARW, considerando así la mayor resolución posible disponible, tanto de topografía como de usos del suelo. Esta consideración ha ayudado a mejorar la representatividad de los parámetros meteorológicos obtenidos con la modelización a 1 kilómetro. Posteriormente, estos parámetros se han adaptado para la realización de las simulaciones con CALPUFF a la resolución horizontal del dominio de 500 metros.

6.1. Escenarios de modelización

El modelo de dispersión CALPUFF se ha configurado para un total de dos escenarios de modelización, dependiendo de las emisiones a considerar.

A continuación, se indican los diferentes escenarios de modelado considerados:

- **Escenario 1:** condiciones normales de operación
- **Escenario 2:** emergencia de corta duración
- **Escenario 3:** avería interna de larga duración

El período de simulación abarca todo el año 2024. La simulación se ha llevado a cabo para el NO₂ (Dióxido de nitrógeno), CO (Monóxido de carbono), SO₂ (Dióxido de azufre), PM₁₀ (Material particulado < 10 µm), PM_{2.5} (Material particulado < 2.5 µm), Pb (Plomo), Cd (Cadmio), As (Arsénico), Ni (Níquel) and C₆H₆ (Benceno), estimando su dispersión con el modelo CALPUFF.

6.2. Fuentes de emisión

Las fuentes emisoras consideradas en la Sección 3.1 se han incluido convenientemente en el archivo de configuración del modelo CALPUFF. El modelo de dispersión diferencia entre emisiones puntuales, lineales, areales y volumétricas, y los datos necesarios para caracterizar cada una de estas emisiones son diferentes. En este proyecto, se evalúa la actividad de los generadores diésel y turbinas, y, por lo tanto, solo se consideran las fuentes puntuales. Los datos de entrada requeridos para cada fuente puntual (cada chimenea) se especifican a continuación:

- Coordenadas geográficas en UTM
- Altura de la fuente
- Elevación del terreno
- Diámetro de la fuente
- Temperatura de salida de los gases
- Velocidad de salida de los gases
- Intensidad de emisión (masa por unidad de tiempo)

Las fuentes puntuales del inventario de emisiones se han incorporado al modelo CALPUFF de acuerdo con sus características geométricas. Cada fuente se introduce en el modelo con su propia configuración y características.

7. Resultados

En las siguientes secciones se presentan los campos de concentración obtenidos mediante el modelo de dispersión CALPUFF, diferenciando entre:

- Concentración media: corresponde al valor medio del período simulado por el modelo durante el año de simulación para cada punto del dominio considerado.
- Concentración máxima diaria de 8 horas: corresponde a la media móvil máxima de 8 horas durante 24 horas del período simulado por el modelo durante el año de simulación para cada punto del dominio considerado.
- Percentil X⁷: corresponde al valor de la variable de concentración que tiene por debajo de su valor el X% de los valores diagnosticados por el modelo durante el año de simulación para cada punto del dominio considerado.

Los diferentes estadísticos calculados se corresponden con los necesarios para la comparación directa con los valores límites de aplicación en la zona. En la siguiente tabla se muestran los valores límite de aplicación en España para cada contaminante analizado.

Tabla 20. Límites de inmisión actuales (Real Decreto 102-2011 y la Directiva Europea EC/2008/50).

Parámetro	Período	Valor	Estadístico
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Anual	40 µg/m ³ 30 µg/m ³	Media aritmética Media aritmética (nivel crítico para vegetación)
	Horario	200 µg/m ³	Media aritmética. Este límite no puede superarse en más de 18 ocasiones por año civil
Monóxido de carbono (CO)	Diario	10 mg/ m ³	Promedio móvil diario máximo de 8 horas
Dióxido de azufre (SO ₂)	Diario	125 µg/m ³	Media aritmética. Este límite no puede superarse en más de 3 ocasiones por año civil
	Horario	350 µg/m ³	Media aritmética. Este límite no puede superarse en más de 24 ocasiones por año civil
	Anual	20 µg/m ³	Media aritmética (nivel crítico para vegetación)
Material particulado <10 µm (PM ₁₀)	Anual	40 µg/m ³	Media aritmética
	Diario	50 µg/m ³	Media aritmética. Este límite no puede superarse en más de 35 ocasiones por año civil
Material particulado <2.5 µm (PM _{2.5})	Anual	25 µg/m ³	Media aritmética
Plomo (Pb)	Anual	0.5 µg/m ³	Media aritmética
Cadmio (Cd)	Anual	5 ng/m ³	Media aritmética
Arsénico (As)	Anual	6 ng/m ³	Media aritmética
Níquel (Ni)	Anual	20 ng/m ³	Media aritmética
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	5 µg/m ³	Media aritmética

⁷ El valor numérico correspondiente a X es diferente para cada contaminante y se define por el número de excedentes permitidos de acuerdo con el límite de cada uno de ellos.

El estudio se completa con la evaluación de los valores de concentración en cada uno de los puntos de interés receptores, teniendo en cuenta el valor límite establecido en el RD-102-2011 y la Directiva Europea EC/2008/50. La Tabla 21 muestra los puntos receptores discretos considerados en la evaluación, que corresponden a los sitios más sensibles dentro del dominio, tales como áreas urbanas, áreas naturales protegidas, etc. Todas las coordenadas UTM se referencian de acuerdo con la zona geográfica 30 utilizando el elipsoide de referencia WGS-84 .

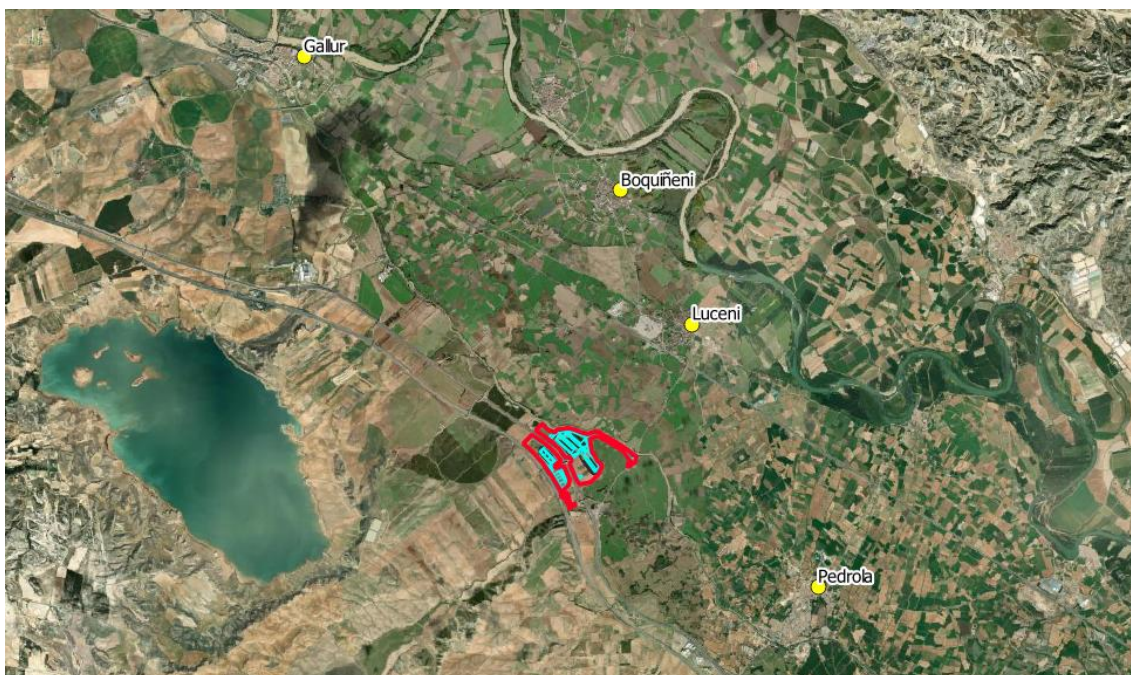


Figura 25. Puntos receptores de interés considerados.

Tabla 21. Localización geográfica de los receptores puntuales de interés que representan receptores sensibles a analizar. Huso geográfico 30 y elipsoide de referencia WGS-84.

Receptor	XUTM (m)	YUTM (m)
Gallur	640247	4636533
Boquiñeni	645262	4634414
Luceni	646390	4632299
Pedrola	648382	4628140

En las siguientes secciones se presentan diferentes tablas y figuras resumen de los resultados de modelización. A continuación, se realiza una breve descripción de los diferentes resultados que se muestran:

- Campos de concentración georreferenciados: se presenta el campo de concentración georreferenciado según los estadísticos definidos en los valores límite para una comparación directa con éstos.
- Tablas de valores en puntos receptores: se presenta el valor de concentración en los puntos receptores de interés definidos según los estadísticos definidos en los valores límite para una comparación directa con éstos.

7.1. Escenario 1

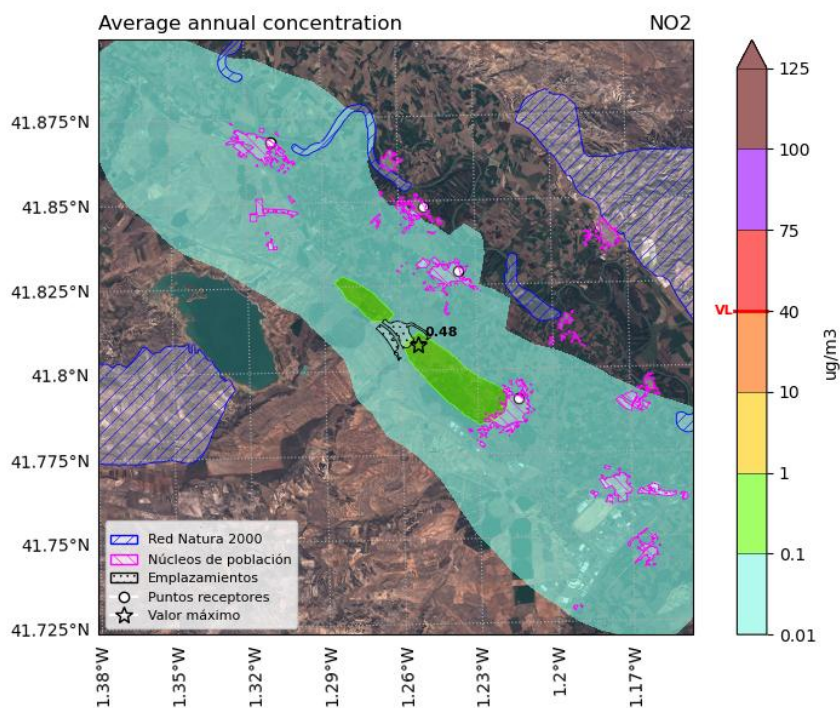


Figura 26. Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

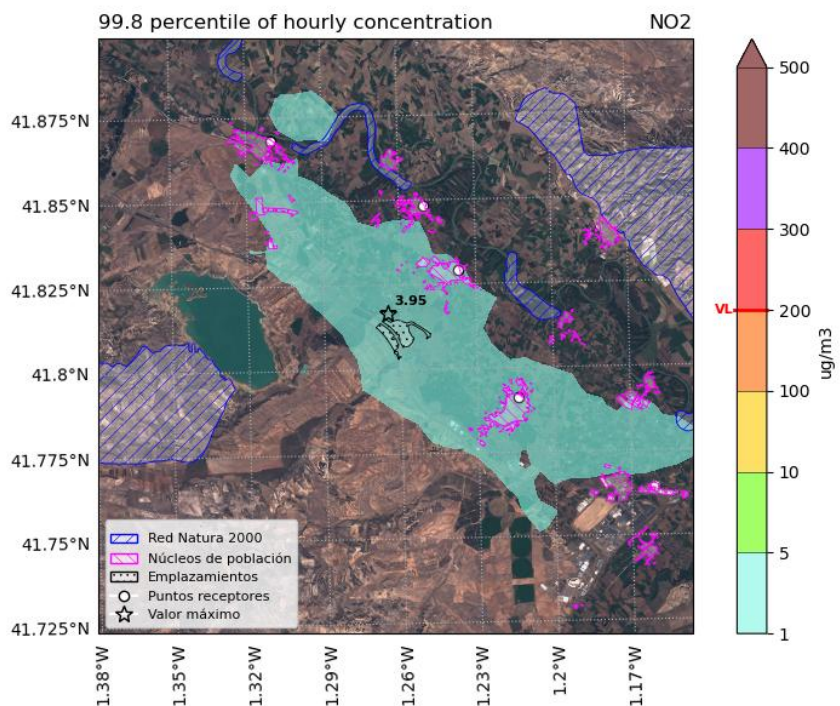


Figura 27. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

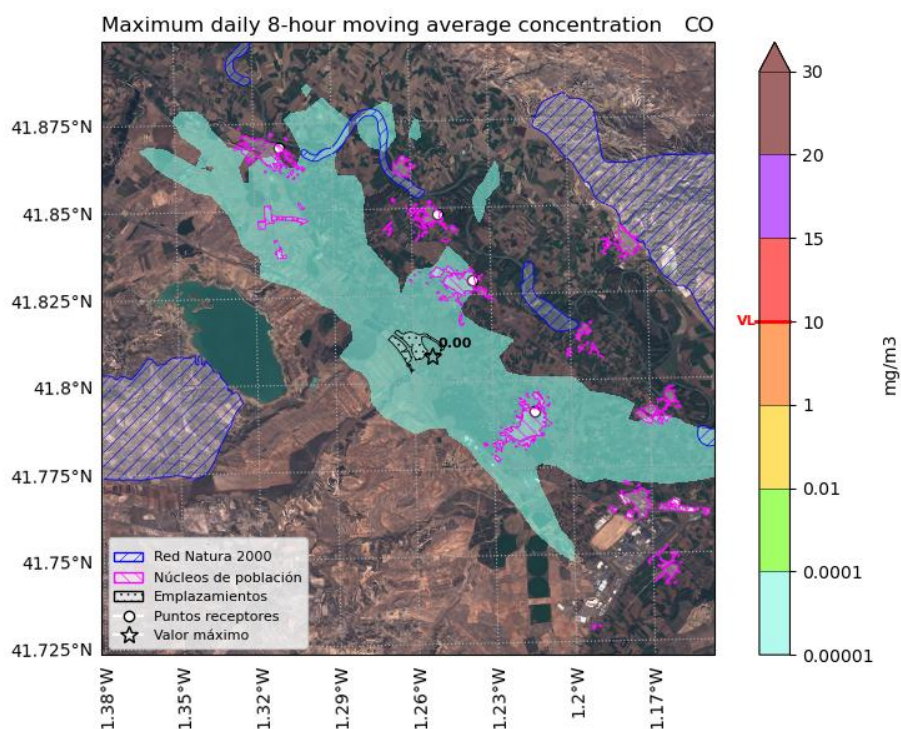


Figura 28. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

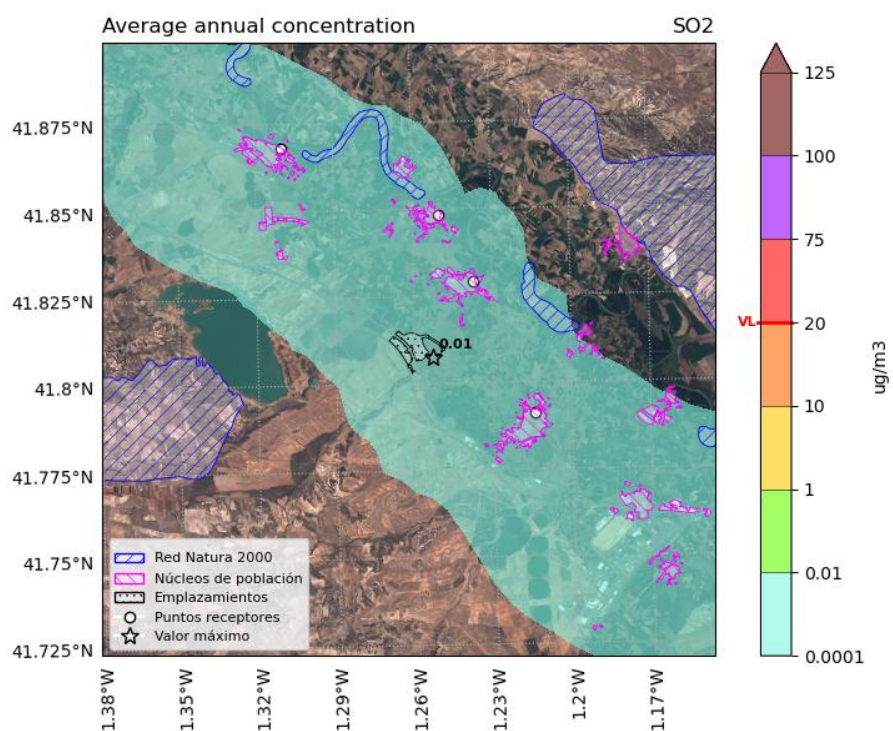


Figura 29. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación.

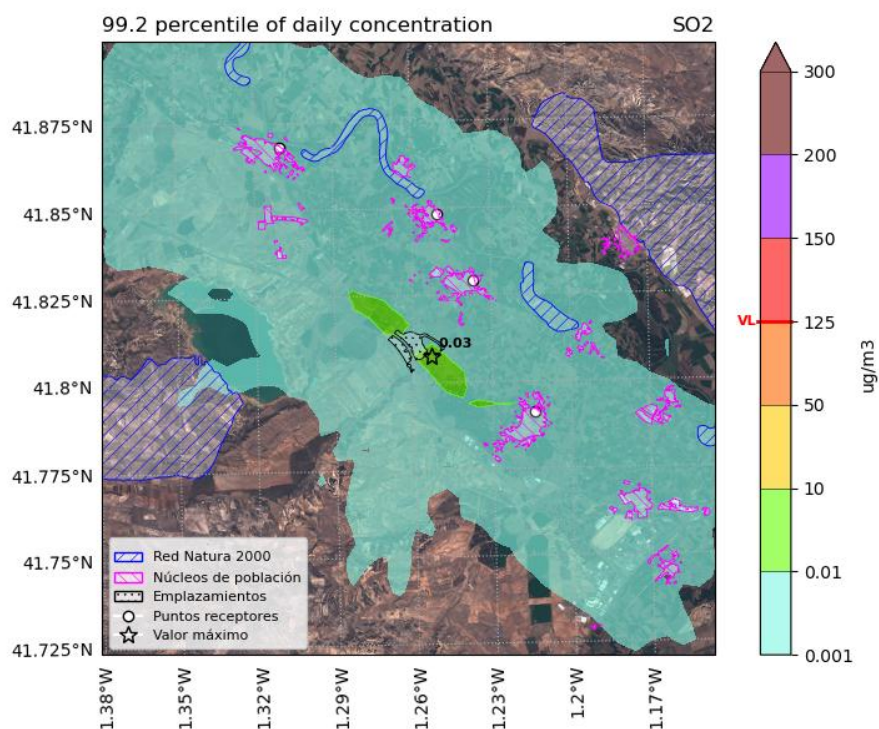


Figura 30. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

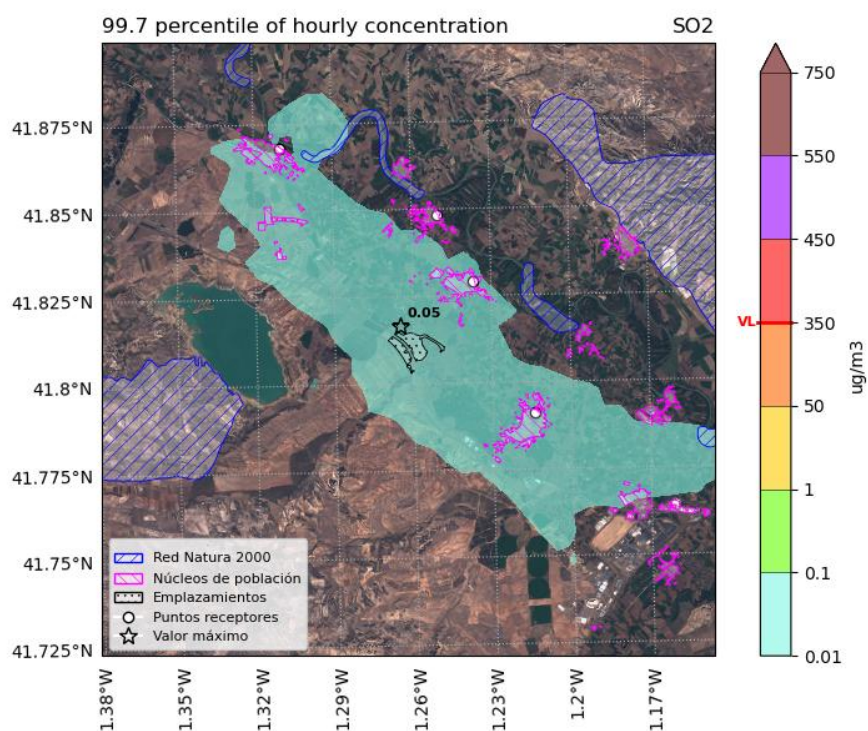


Figura 31. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

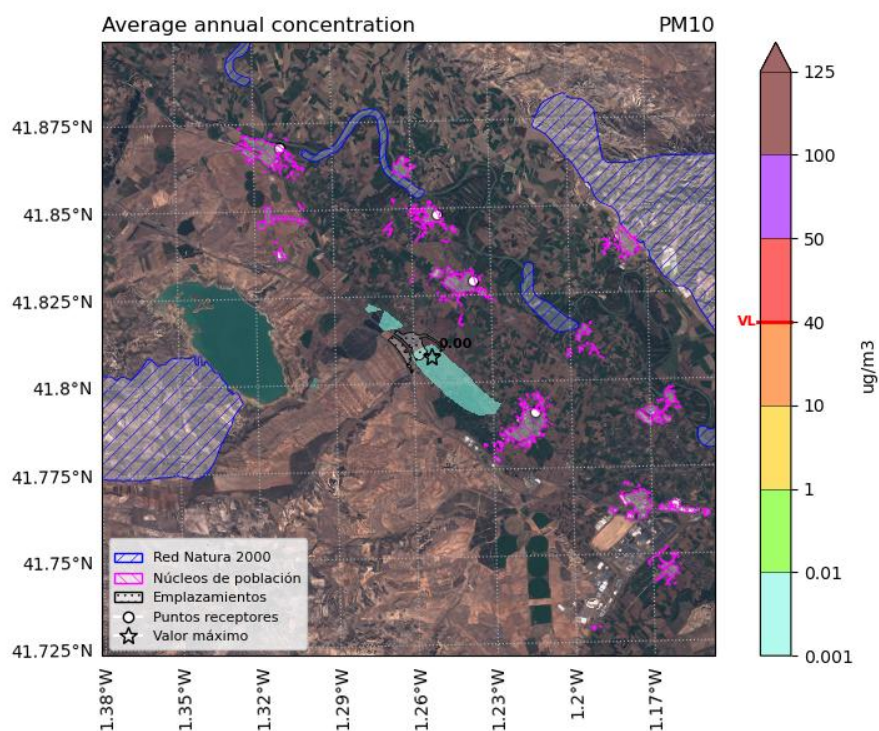


Figura 32. Campo de concentración anual de PM_{10} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

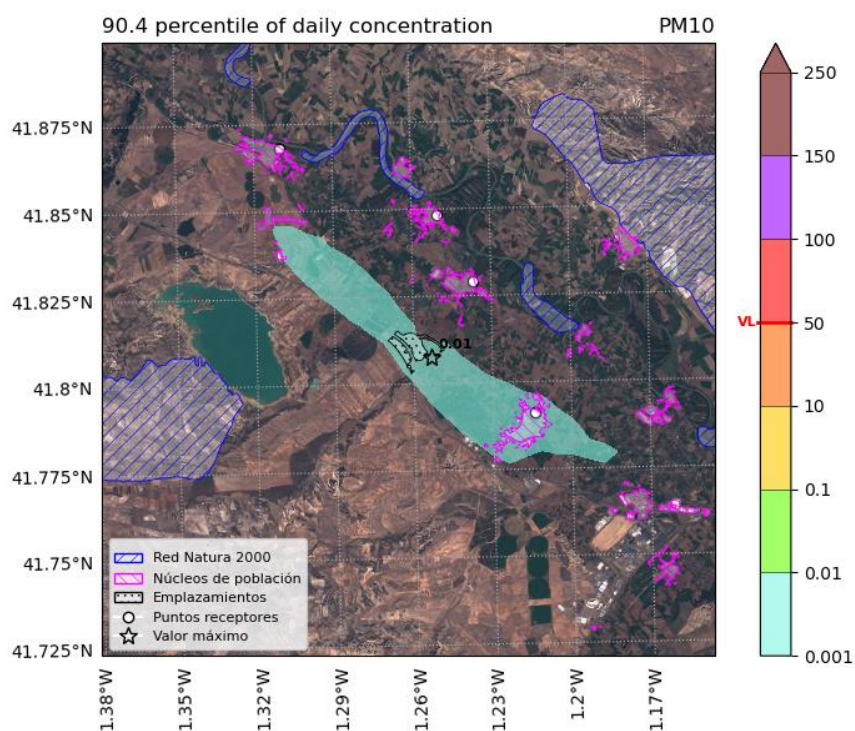


Figura 33. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM_{10} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

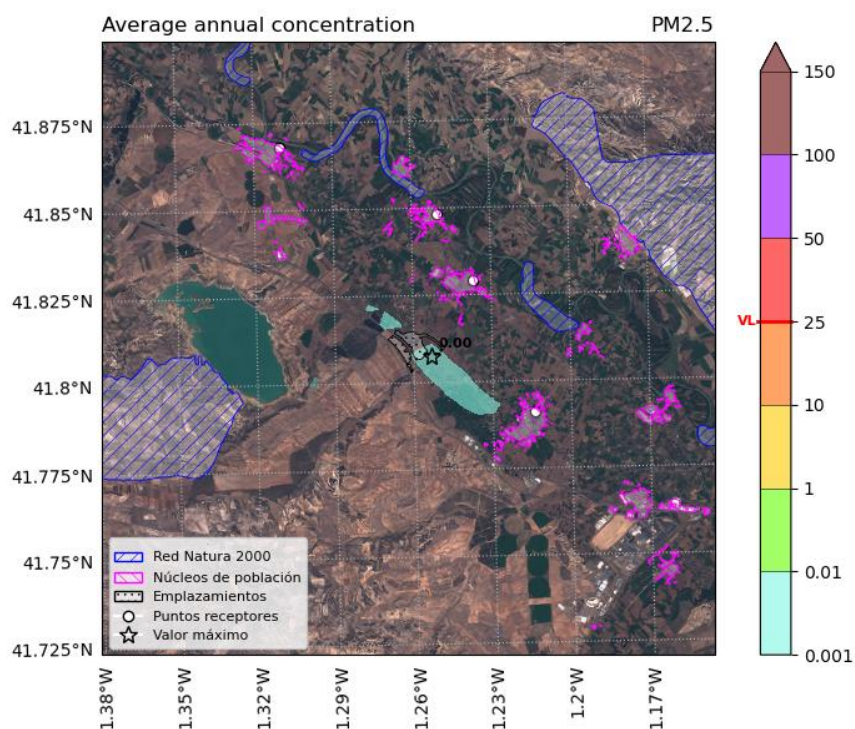


Figura 34. Campo de concentración anual de PM_{2,5} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

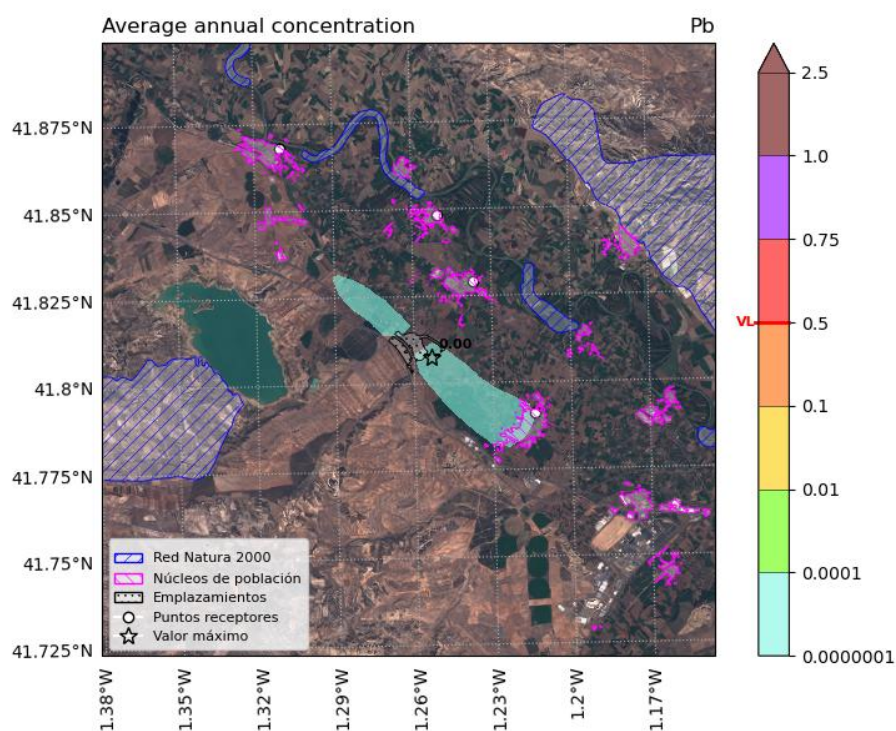


Figura 35. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

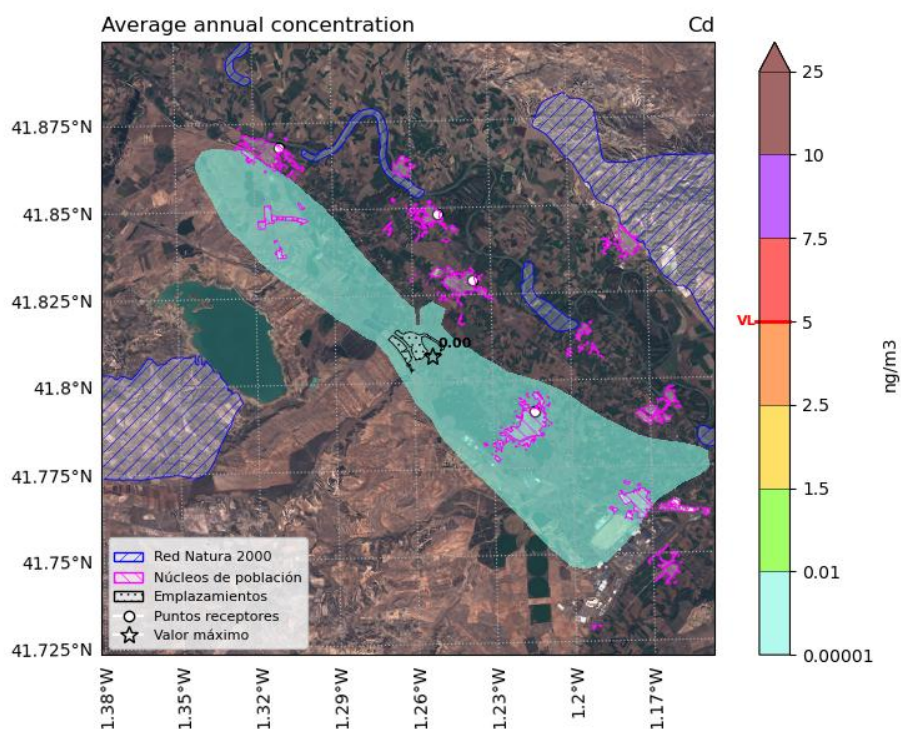


Figura 36. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

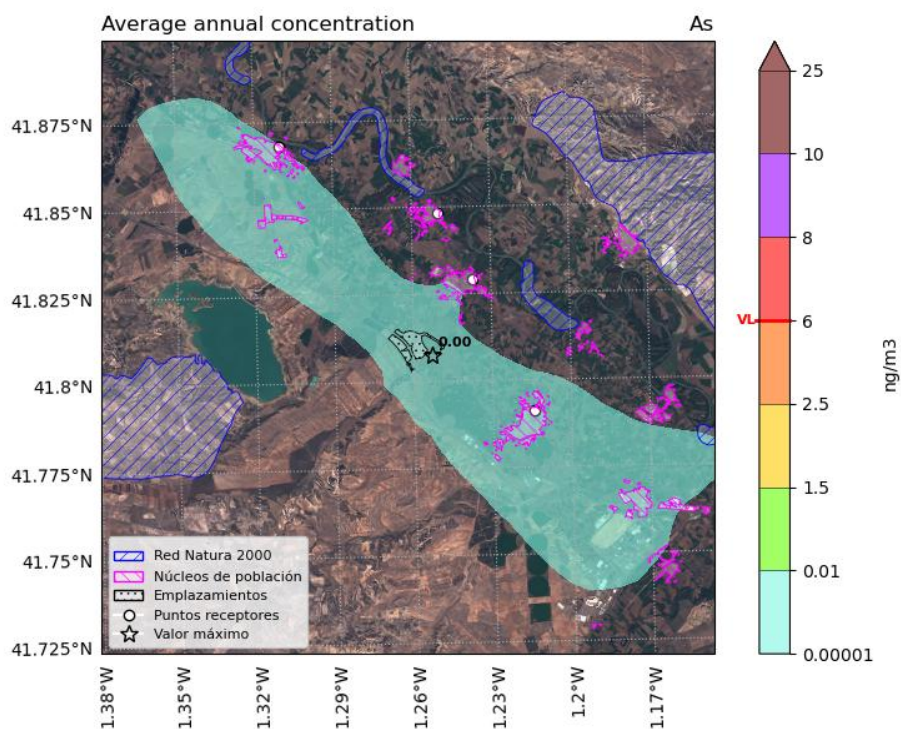


Figura 37. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

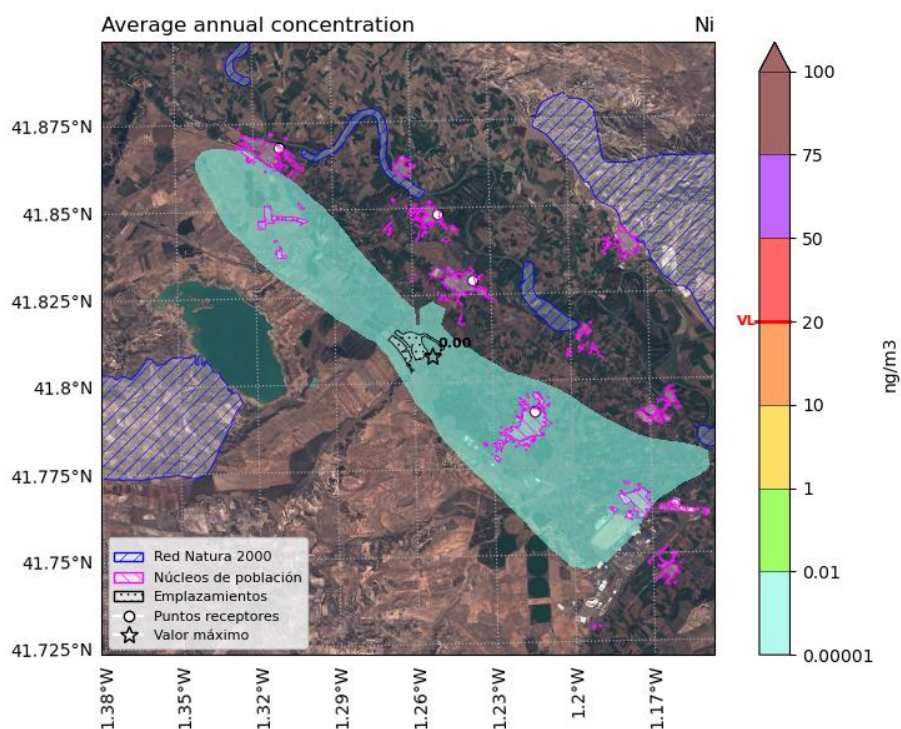


Figura 38. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

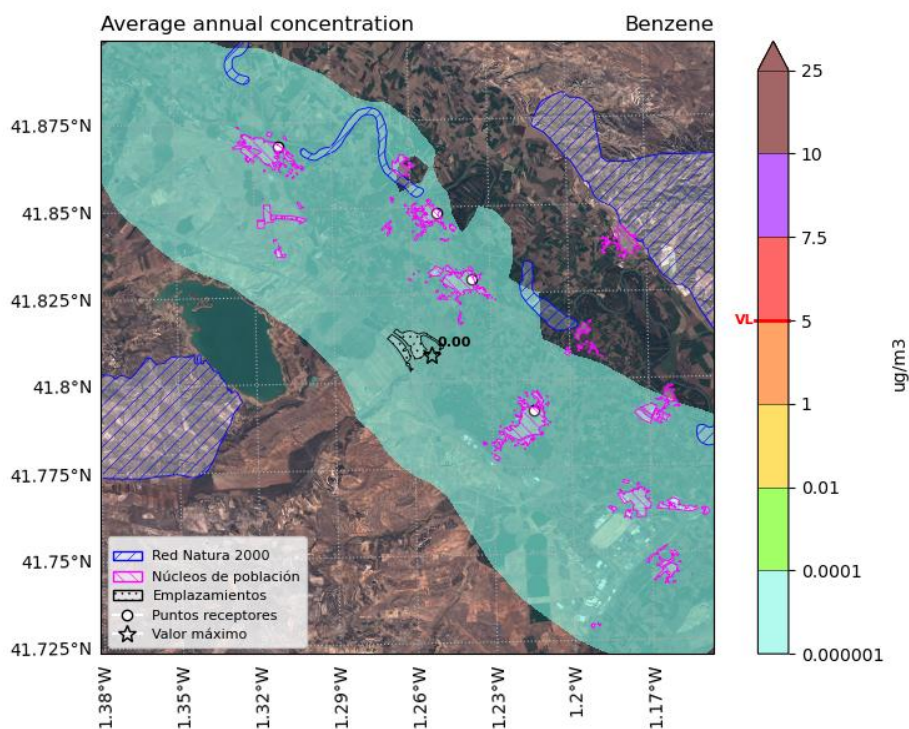


Figura 39. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

Tabla 22. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 1. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Receptor	NO ₂ Anual	NO ₂ Horario (P99.8)	CO 8-hr	SO ₂ Anual	SO ₂ Diario (P99.2)	SO ₂ Horario (P99.7)
Gallur	1.82E-02	8.88E-01	8.87E-06	2.37E-04	2.17E-03	9.63E-03
Boquiñeni	9.65E-03	7.35E-01	6.21E-06	1.24E-04	1.51E-03	7.53E-03
Luceni	1.36E-02	1.02E+00	9.55E-06	1.83E-04	2.57E-03	1.13E-02
Pedrola	8.52E-02	2.12E+00	2.71E-05	1.13E-03	7.82E-03	2.56E-02
Valor límite	40 µg/m³	200 µg/m³	10 mg/m³	20* mg/m³	125 µg/m³	350 µg/m³

Tabla 23. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 1. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	PM ₁₀ Anual	PM ₁₀ Diario (P90.4)	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
Gallur	1.19E-04	3.82E-04	1.17E-04	2.06E-08	6.87E-06	9.66E-06	6.87E-06	2.05E-06
Boquiñeni	6.16E-05	2.05E-04	6.09E-05	1.06E-08	3.53E-06	5.02E-06	3.53E-06	1.10E-06
Luceni	9.27E-05	3.62E-04	9.22E-05	1.60E-08	5.32E-06	7.59E-06	5.32E-06	1.54E-06
Pedrola	5.63E-04	1.56E-03	5.54E-04	9.74E-08	3.25E-05	4.57E-05	3.25E-05	9.21E-06
Valor límite	40 µg/m³	50 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³	5 µg/m³

Los valores del modelo se comparan con los valores de fondo de 2024, detallados en el análisis de referencia de la calidad del aire de la sección 5. Se presenta una tabla en la que se compara el valor máximo del modelo con el valor de fondo registrado en las proximidades de los emplazamientos. Se puede observar que para ninguno de los contaminantes se supera el valor límite cuando se considera el valor máximo estimado por el modelo sumado al valor de fondo.

Tabla 24. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Escenario	Valor	NO ₂ Anual	CO 8-hr	SO ₂ Anual	PM ₁₀ Anual	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual
Escenario 1	Fondo	15	0	4	16	10	0	0	1	2
	Máx. modelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total (F+M)	15	0	4	16	10	0	0	1	2
Valor límite		40 µg/m³	10 mg/m³	20* µg/m³	40 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³

7.2. Escenario 2

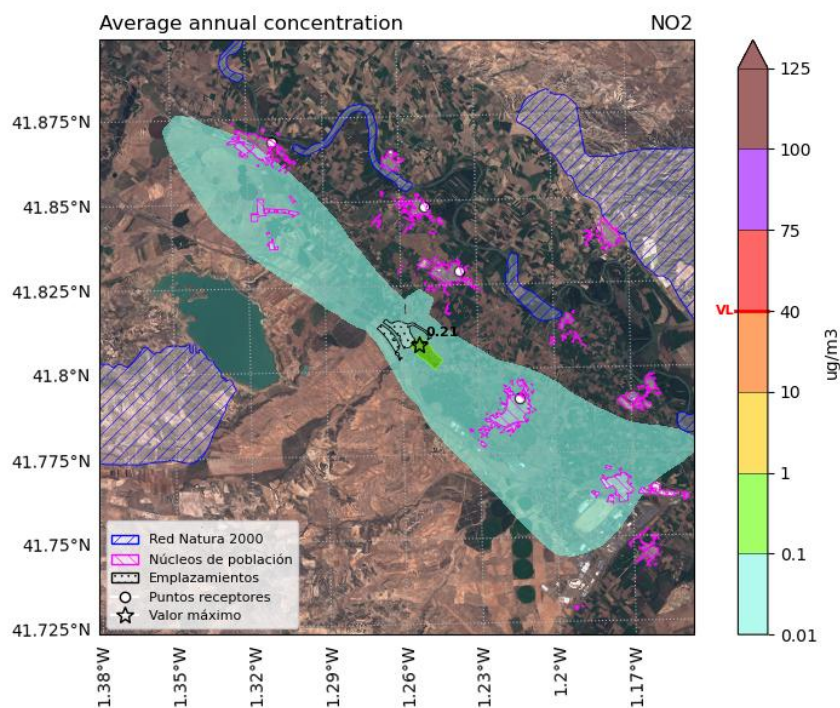


Figura 40 Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

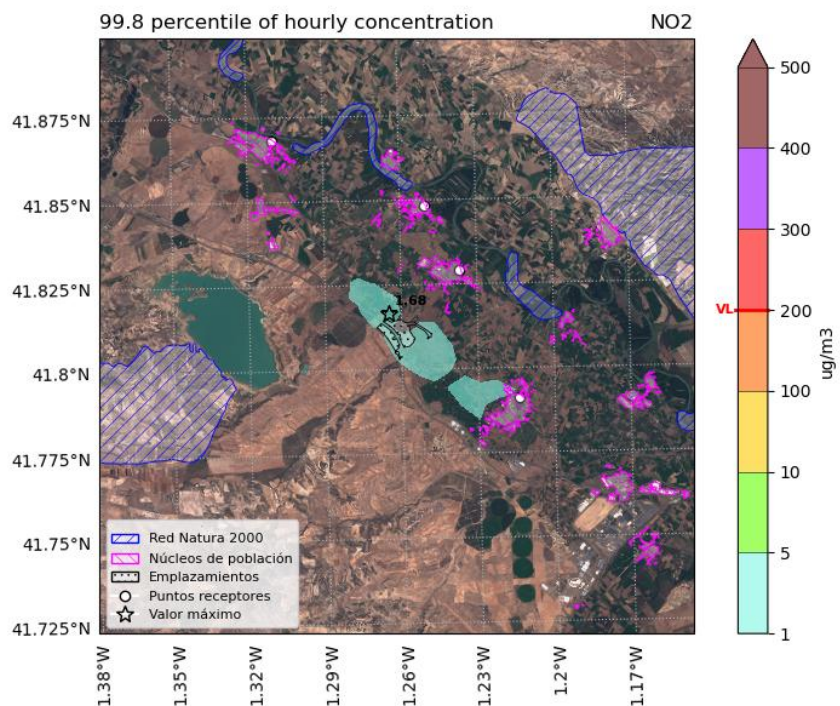


Figura 41. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

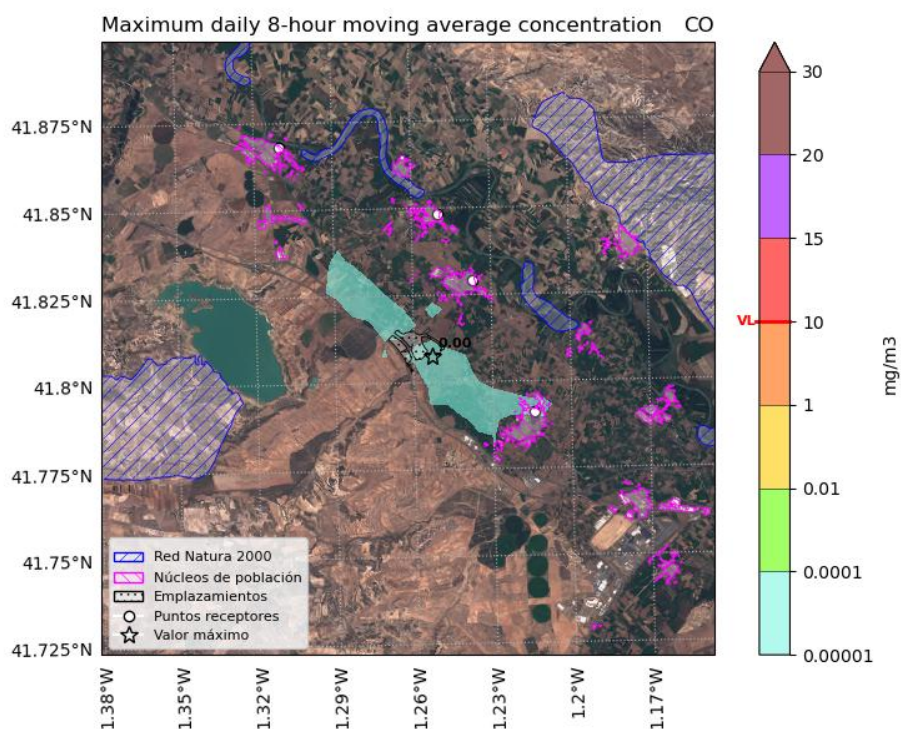


Figura 42. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

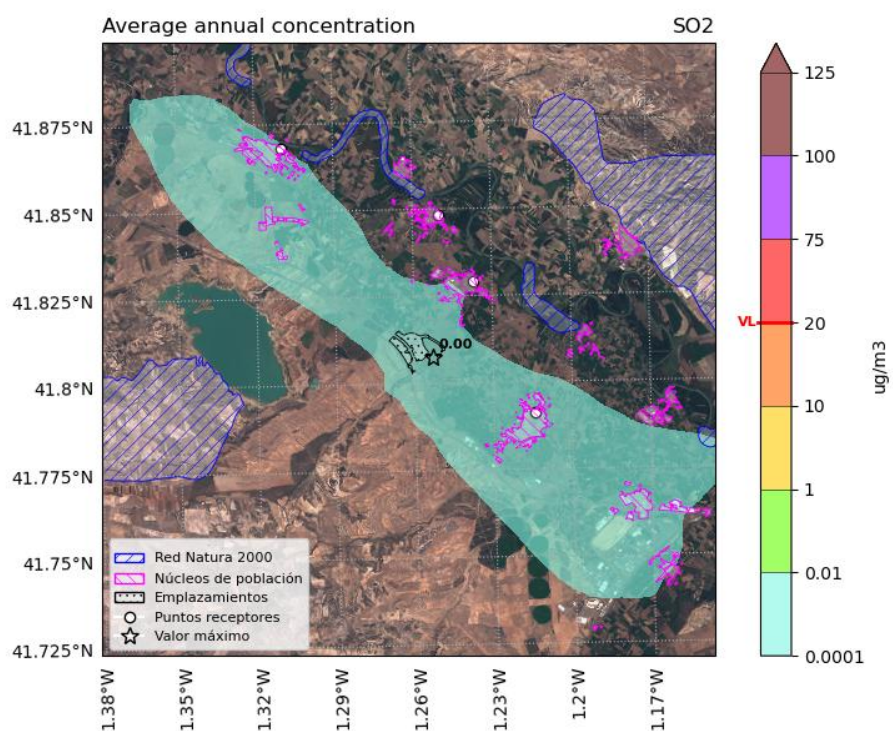


Figura 43. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación.

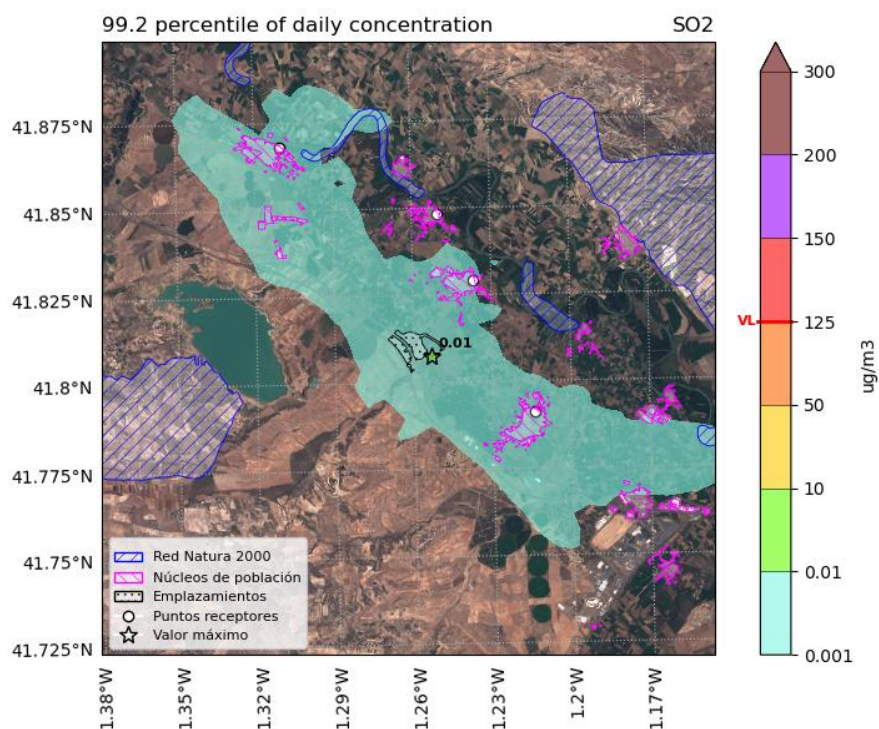


Figura 44. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

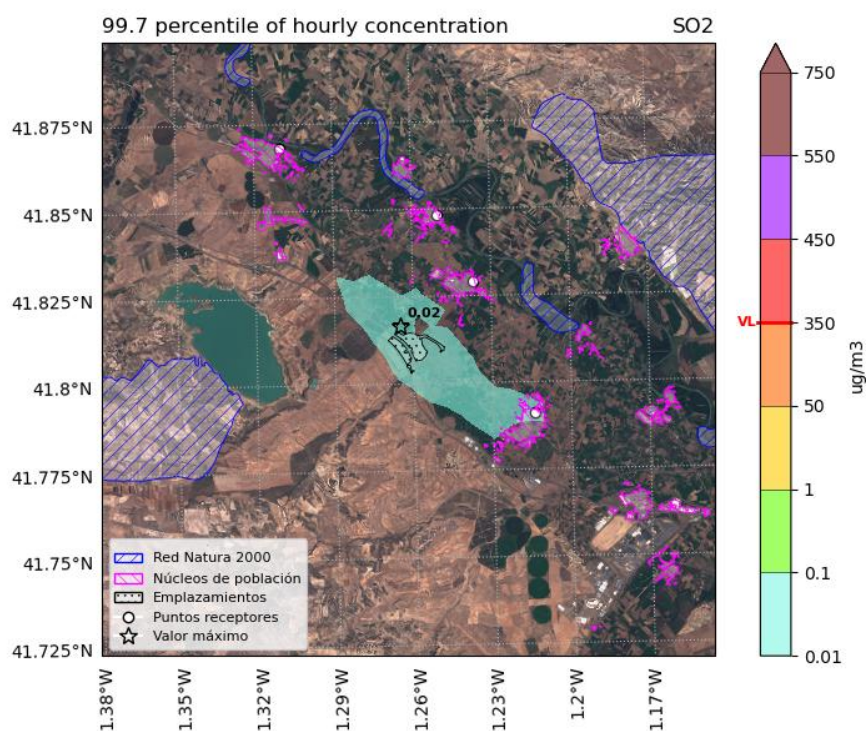


Figura 45. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

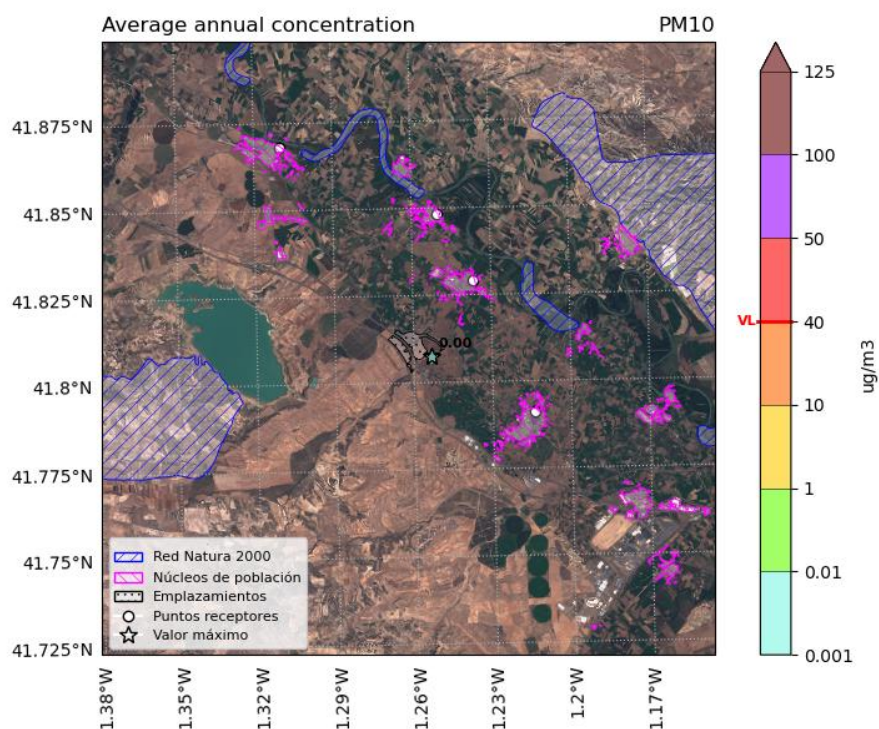


Figura 46. Campo de concentración anual de PM_{10} en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

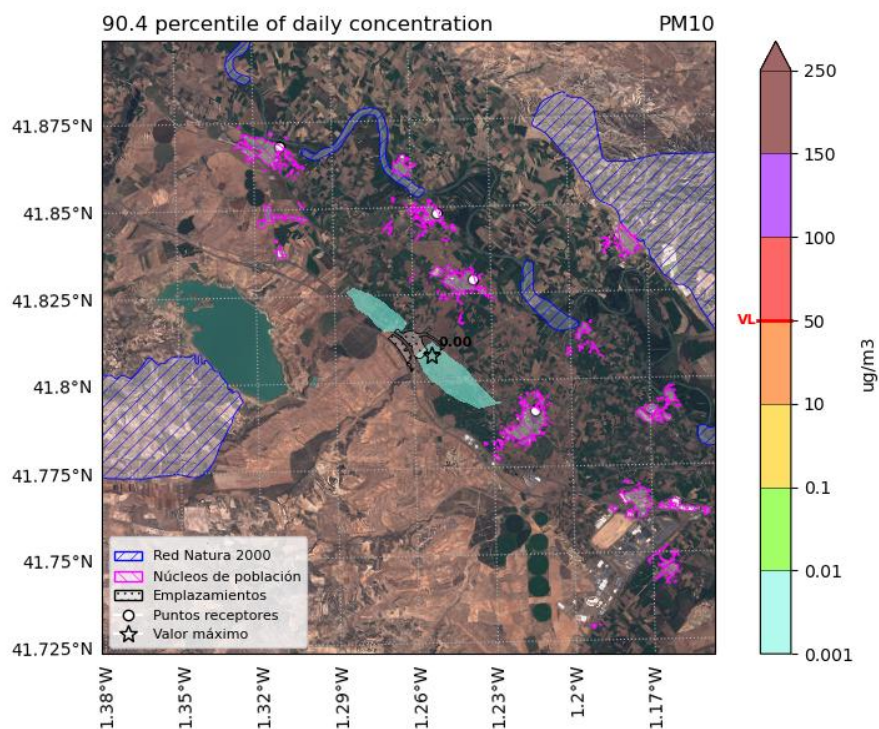


Figura 47. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM_{10} en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

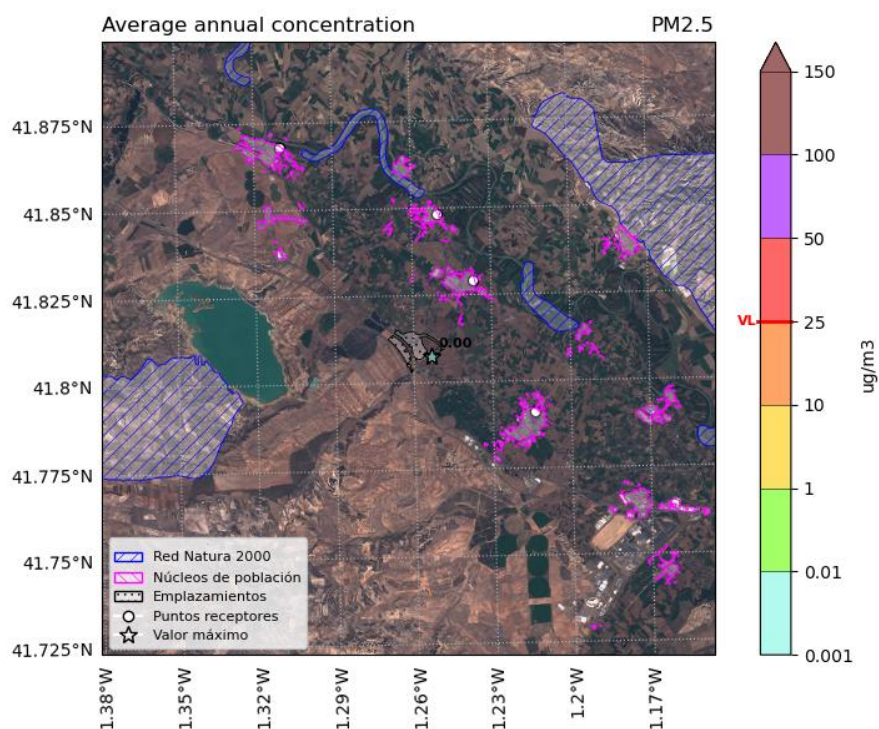


Figura 48. Campo de concentración anual de PM_{2.5} para el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

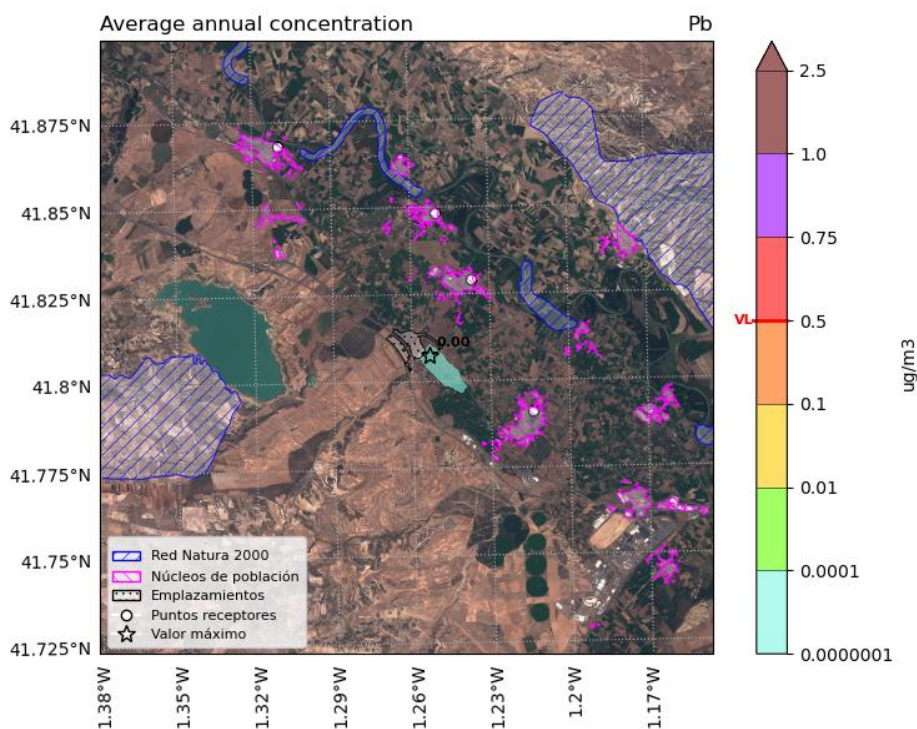


Figura 49. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

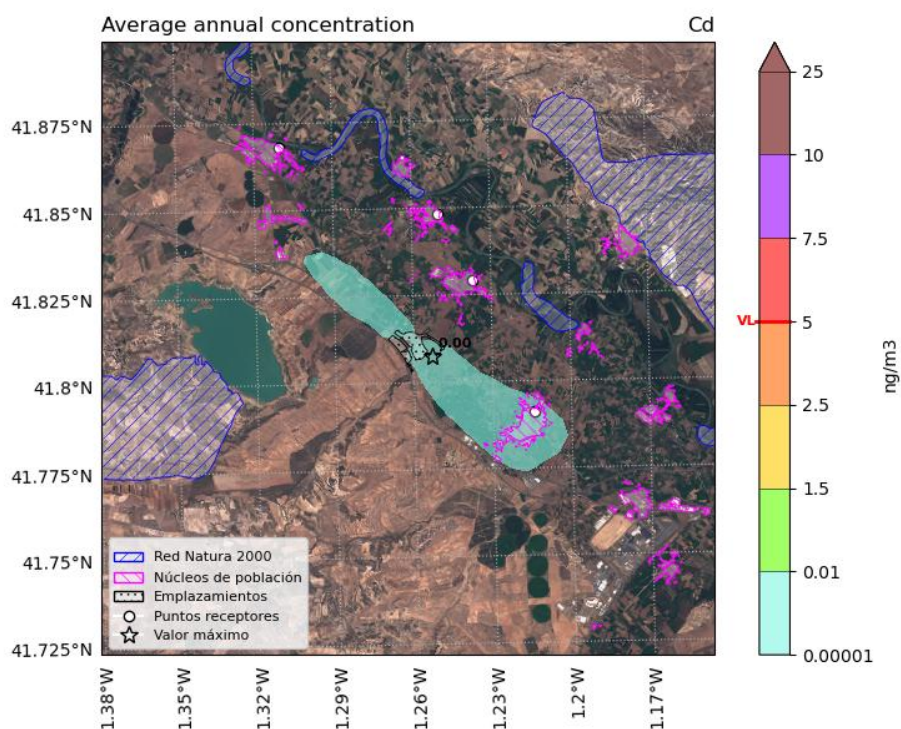


Figura 50. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

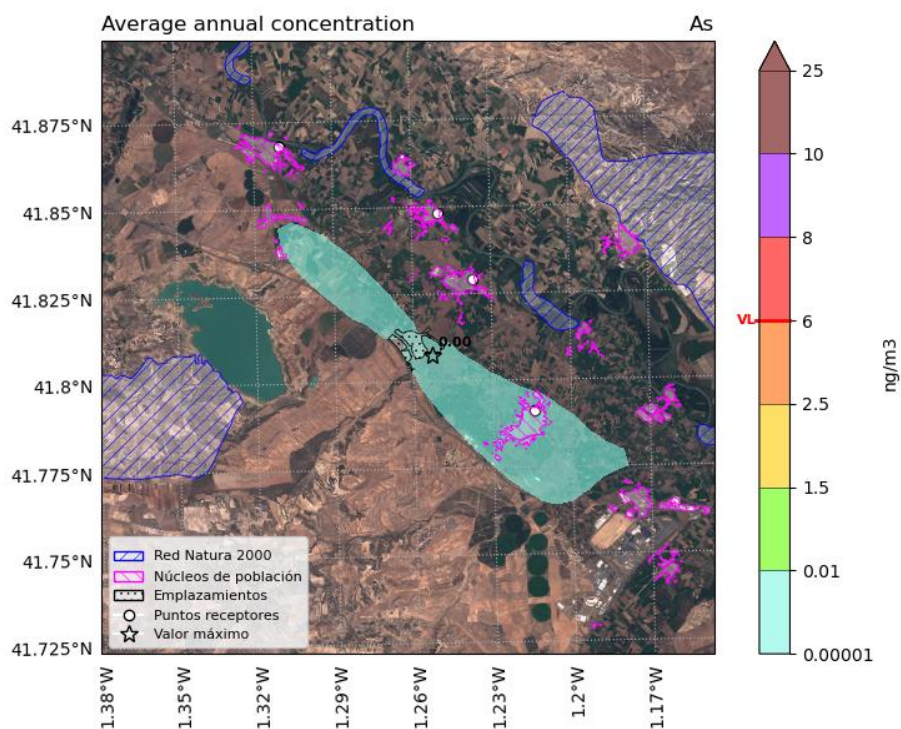


Figura 51. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

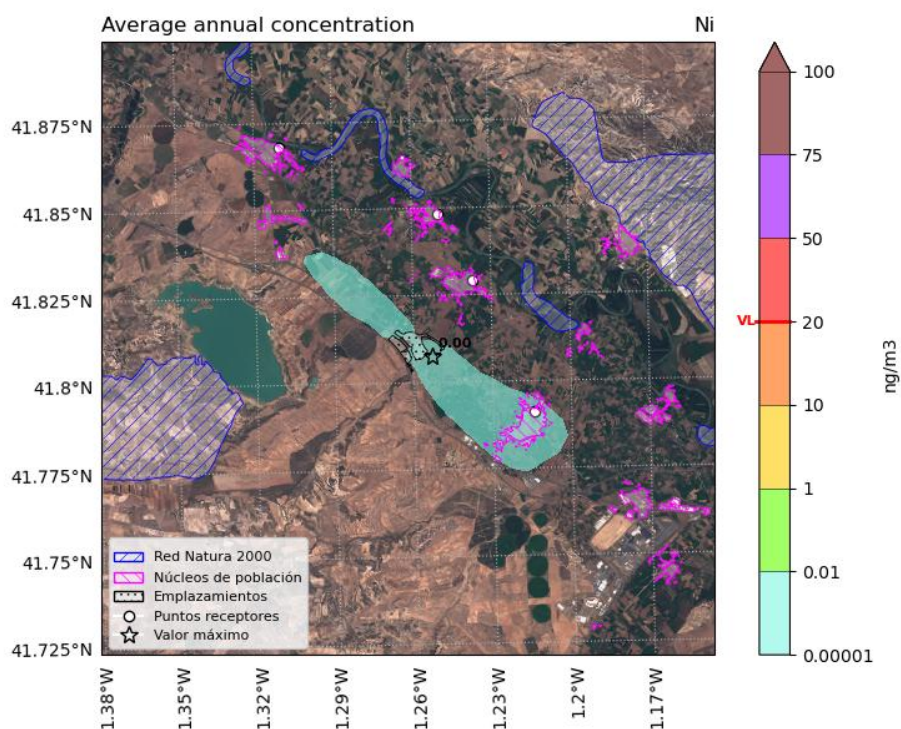


Figura 52. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

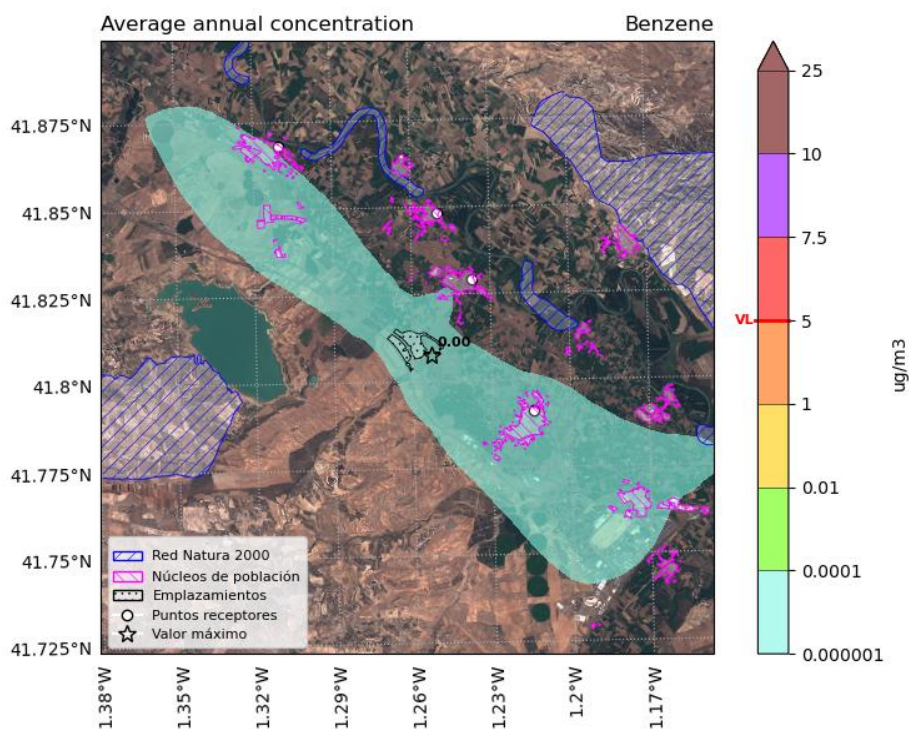


Figura 53. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

Tabla 25. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 2. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Receptor	NO ₂ Anual	NO ₂ Horario (P99.8)	CO 8-hr	SO ₂ Anual	SO ₂ Diario (P99.2)	SO ₂ Horario (P99.7)
Gallur	7.75E-03	3.91E-01	3.79E-06	1.01E-04	9.50E-04	4.13E-03
Boquiñeni	4.10E-03	3.14E-01	2.71E-06	5.30E-05	6.47E-04	3.27E-03
Luceni	5.70E-03	4.37E-01	4.20E-06	7.75E-05	1.11E-03	4.83E-03
Pedrola	3.62E-02	9.10E-01	1.15E-05	4.80E-04	3.33E-03	1.11E-02
Valor límite	40 µg/m³	200 µg/m³	10 mg/m³	20* mg/m³	125 µg/m³	350 µg/m³

Tabla 26. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 2. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	PM ₁₀ Anual	PM ₁₀ Diario (P90.4)	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
Gallur	4.80E-05	1.55E-04	4.70E-05	8.82E-09	2.95E-06	3.92E-06	2.95E-06	8.79E-07
Boquiñeni	2.47E-05	8.35E-05	2.43E-05	4.56E-09	1.53E-06	2.03E-06	1.53E-06	4.72E-07
Luceni	3.67E-05	1.50E-04	3.63E-05	6.80E-09	2.28E-06	3.03E-06	2.28E-06	6.59E-07
Pedrola	2.26E-04	6.39E-04	2.22E-04	4.16E-08	1.39E-05	1.85E-05	1.39E-05	3.95E-06
Valor límite	40 µg/m³	50 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³	5 µg/m³

Los valores del modelo se comparan con los valores de fondo de 2024, detallados en el análisis de referencia de la calidad del aire de la sección 5. Se presenta una tabla en la que se compara el valor máximo del modelo con el valor de fondo registrado en las proximidades de los emplazamientos. Se puede observar que para ninguno de los contaminantes se supera el valor límite cuando se considera el valor máximo estimado por el modelo sumado al valor de fondo.

Tabla 27. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Escenario	Valor	NO ₂ Anual	CO 8-hr	SO ₂ Anual	PM ₁₀ Anual	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual
Escenario 2	Fondo	15	0	4	16	10	0	0	1	2
	Máx. modelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total (F+M)	15	0	4	16	10	0	0	1	2
Valor límite		40 µg/m³	10 mg/m³	20* µg/m³	40 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³

7.3. Escenario 3

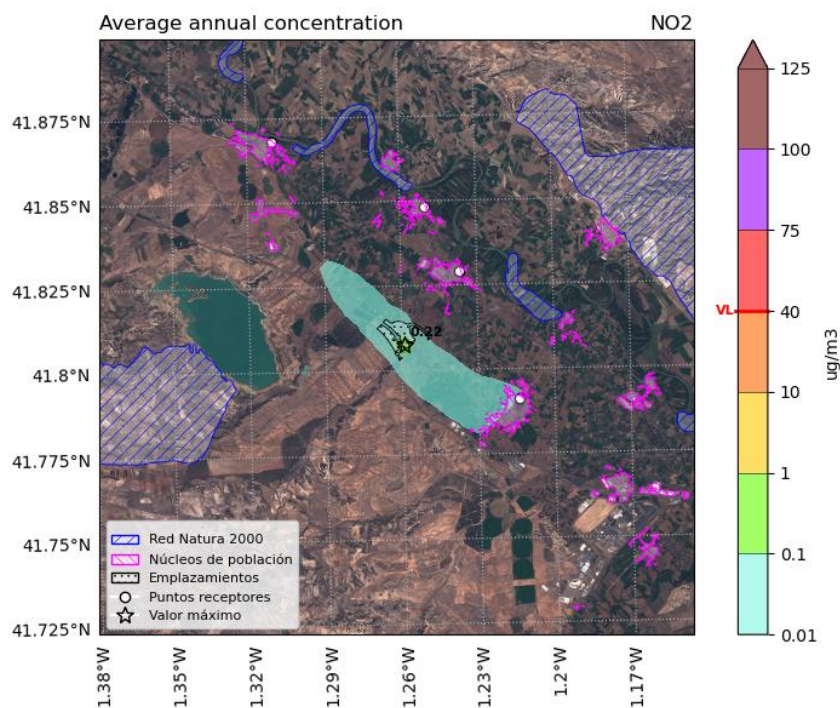


Figura 54 Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

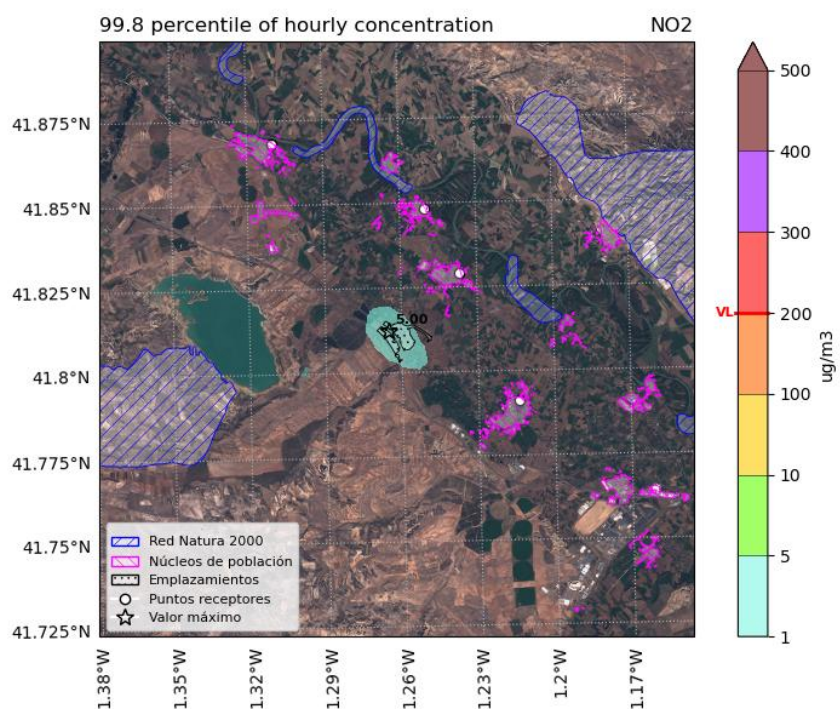


Figura 55. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

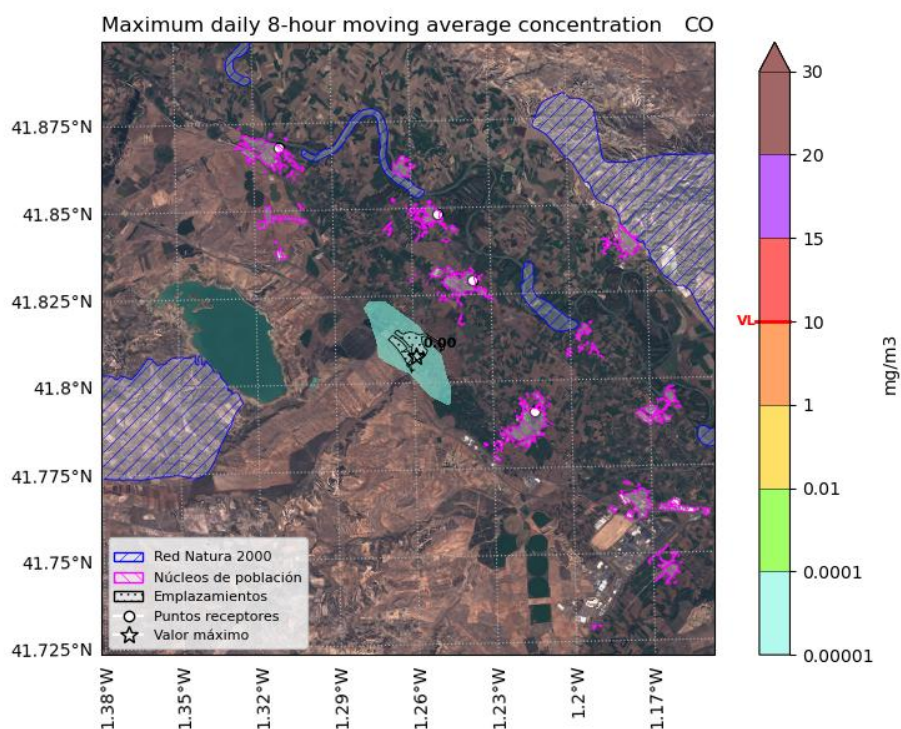


Figura 56. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

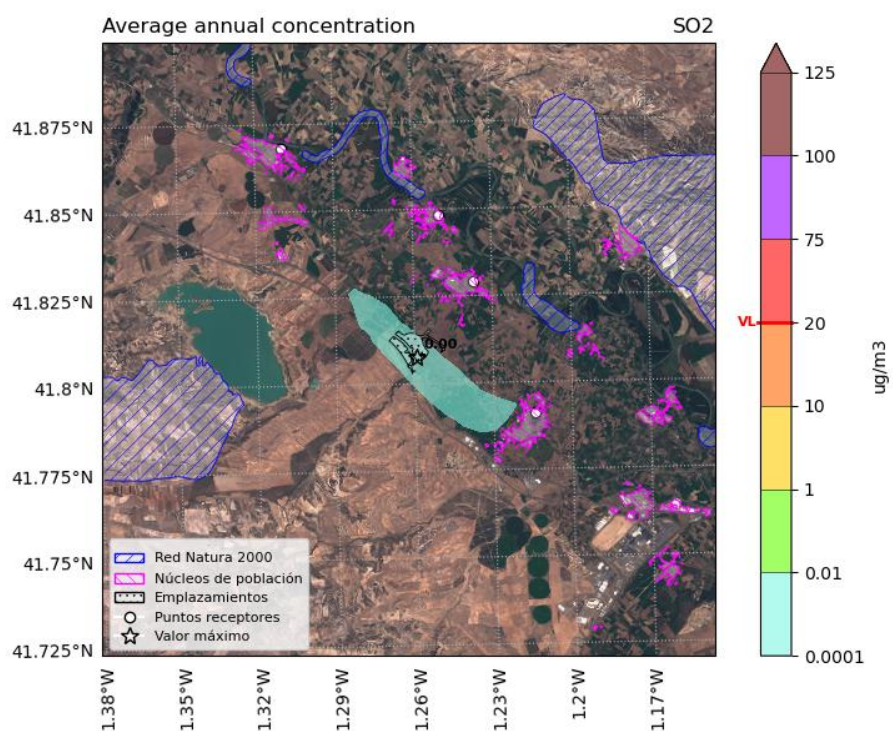


Figura 57. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación.

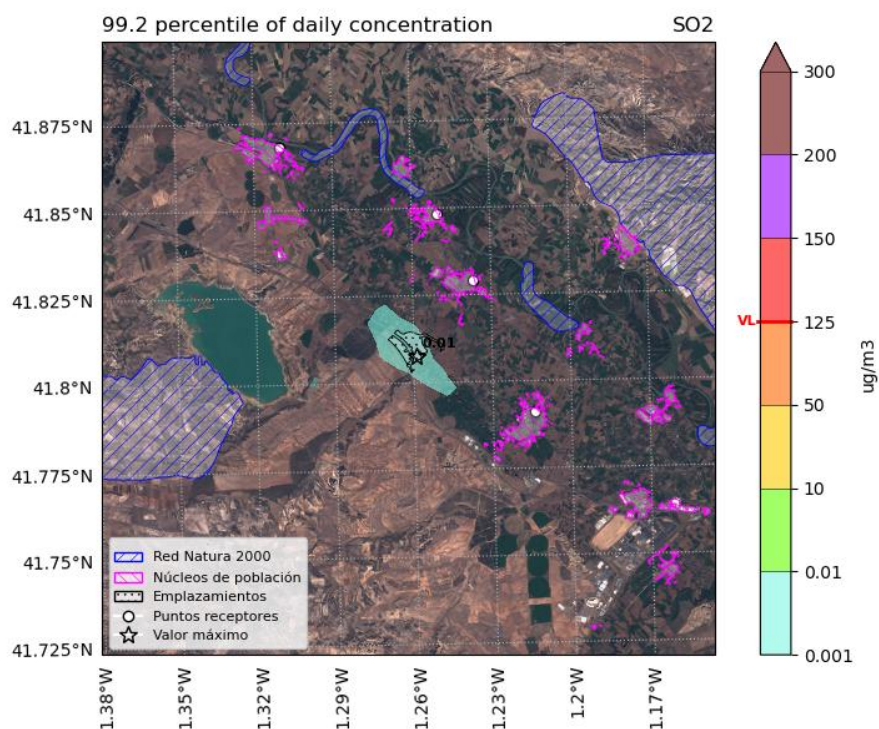


Figura 58. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

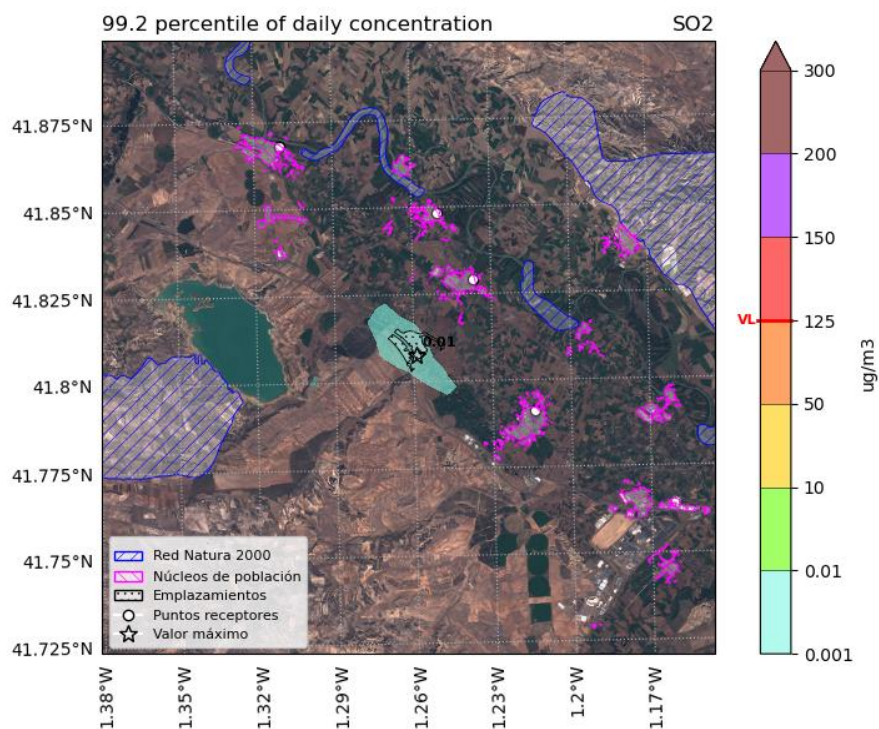


Figura 59. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

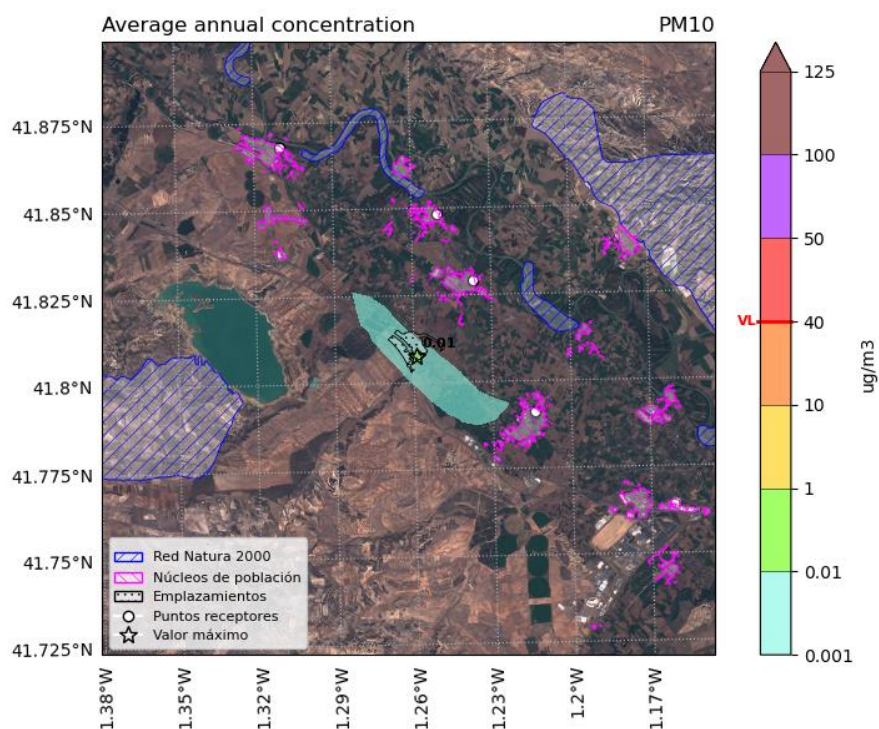


Figura 60. Campo de concentración anual de PM₁₀ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

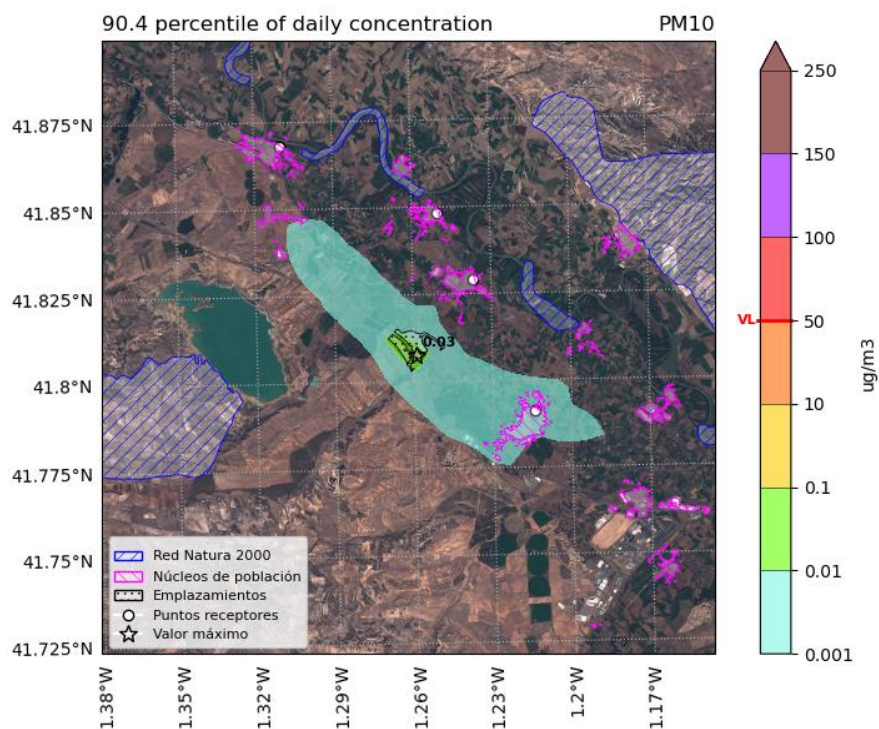


Figura 61. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM₁₀ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

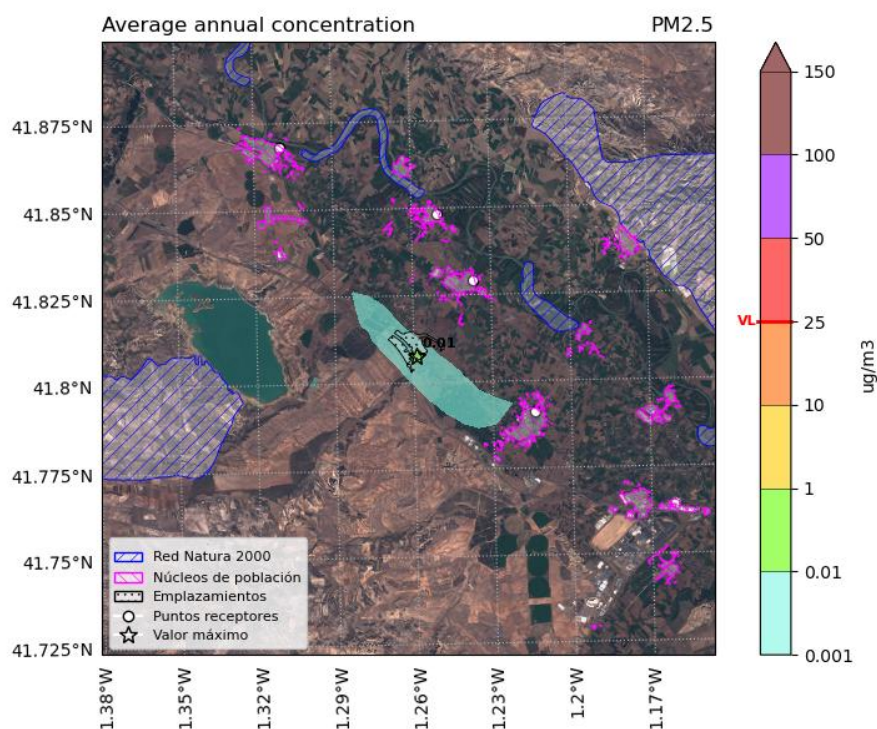


Figura 62. Campo de concentración anual de PM_{2.5} para el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

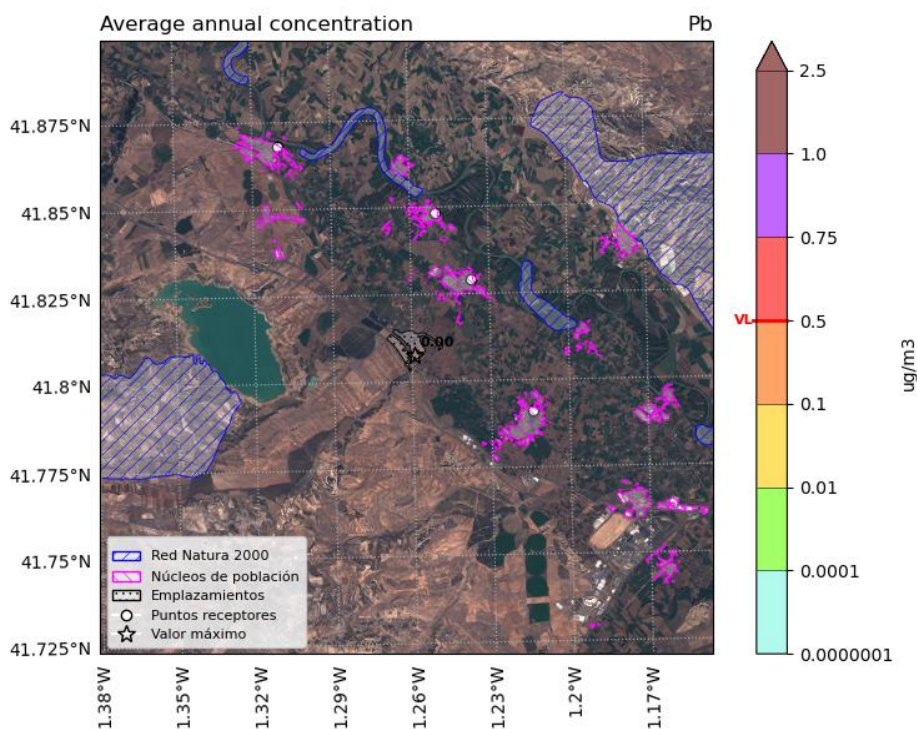


Figura 63. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

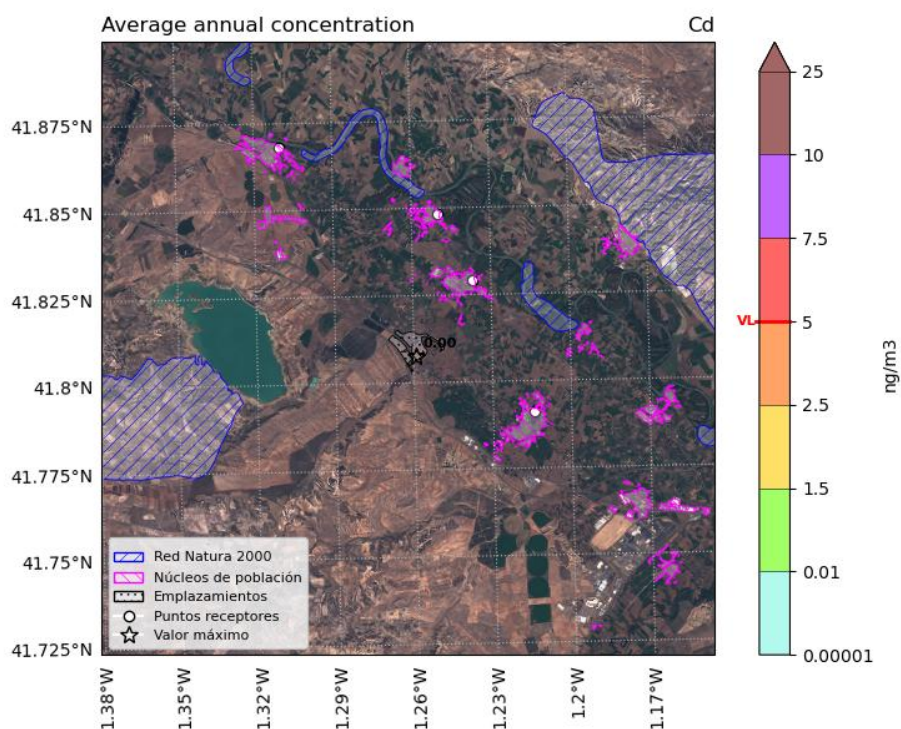


Figura 64. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

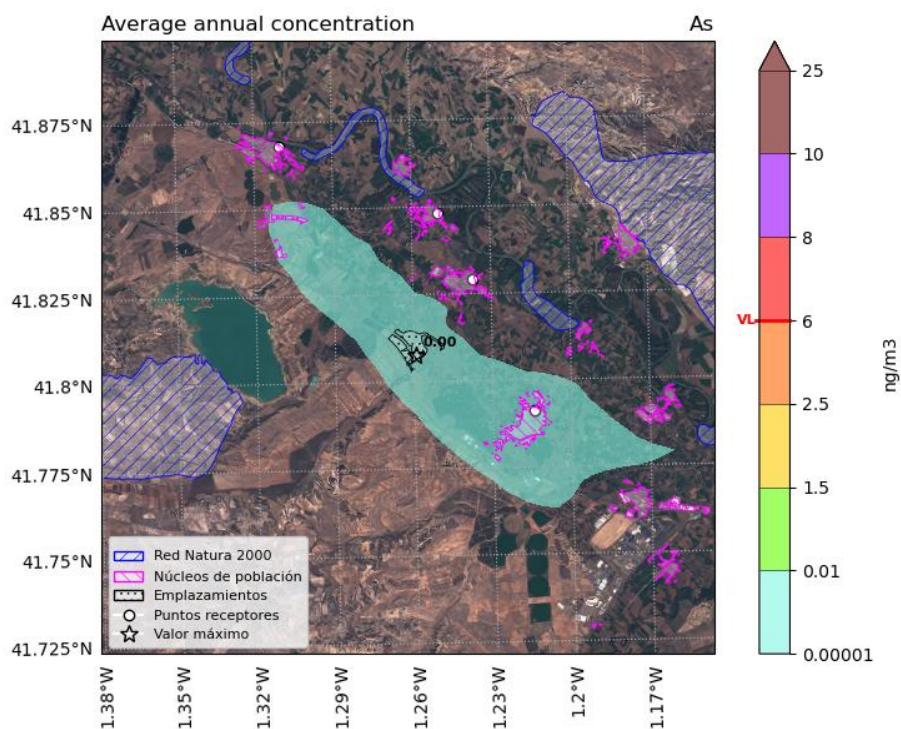


Figura 65. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

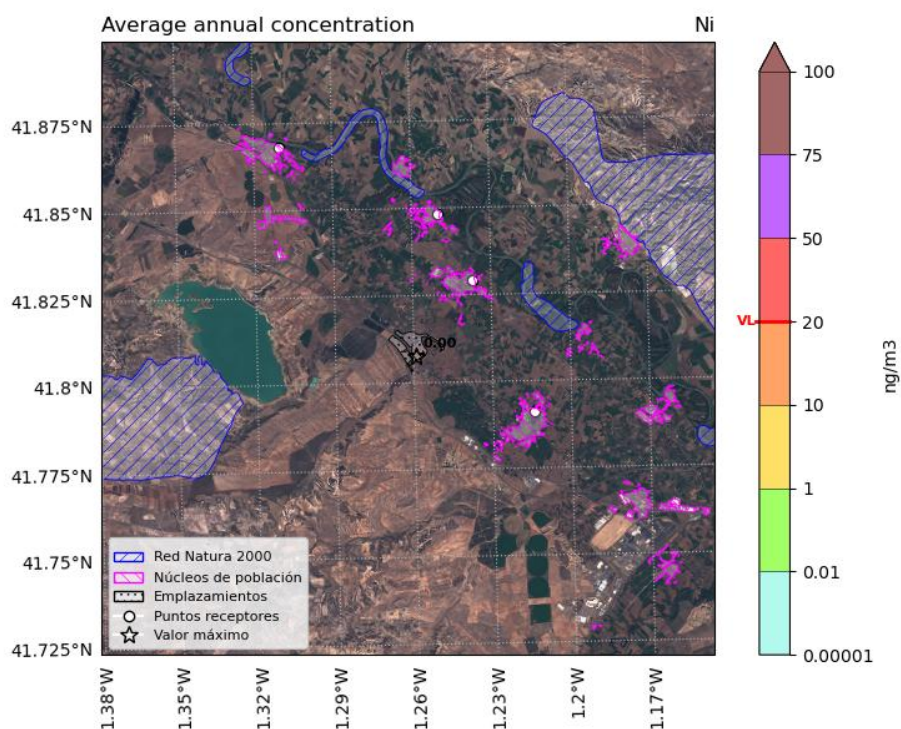


Figura 66. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

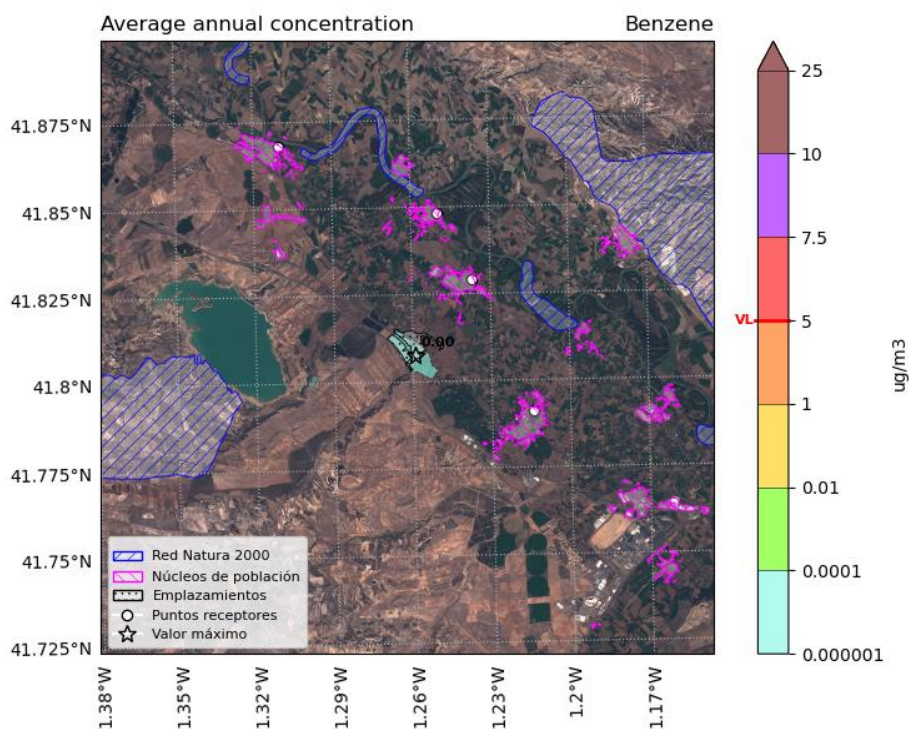


Figura 67. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

Tabla 28. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 3. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Receptor	NO ₂ Anual	NO ₂ Horario (P99.8)	CO 8-hr	SO ₂ Anual	SO ₂ Diario (P99.2)	SO ₂ Horario (P99.7)
Gallur	1.98E-03	1.02E-01	1.40E-06	1.15E-05	1.37E-04	5.16E-04
Boquiñeni	1.31E-03	1.09E-01	1.41E-06	7.23E-06	1.10E-04	4.43E-04
Luceni	2.09E-03	1.97E-01	2.34E-06	1.17E-05	1.48E-04	7.66E-04
Pedrola	9.96E-03	2.89E-01	5.23E-06	5.85E-05	5.90E-04	1.56E-03
Valor límite	40 µg/m³	200 µg/m³	10 mg/m³	20* mg/m³	125 µg/m³	350 µg/m³

Tabla 29. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 3. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	PM ₁₀ Anual	PM ₁₀ Diario (P90.4)	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
Gallur	1.28E-04	4.80E-04	1.35E-04	6.76E-11	1.13E-08	5.41E-06	2.30E-08	3.94E-08
Boquiñeni	7.78E-05	2.21E-04	8.42E-05	4.22E-11	7.03E-09	3.37E-06	1.44E-08	2.78E-08
Luceni	1.22E-04	4.01E-04	1.33E-04	6.66E-11	1.11E-08	5.32E-06	2.27E-08	4.34E-08
Pedrola	6.37E-04	1.82E-03	6.62E-04	3.31E-10	5.51E-08	2.65E-05	1.13E-07	1.87E-07
Valor límite	40 µg/m³	50 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³	5 µg/m³

Los valores del modelo se comparan con los valores de fondo de 2024, detallados en el análisis de referencia de la calidad del aire de la sección 5. Se presenta una tabla en la que se compara el valor máximo del modelo con el valor de fondo registrado en las proximidades de los emplazamientos. Se puede observar que para ninguno de los contaminantes se supera el valor límite cuando se considera el valor máximo estimado por el modelo sumado al valor de fondo.

Tabla 30. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Escenario	Valor	NO ₂ Anual	CO 8-hr	SO ₂ Anual	PM ₁₀ Anual	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual
Escenario 3	Fondo	15	0	4	16	10	0	0	1	2
	Máx. modelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total (F+M)	15	0	4	16	10	0	0	1	2
Valor límite		40 µg/m³	10 mg/m³	20* µg/m³	40 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³

8. Conclusiones

El presente estudio ha determinado el impacto ambiental que puede surgir de las actividades de combustión de múltiples generadores diésel y turbinas de una ubicación en la Ribera Alta del Ebro en Aragón (España). El objetivo del estudio ha sido evaluar si las actividades en el sitio cumplen con los requisitos de evaluación de impacto de la calidad del aire siguiendo los estándares ambientales nacionales e internacionales.

Para el cumplimiento del objetivo antes mencionado, se han utilizado en combinación técnicas de modelado meteorológico, información instrumental derivada de sensores meteorológicos y de calidad del aire, factores de emisión y un modelo de dispersión de contaminantes en la atmósfera. Antes del análisis de resultados, el modelo meteorológico ha sido calibrado y validado, asegurando en todos los casos una alta precisión.

Se han evaluado un total de 3 escenarios de modelado, correspondientes a 3 escenarios diferentes desde el punto de vista de la actividad de los generadores y turbinas y, por lo tanto, de las emisiones. El modelado se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la información meteorológica de todo el año 2024.

De acuerdo con los resultados establecidos a través del modelo de dispersión de contaminantes, se puede observar que los niveles de los contaminantes considerados (NO_2 , CO , SO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, Pb , Cd , As , Ni , C_6H_6) no exceden los valores límite de calidad del aire establecidos en la legislación vigente en cualquiera de los receptores discretos específicos para cualquiera de los dos escenarios considerados.

Los valores del modelo se han comparado con los valores de fondo de 2024. Para todos los contaminantes, los aumentos porcentuales son prácticamente nulos cuando se añade la contribución de los focos de emisión del emplazamiento.

Además, en el Anexo se ha considerado también la contribución de los tres emplazamientos en conjunto (DCEBRO, DCRAGE y DCRAGE II). De nuevo, se observa que, para todos los contaminantes, los aumentos porcentuales son prácticamente nulos, para todos los puntos receptores discretos considerados. Los resultados no muestran superaciones de los valores límite de calidad del aire establecidos en la legislación en ninguno de los receptores discretos específicos.

Anexo I

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de una modelización adicional, en la que se han considerado conjuntamente las emisiones combinadas de los tres emplazamientos DCEBRO, DCRAGE y DCRAGE II, conjuntamente.

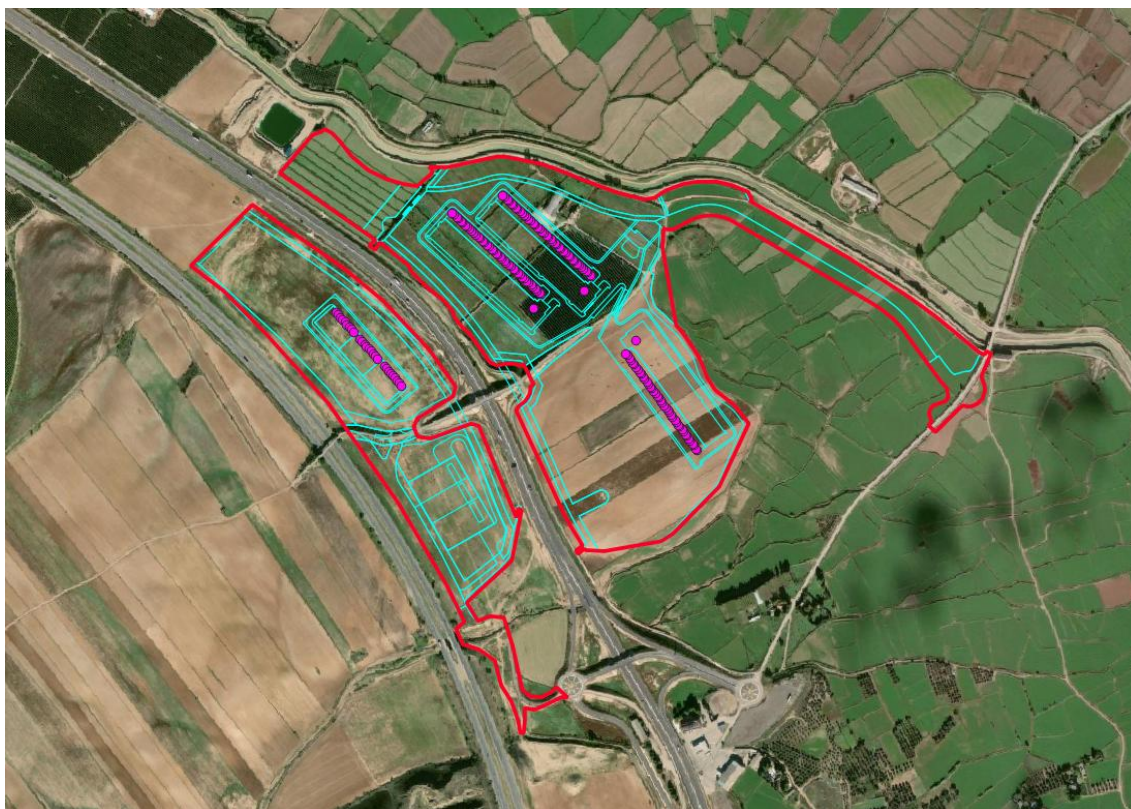


Figura 68. Localización de los generadores y turbinas de los tres emplazamientos.

Modelización sinérgica para el escenario 1

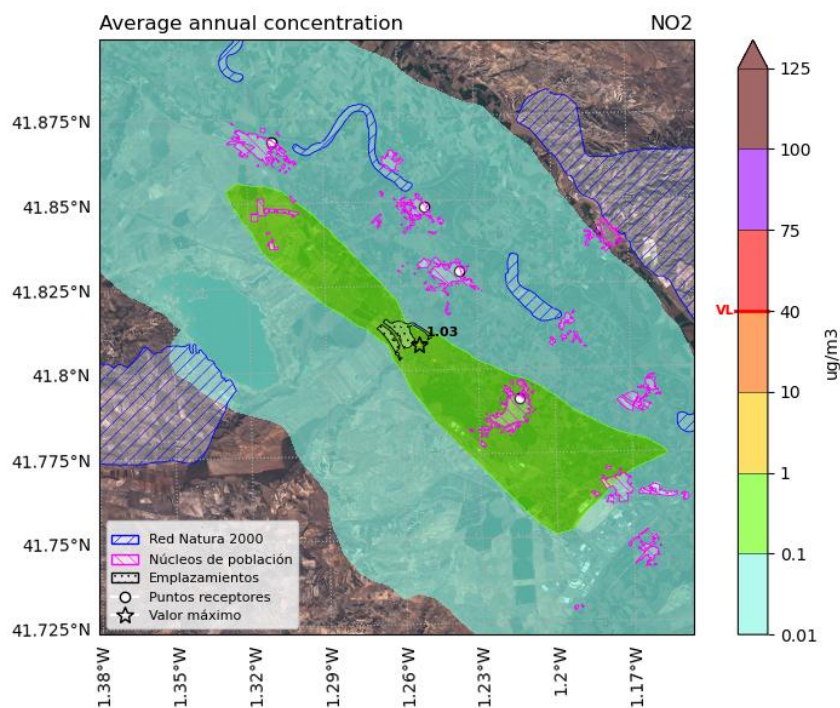


Figura 69. Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

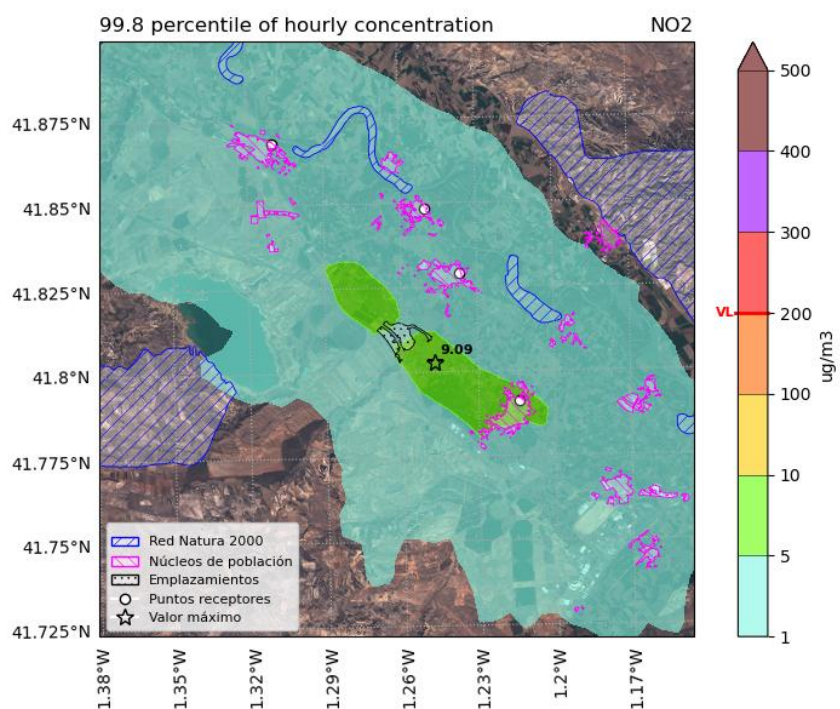


Figura 70. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

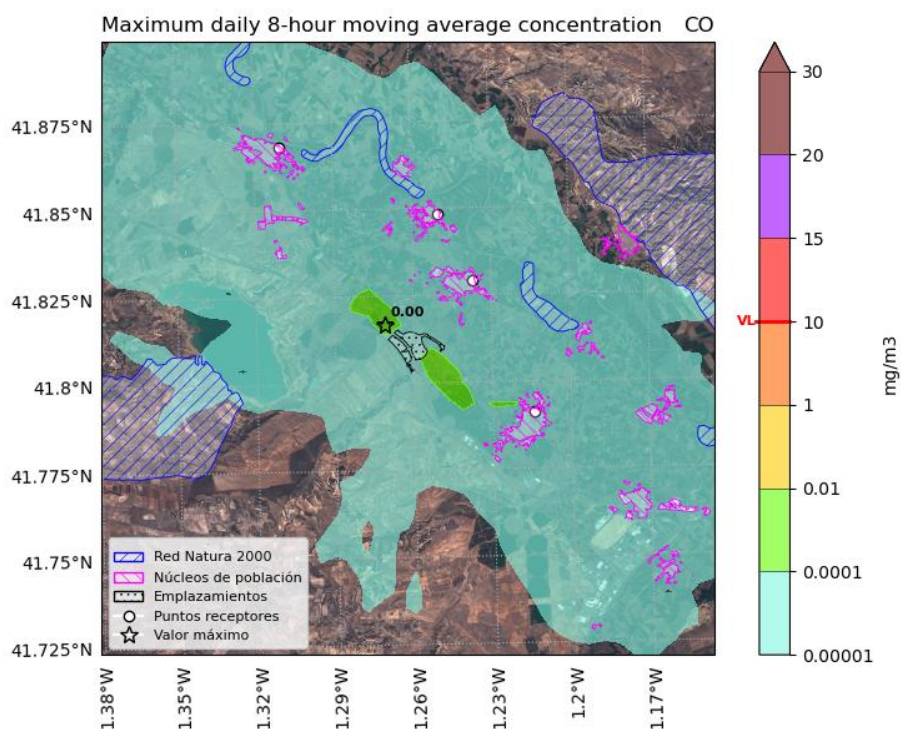


Figura 71. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

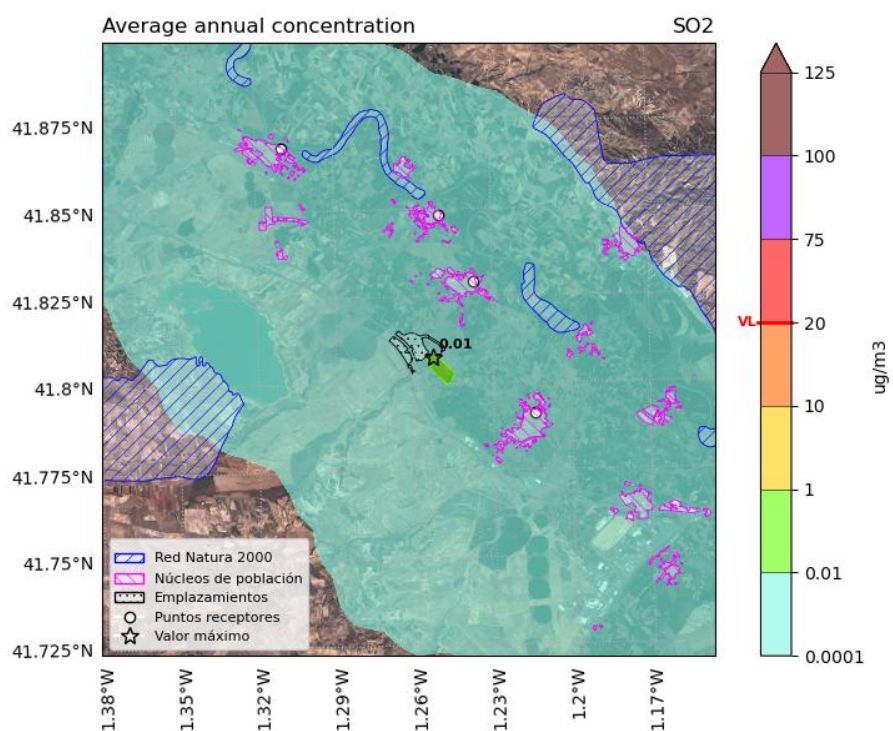


Figura 72. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación.

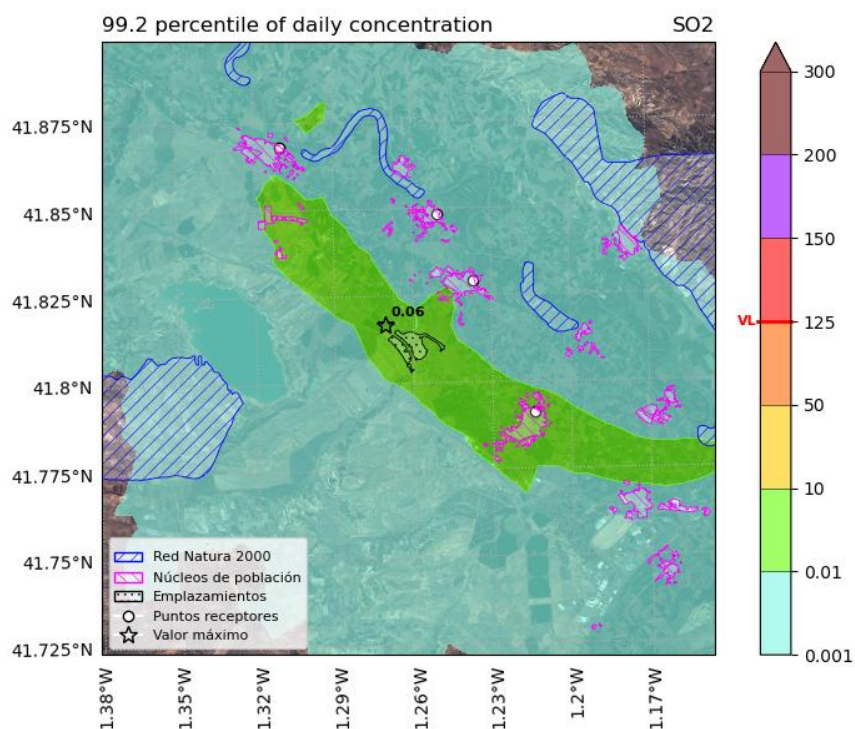


Figura 73. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

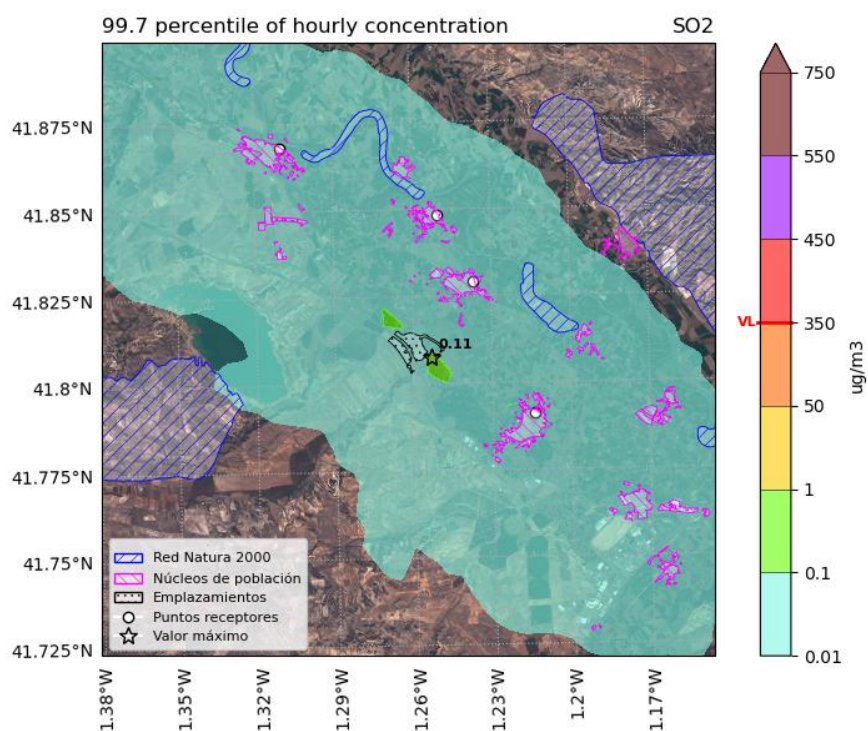


Figura 74. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

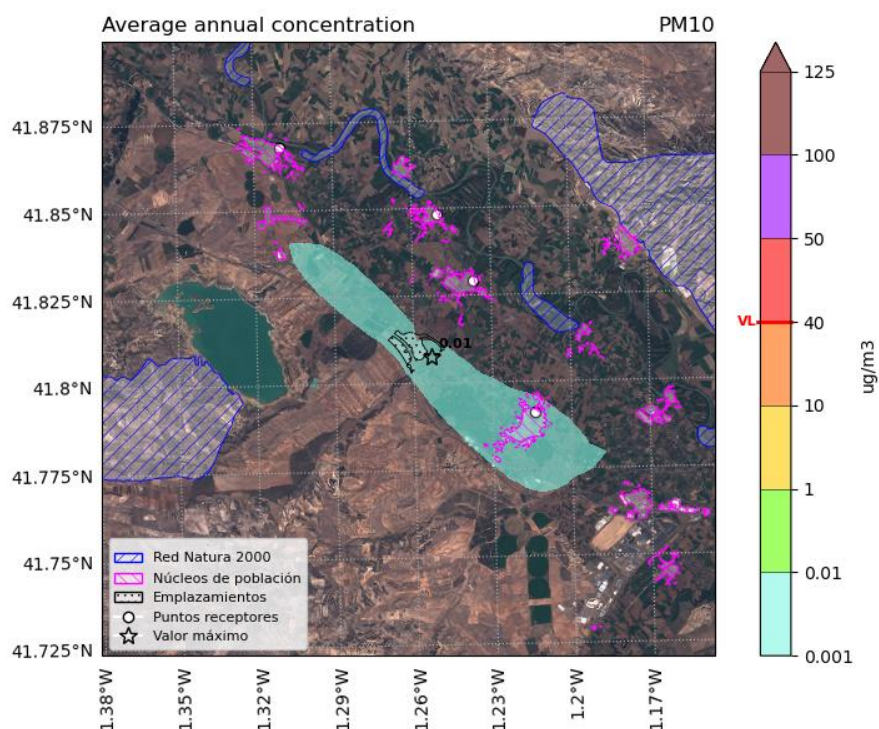


Figura 75. Campo de concentración anual de PM_{10} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

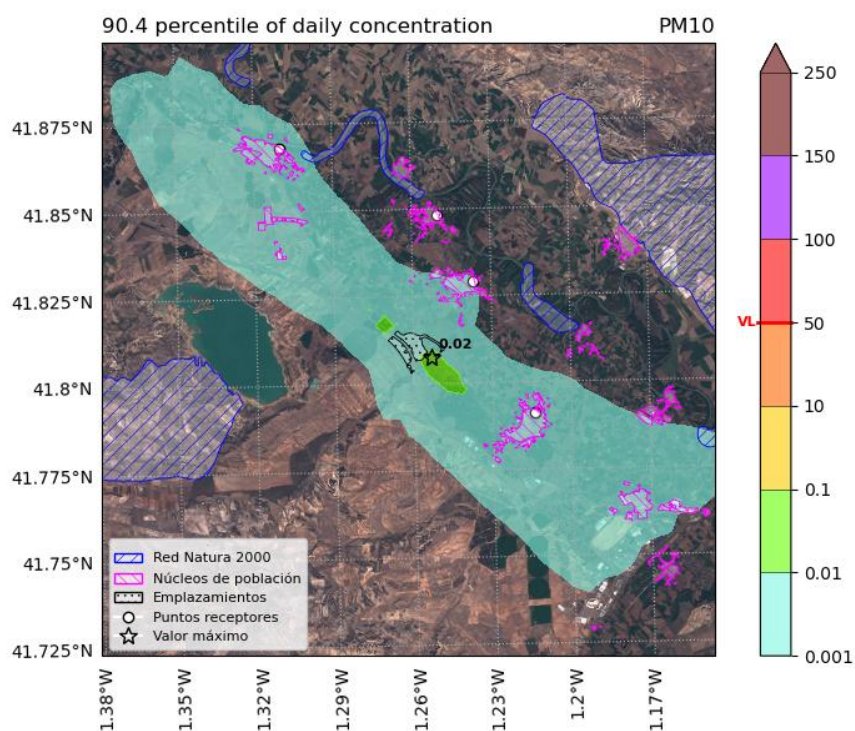


Figura 76. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM_{10} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

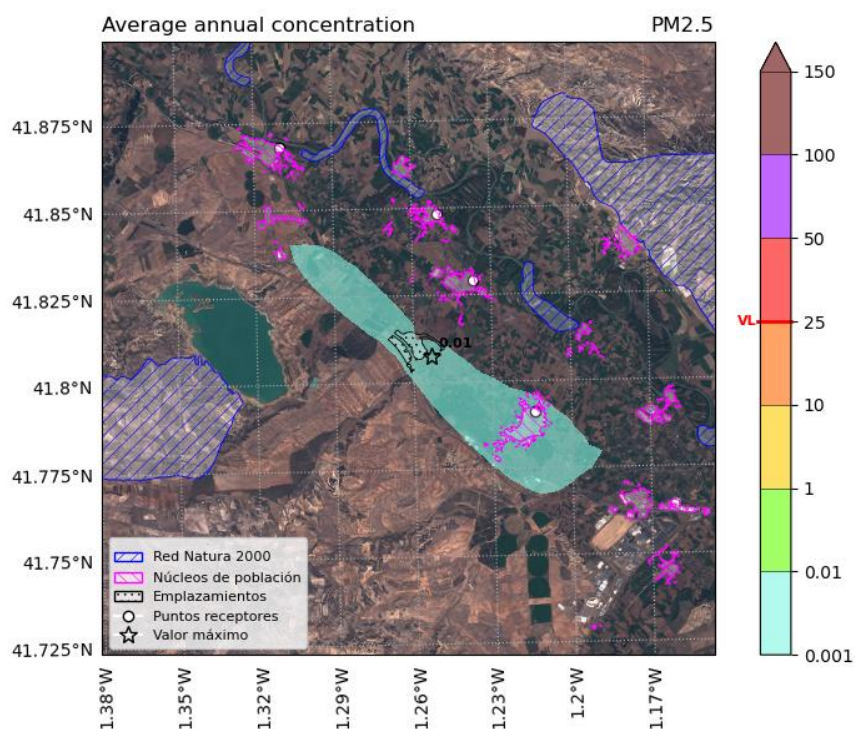


Figura 77. Campo de concentración anual de $PM_{2.5}$ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

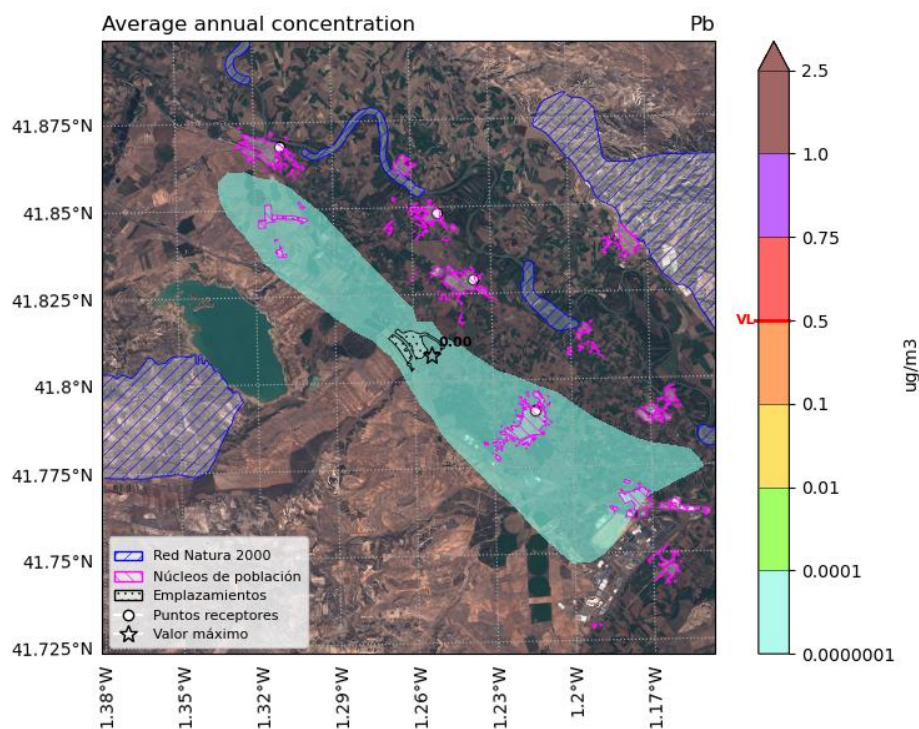


Figura 78. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

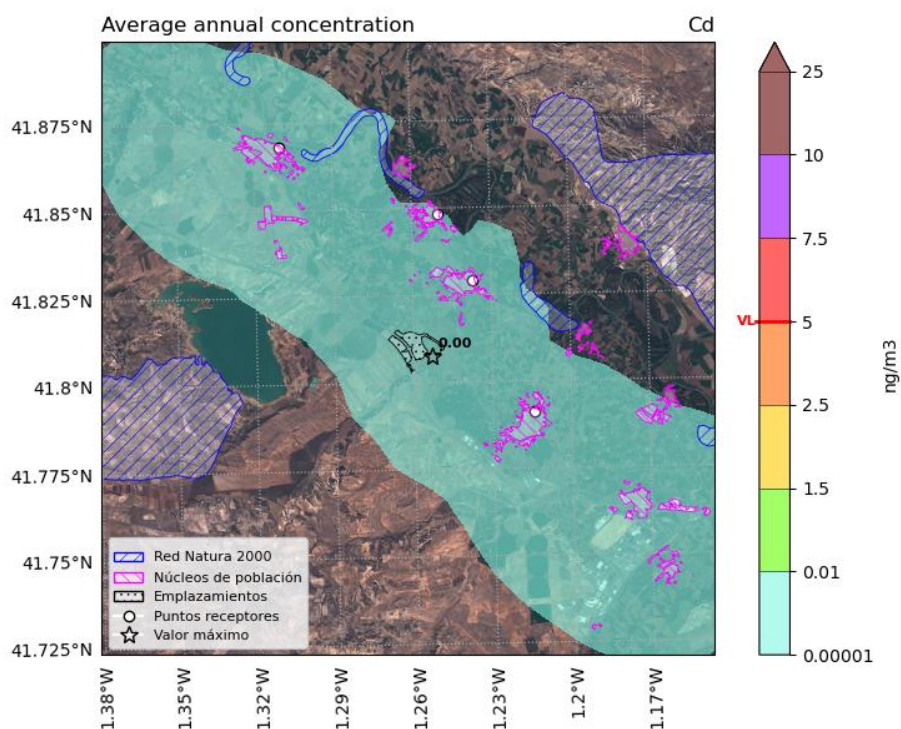


Figura 79. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

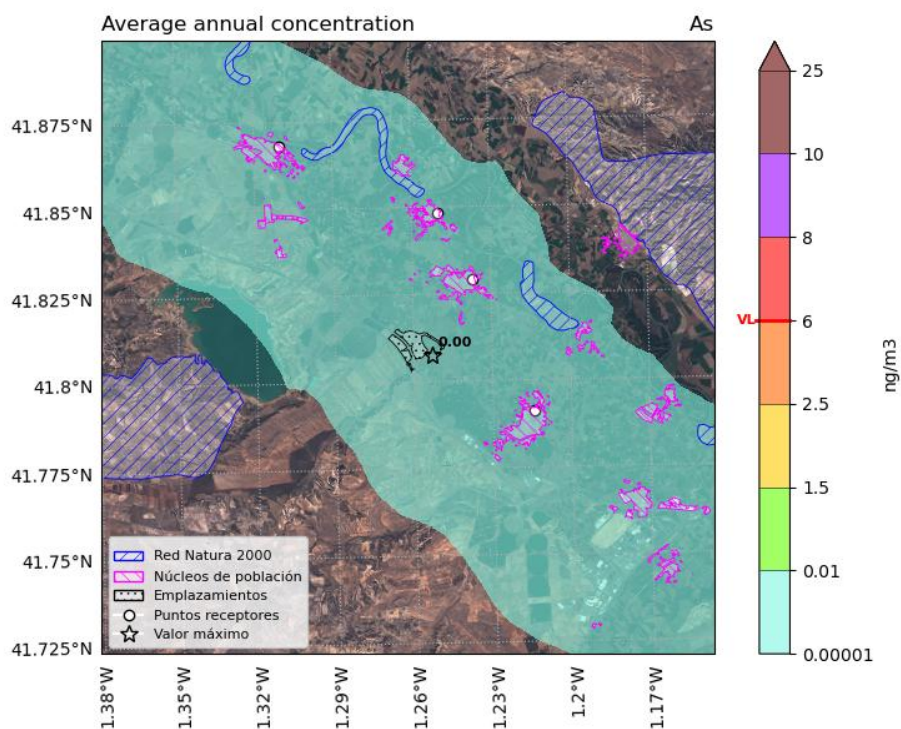


Figura 80. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

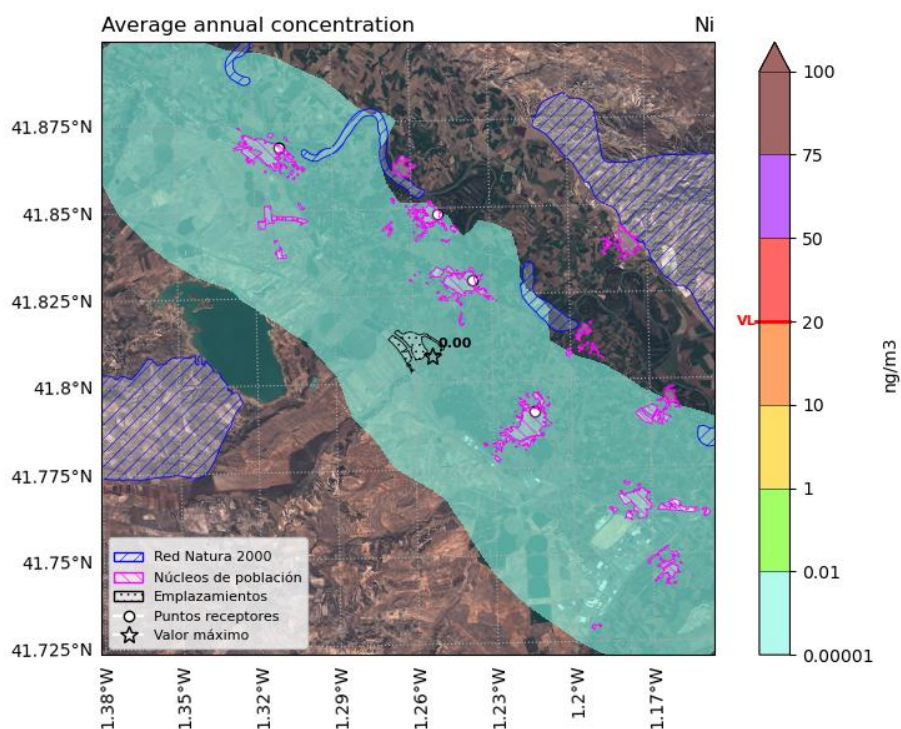


Figura 81. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

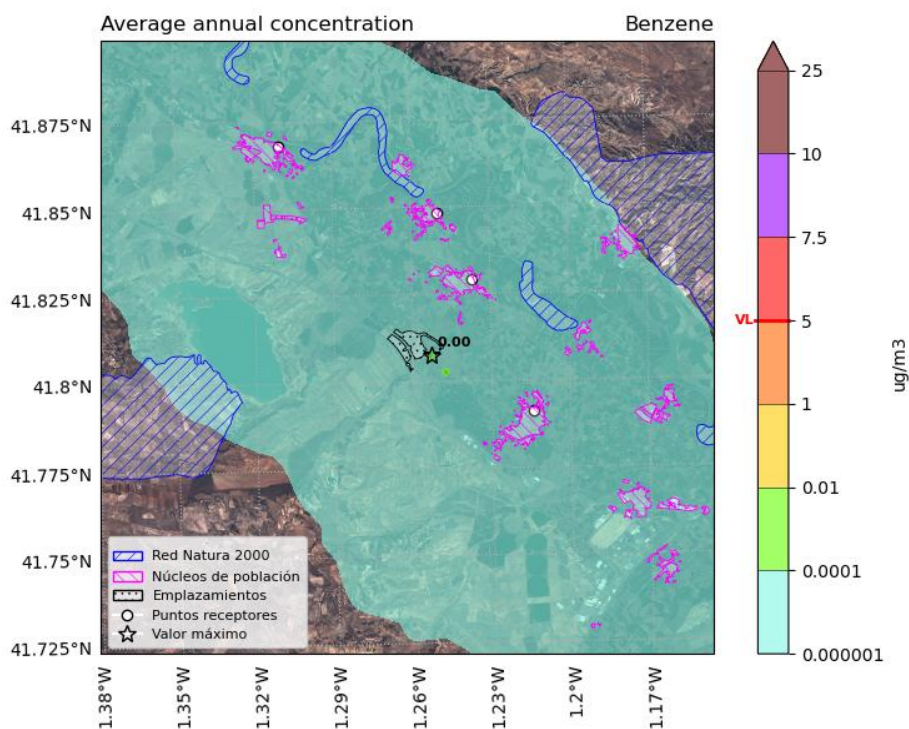


Figura 82. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

Tabla 31. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 1. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Receptor	NO ₂ Anual	NO ₂ Horario (P99.8)	CO 8-hr	SO ₂ Anual	SO ₂ Diario (P99.2)	SO ₂ Horario (P99.7)
Gallur	5.30E-02	2.49E+00	2.50E-05	6.89E-04	6.20E-03	2.76E-02
Boquiñeni	2.84E-02	2.24E+00	1.68E-05	3.64E-04	4.31E-03	2.06E-02
Luceni	4.02E-02	2.49E+00	2.52E-05	5.37E-04	7.01E-03	2.59E-02
Pedrola	2.48E-01	6.40E+00	7.69E-05	3.28E-03	2.52E-02	7.74E-02
Valor límite	40 µg/m³	200 µg/m³	10 mg/m³	20* mg/m³	125 µg/m³	350 µg/m³

Tabla 32. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 1. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	PM ₁₀ Anual	PM ₁₀ Diario (P90.4)	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
Gallur	3.46E-04	1.13E-03	3.40E-04	5.99E-08	2.00E-05	2.82E-05	2.00E-05	5.95E-06
Boquiñeni	1.81E-04	6.08E-04	1.79E-04	3.11E-08	1.04E-05	1.48E-05	1.04E-05	3.22E-06
Luceni	2.70E-04	1.03E-03	2.68E-04	4.65E-08	1.55E-05	2.22E-05	1.55E-05	4.56E-06
Pedrola	1.64E-03	4.76E-03	1.61E-03	2.84E-07	9.48E-05	1.33E-04	9.48E-05	2.68E-05
Valor límite	40 µg/m³	50 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³	5 µg/m³

Los valores del modelo se comparan con los valores de fondo de 2024, detallados en el análisis de referencia de la calidad del aire de la sección 5. Se presenta una tabla en la que se compara el valor máximo del modelo con el valor de fondo registrado en las proximidades de los emplazamientos. Se puede observar que para ninguno de los contaminantes se supera el valor límite cuando se considera el valor máximo estimado por el modelo sumado al valor de fondo.

Tabla 33. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Escenario	Valor	NO ₂ Anual	CO 8-hr	SO ₂ Anual	PM ₁₀ Anual	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual
Escenario 1	Fondo	15	0	4	16	10	0	0	1	2
	Máx. modelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total (F+M)	15	0	4	16	10	0	0	1	2
Valor límite		40 µg/m³	10 mg/m³	20* µg/m³	40 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³

Modelización sinérgica para el escenario 2

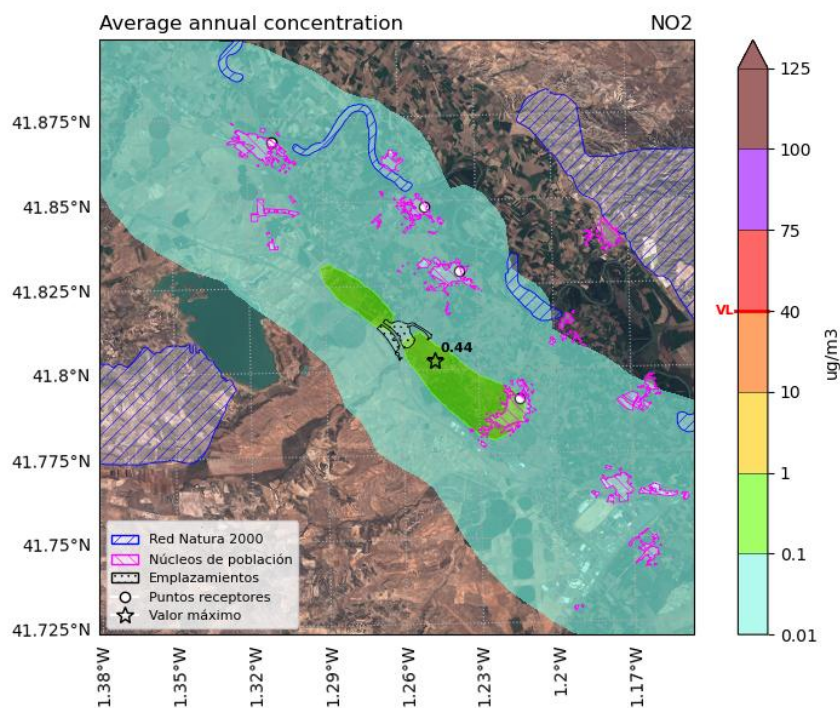


Figura 83 Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

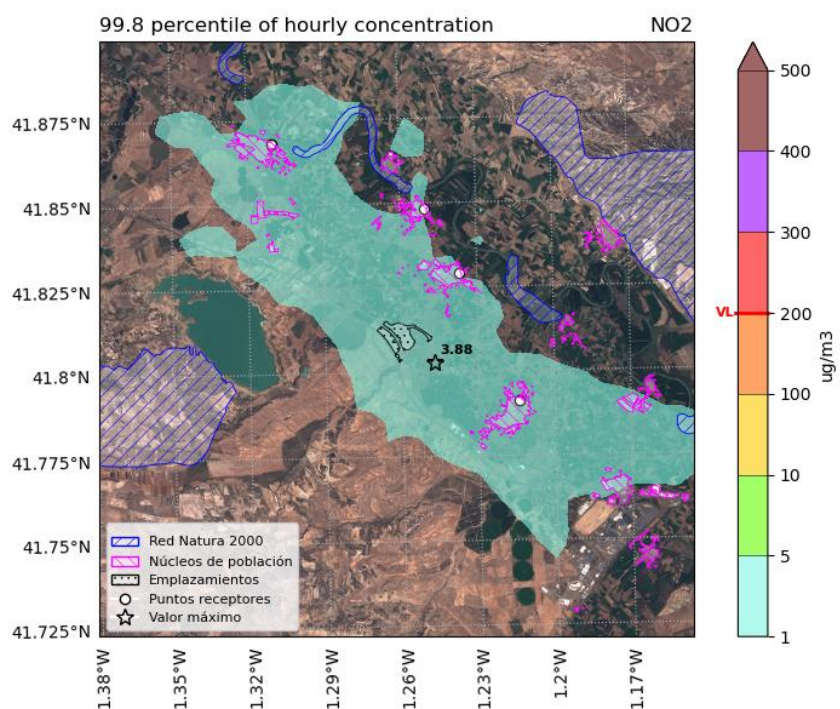


Figura 84. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

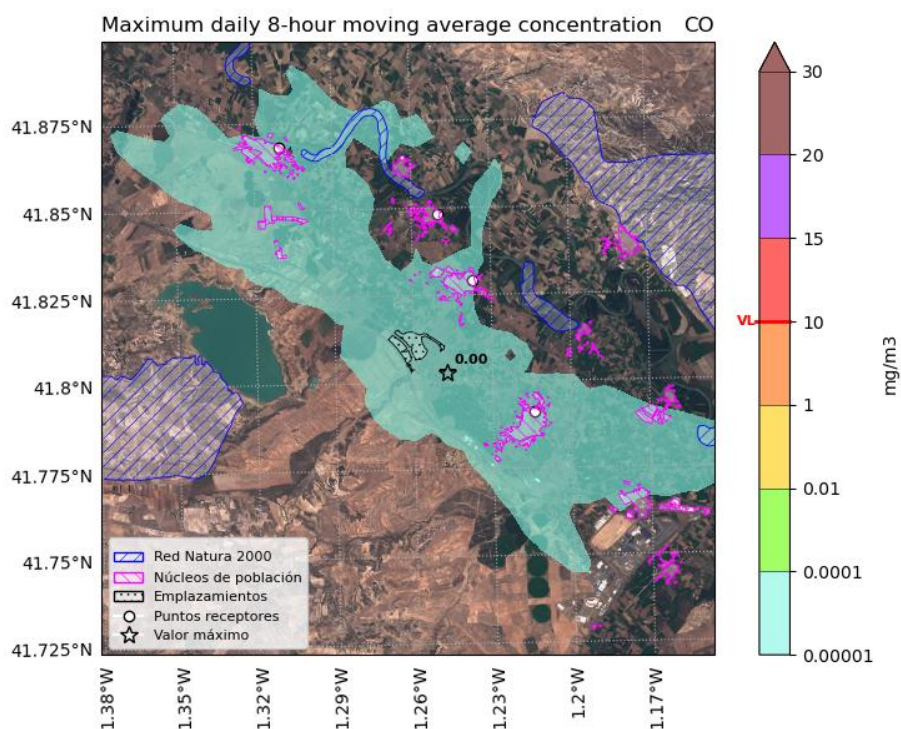


Figura 85. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

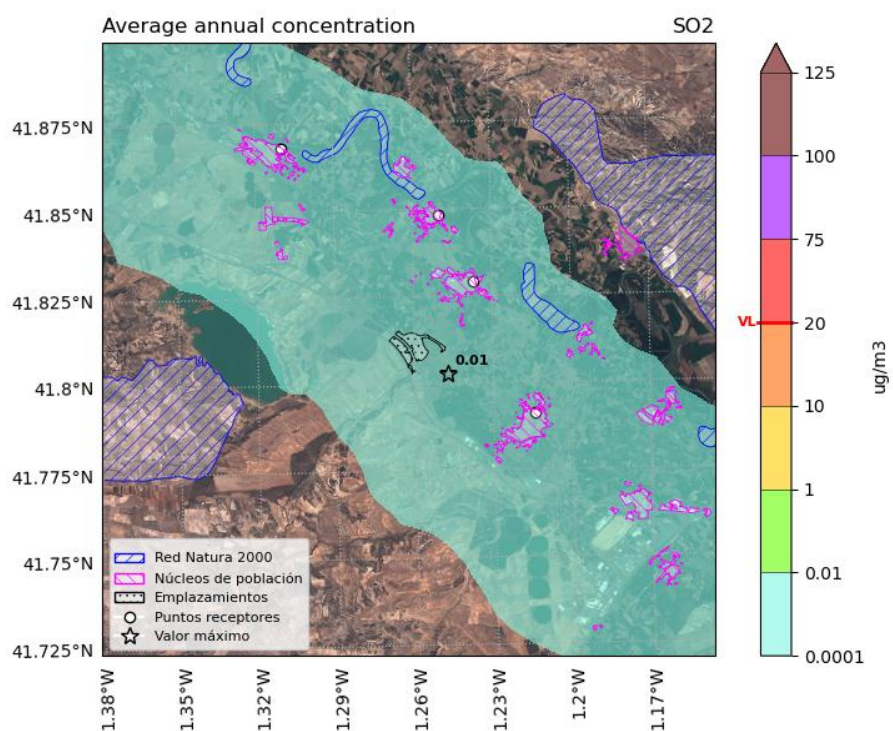


Figura 86. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación.

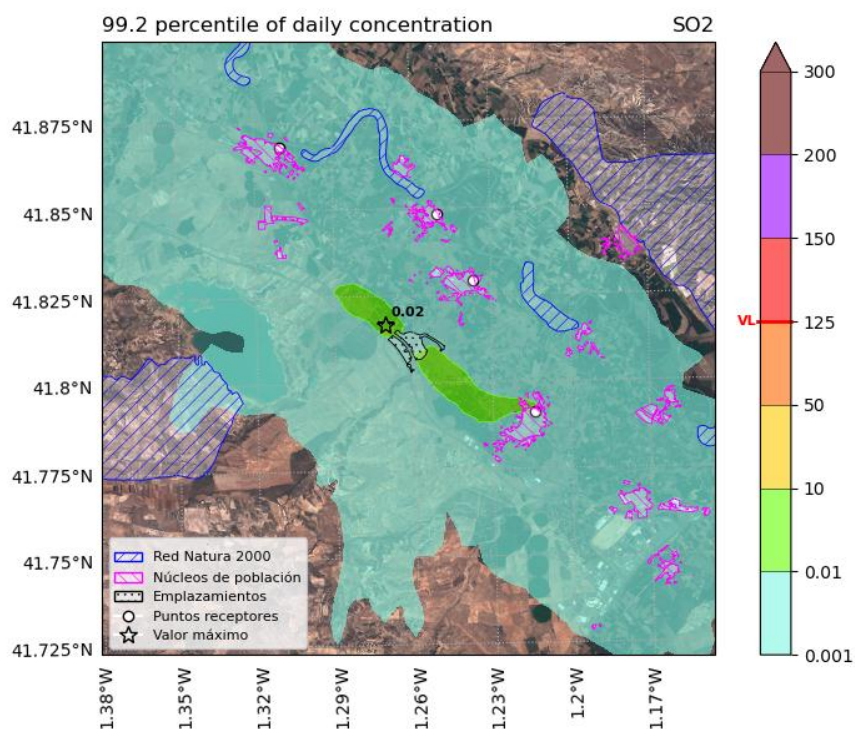


Figura 87. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

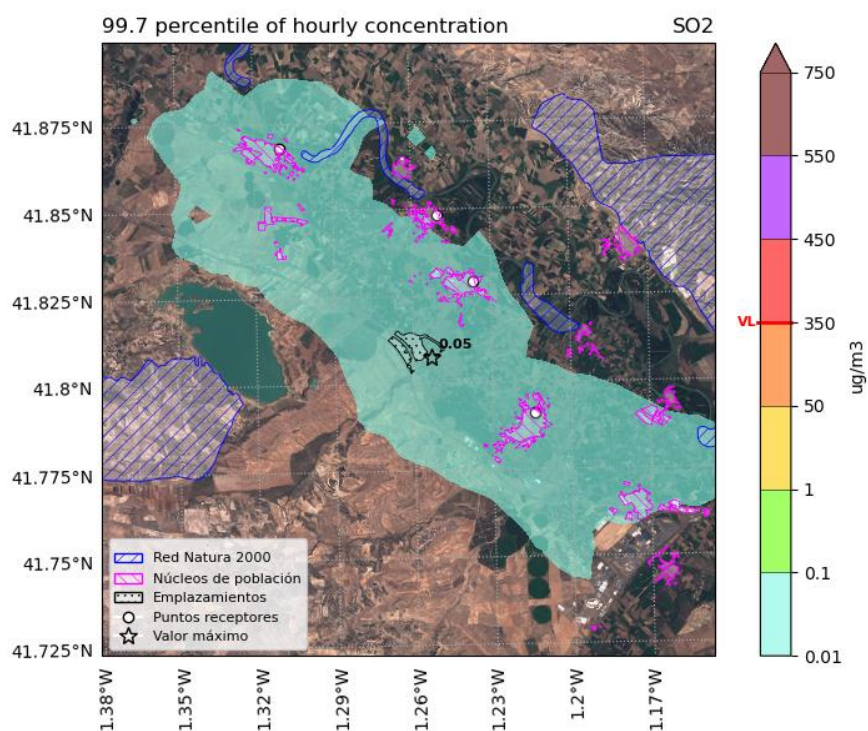


Figura 88. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

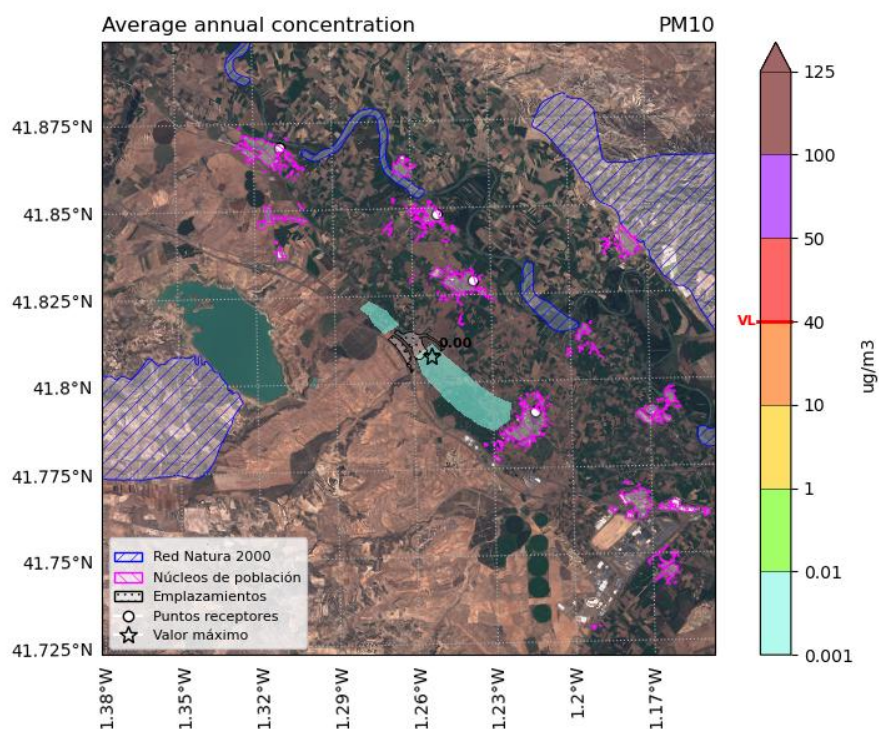


Figura 89. Campo de concentración anual de PM_{10} en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

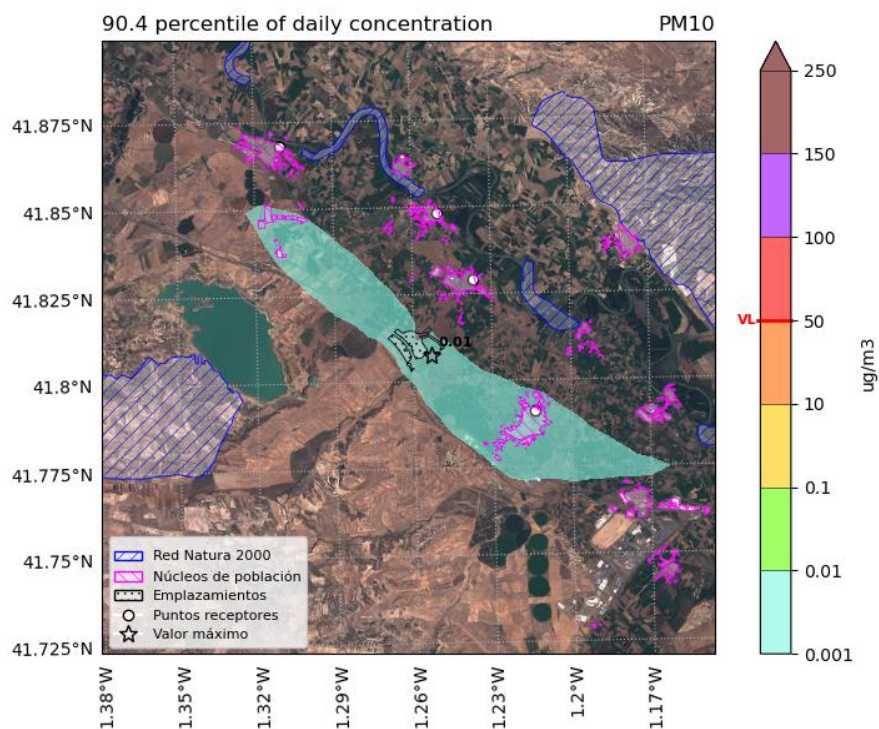


Figura 90. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM_{10} en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

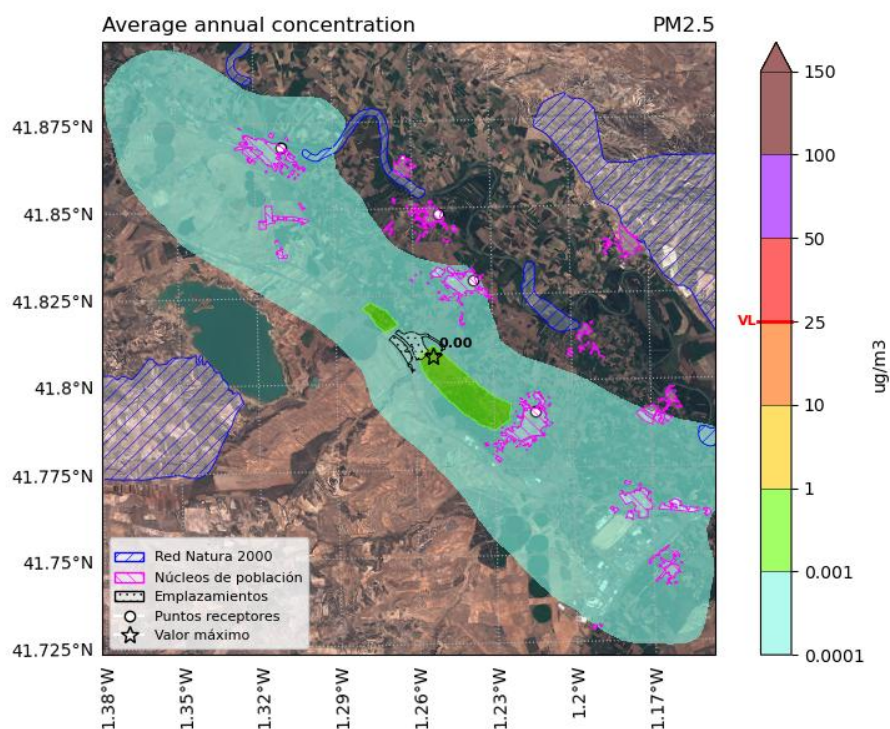


Figura 91. Campo de concentración anual de PM_{2.5} para el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

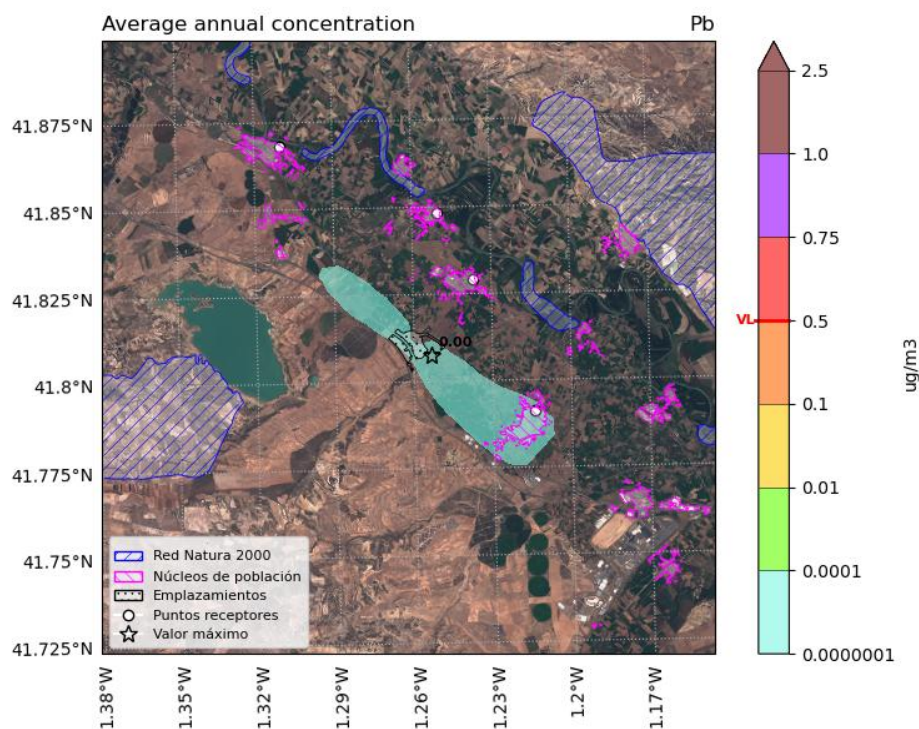


Figura 92. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

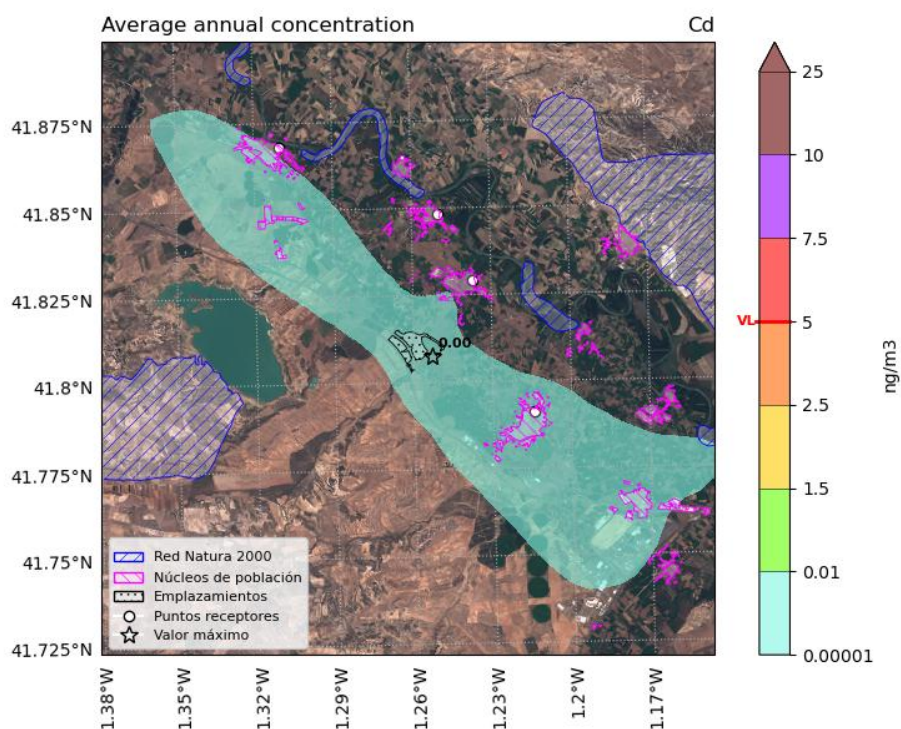


Figura 93. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

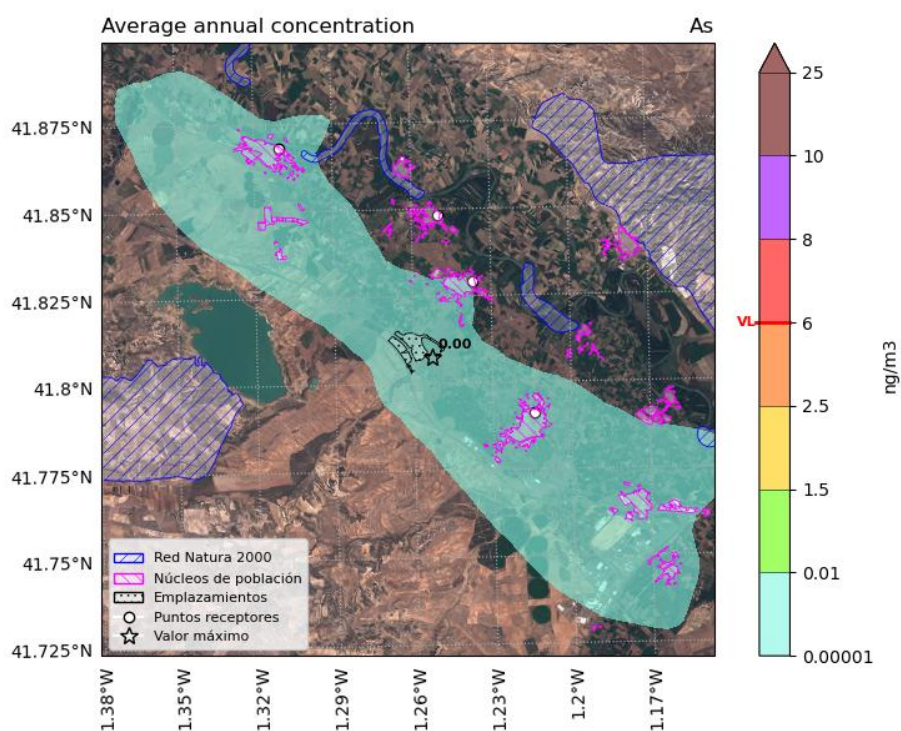


Figura 94. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

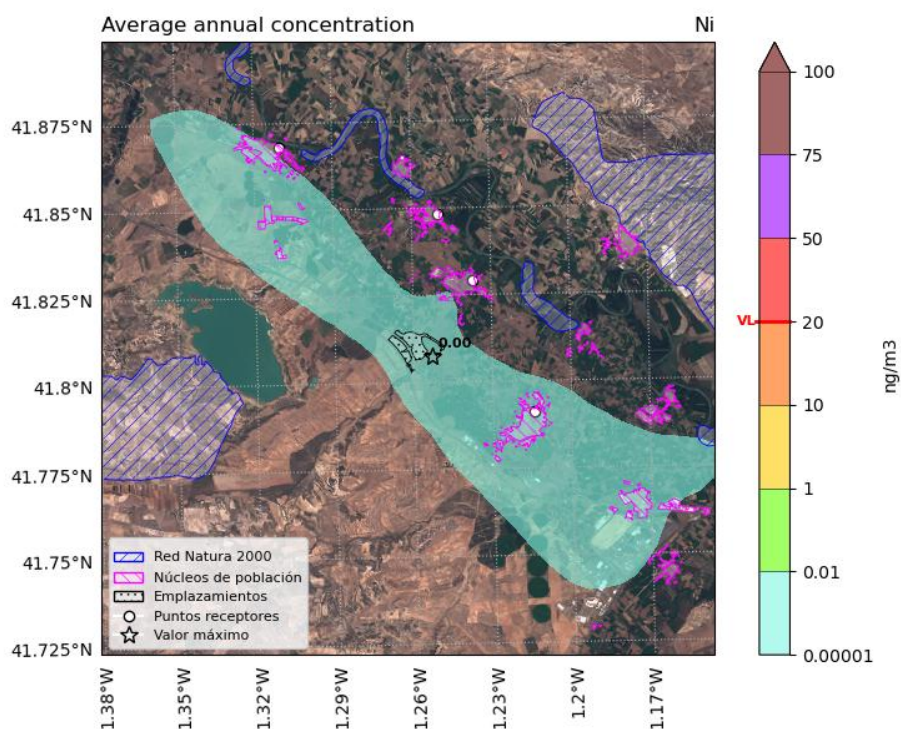


Figura 95. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

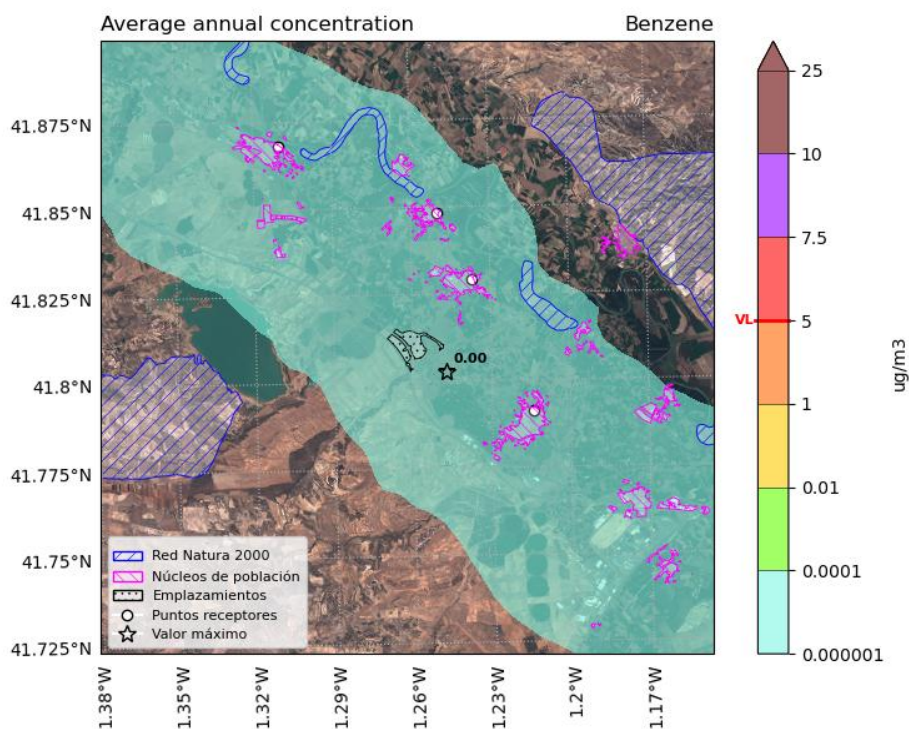


Figura 96. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

Tabla 34. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 2. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Receptor	NO ₂ Anual	NO ₂ Horario (P99.8)	CO 8-hr	SO ₂ Anual	SO ₂ Diario (P99.2)	SO ₂ Horario (P99.7)
Gallur	2.25E-02	1.07E+00	1.06E-05	2.94E-04	2.65E-03	1.18E-02
Boquiñeni	1.21E-02	9.67E-01	7.24E-06	1.56E-04	1.86E-03	9.51E-03
Luceni	1.69E-02	1.04E+00	1.04E-05	2.28E-04	3.04E-03	1.15E-02
Pedrola	1.05E-01	2.73E+00	3.27E-05	1.40E-03	1.08E-02	3.25E-02
Valor límite	40 µg/m³	200 µg/m³	10 mg/m³	20* mg/m³	125 µg/m³	350 µg/m³

Tabla 35. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 2. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	PM ₁₀ Anual	PM ₁₀ Diario (P90.4)	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
Gallur	1.40E-04	4.61E-04	1.37E-04	2.56E-08	8.58E-06	1.14E-05	8.58E-06	2.56E-06
Boquiñeni	7.26E-05	2.49E-04	7.13E-05	1.34E-08	4.48E-06	5.95E-06	4.48E-06	1.39E-06
Luceni	1.07E-04	4.20E-04	1.06E-04	1.99E-08	6.65E-06	8.84E-06	6.65E-06	1.95E-06
Pedrola	6.61E-04	1.91E-03	6.48E-04	1.22E-07	4.07E-05	5.41E-05	4.07E-05	1.15E-05
Valor límite	40 µg/m³	50 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³	5 µg/m³

Los valores del modelo se comparan con los valores de fondo de 2024, detallados en el análisis de referencia de la calidad del aire de la sección 5. Se presenta una tabla en la que se compara el valor máximo del modelo con el valor de fondo registrado en las proximidades de los emplazamientos. Se puede observar que para ninguno de los contaminantes se supera el valor límite cuando se considera el valor máximo estimado por el modelo sumado al valor de fondo.

Tabla 36. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Escenario	Valor	NO ₂ Anual	CO 8-hr	SO ₂ Anual	PM ₁₀ Anual	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual
Escenario 1	Fondo	15	0	4	16	10	0	0	1	2
	Máx. modelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total (F+M)	15	0	4	16	10	0	0	1	2
Valor límite		40 µg/m³	10 mg/m³	20* µg/m³	40 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³

Modelización sinérgica para el escenario 3

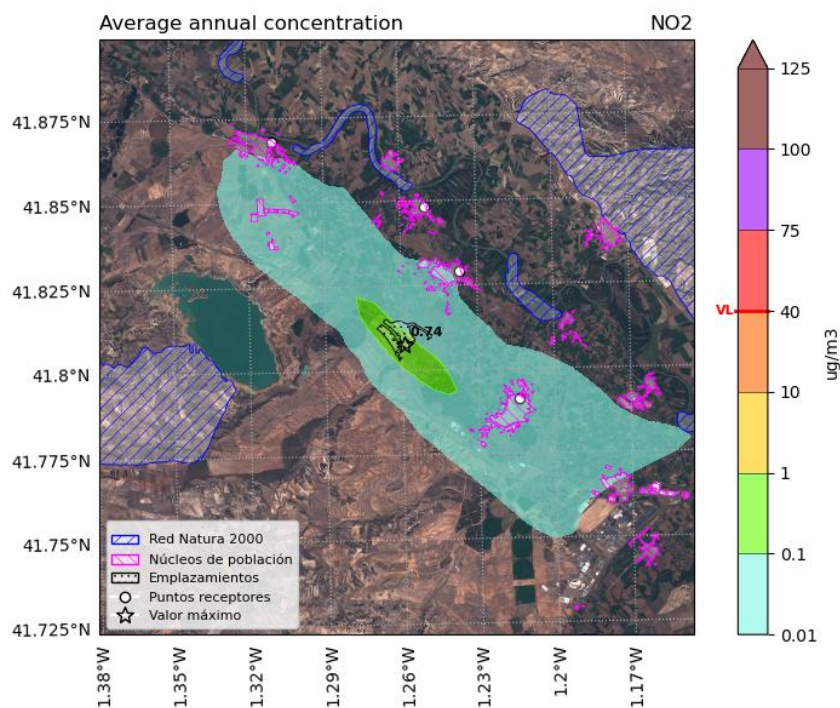


Figura 97 Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

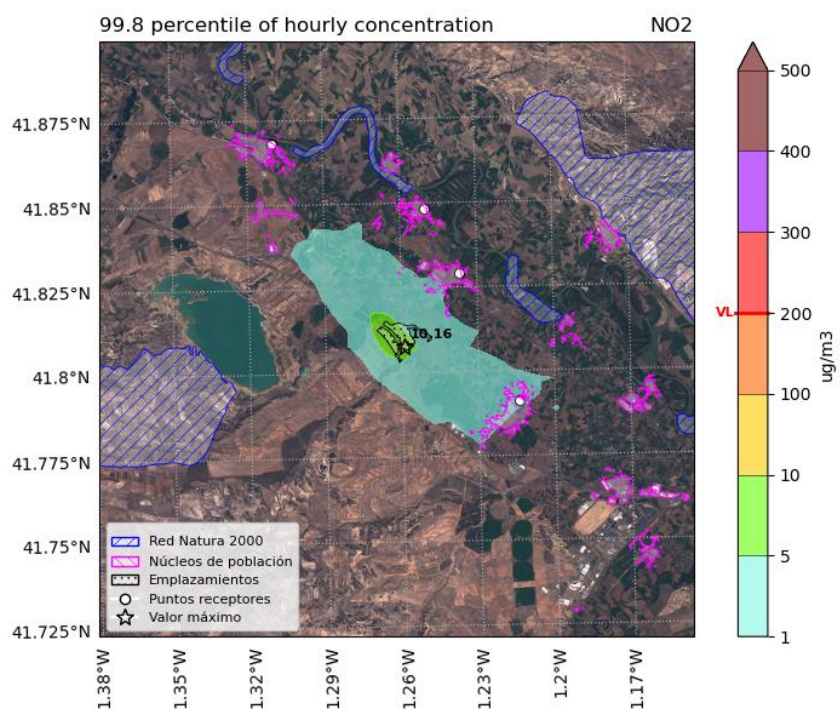


Figura 98. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

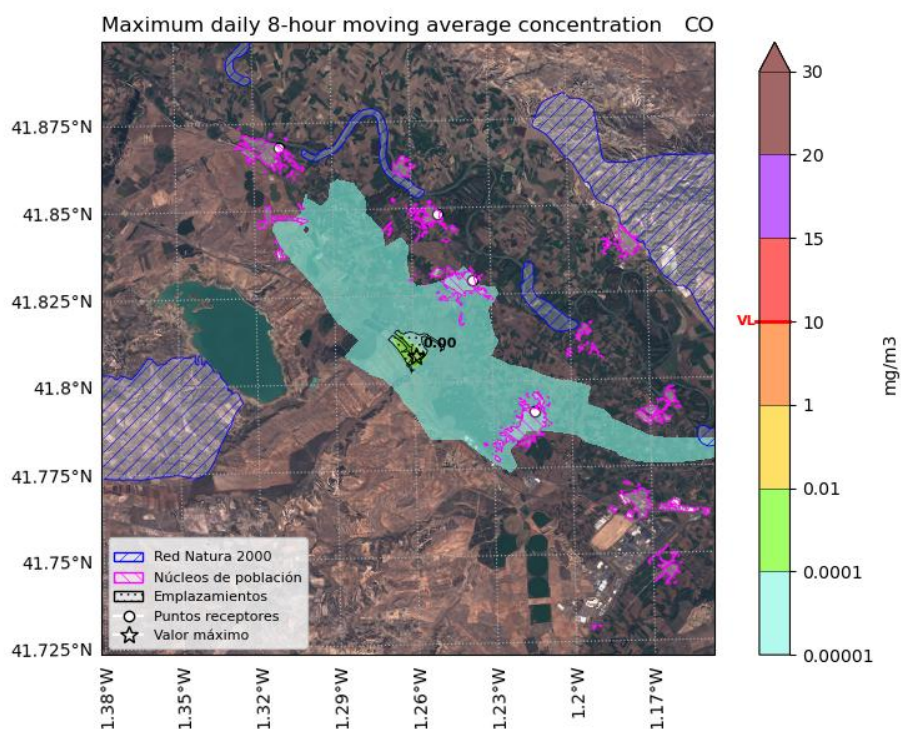


Figura 99. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

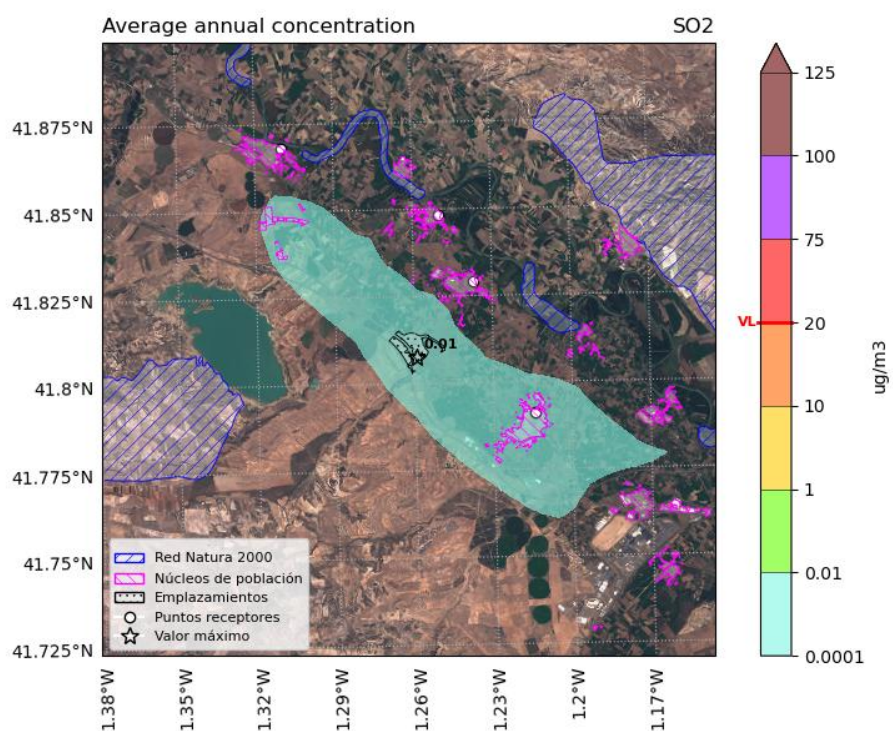


Figura 100. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación.

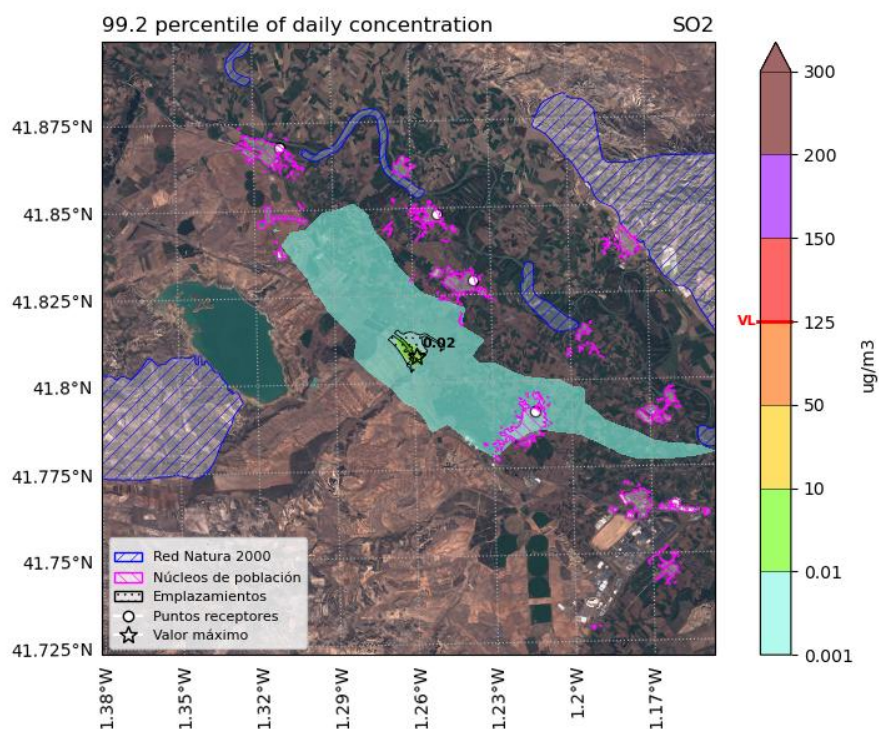


Figura 101. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

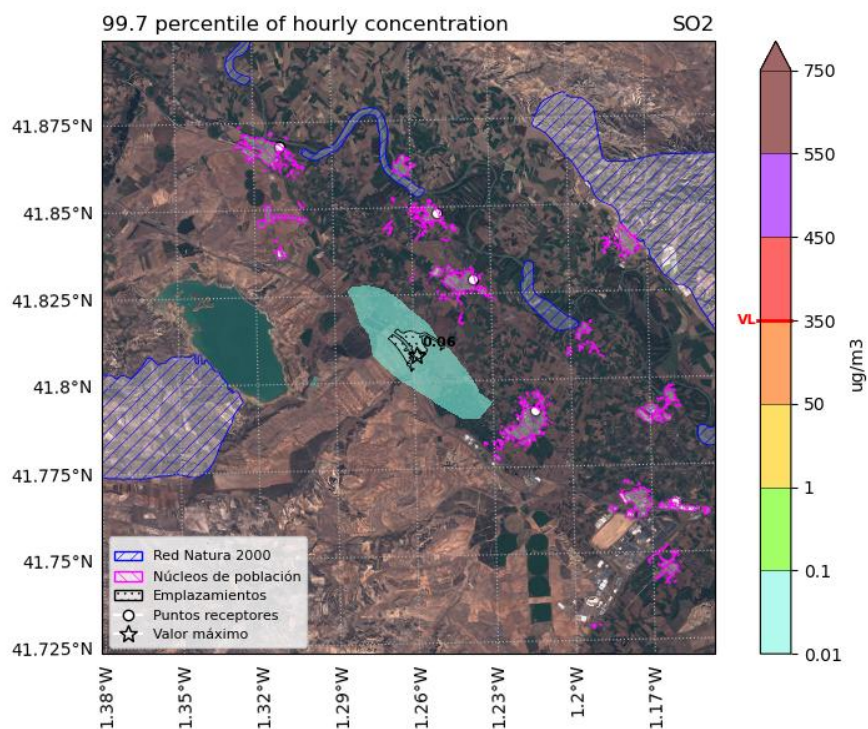


Figura 102. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

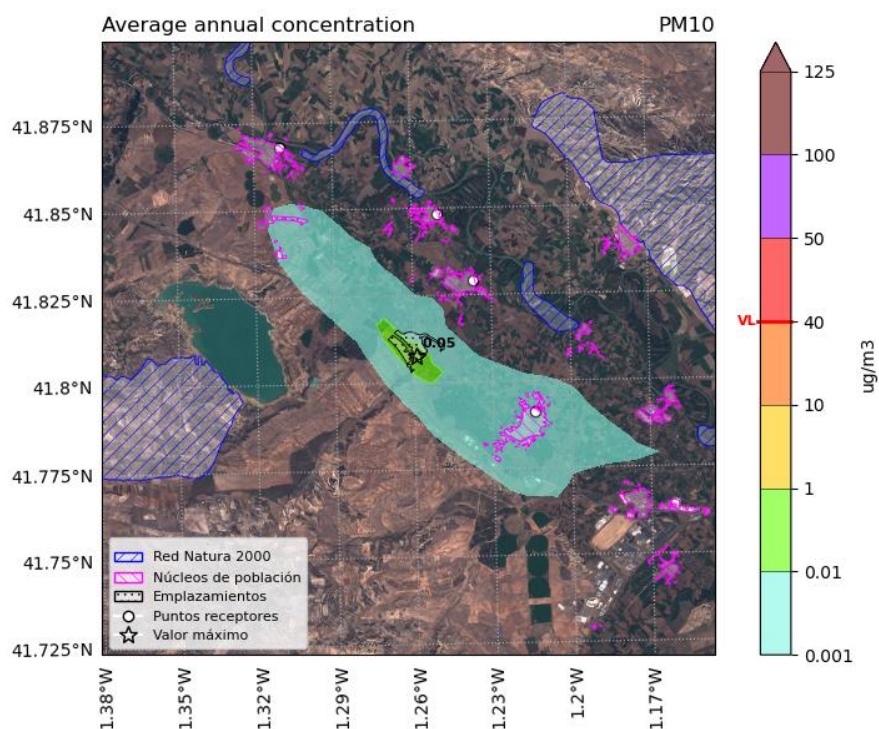


Figura 103. Campo de concentración anual de PM₁₀ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

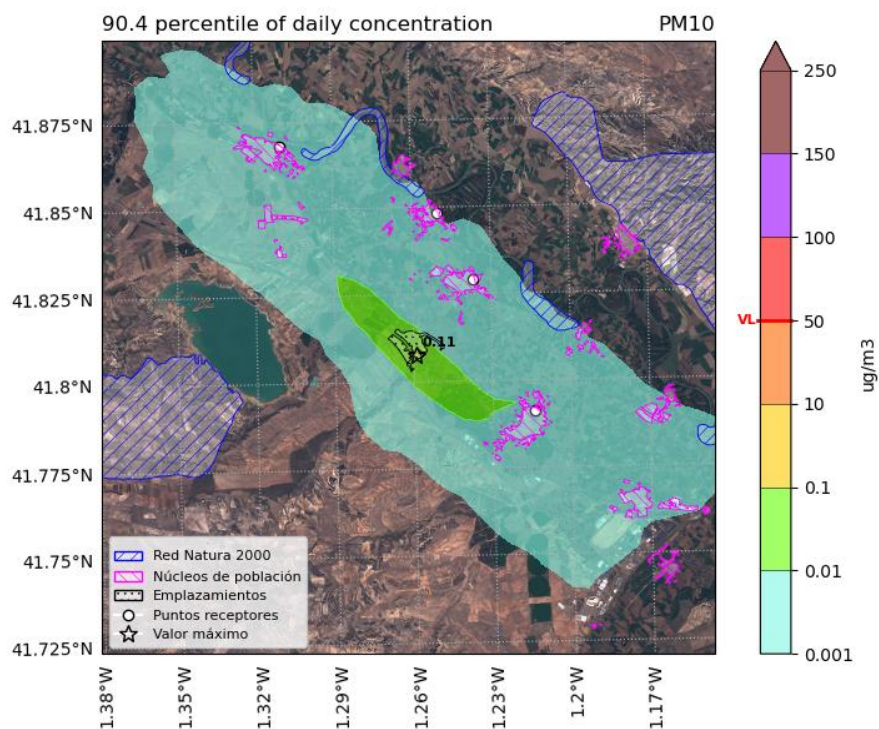


Figura 104. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM₁₀ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

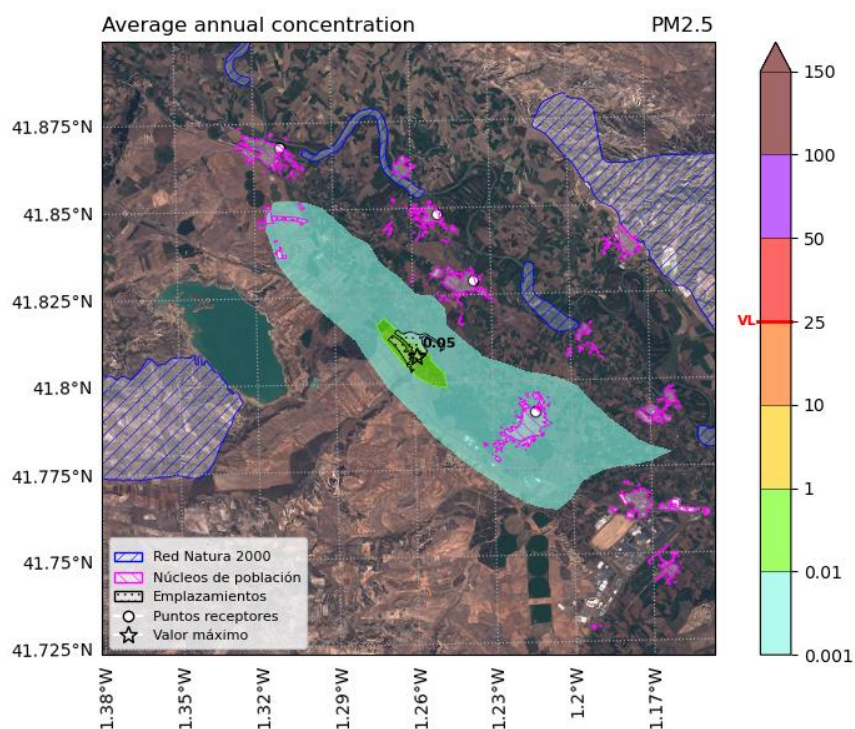


Figura 105. Campo de concentración anual de PM_{2.5} para el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

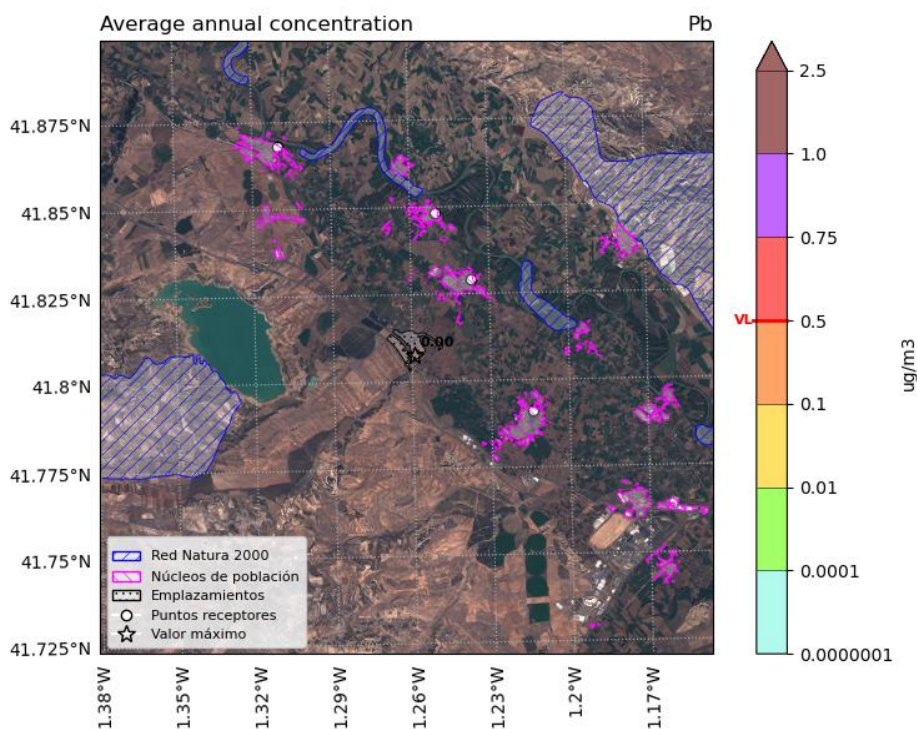


Figura 106. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

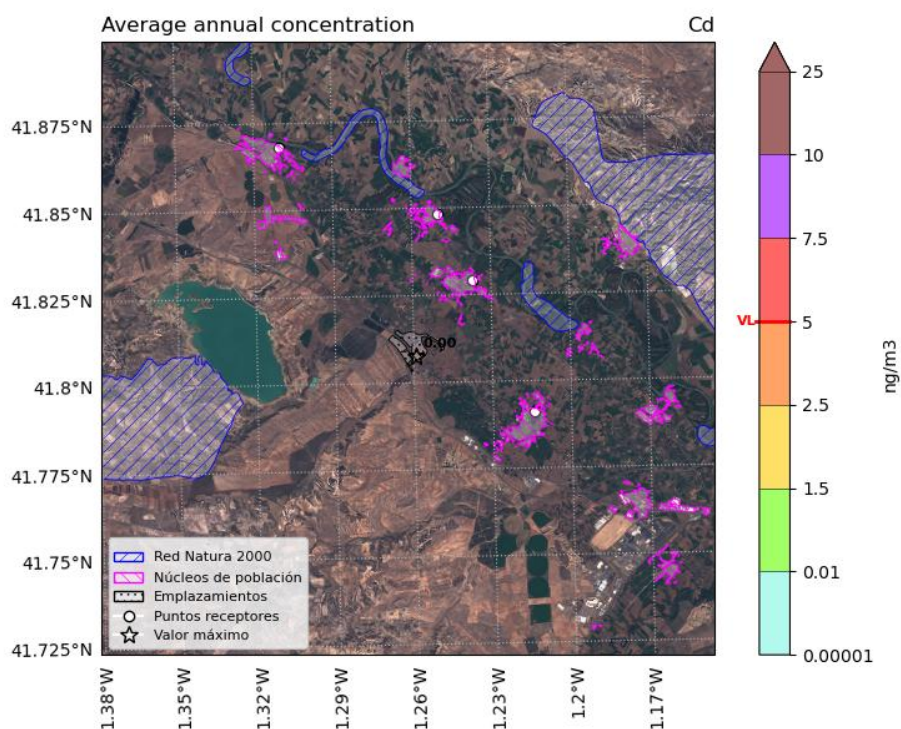


Figura 107. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

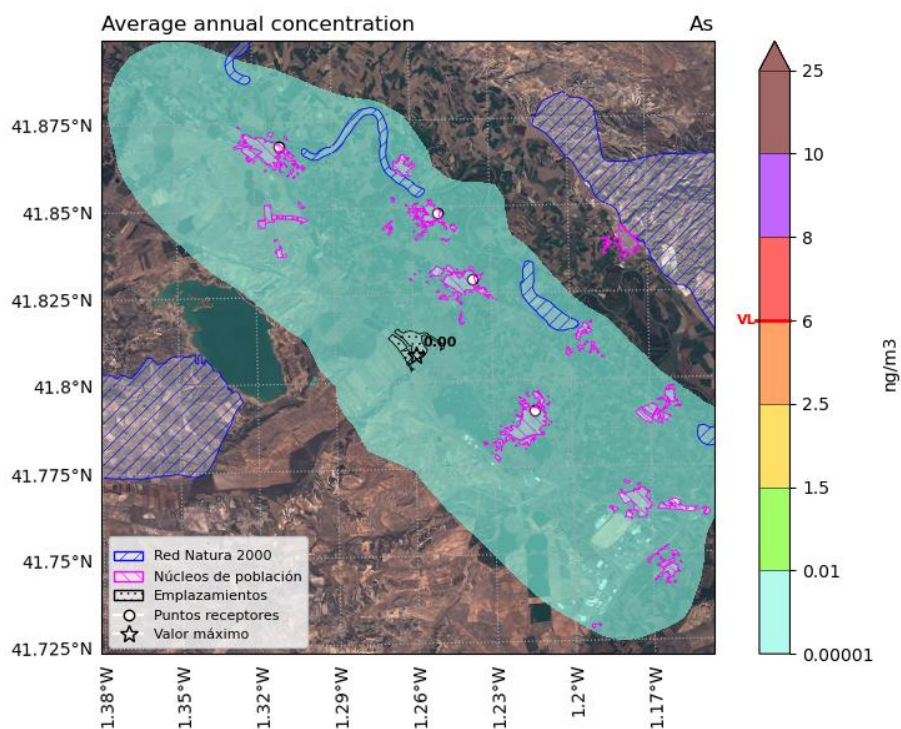


Figura 108. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

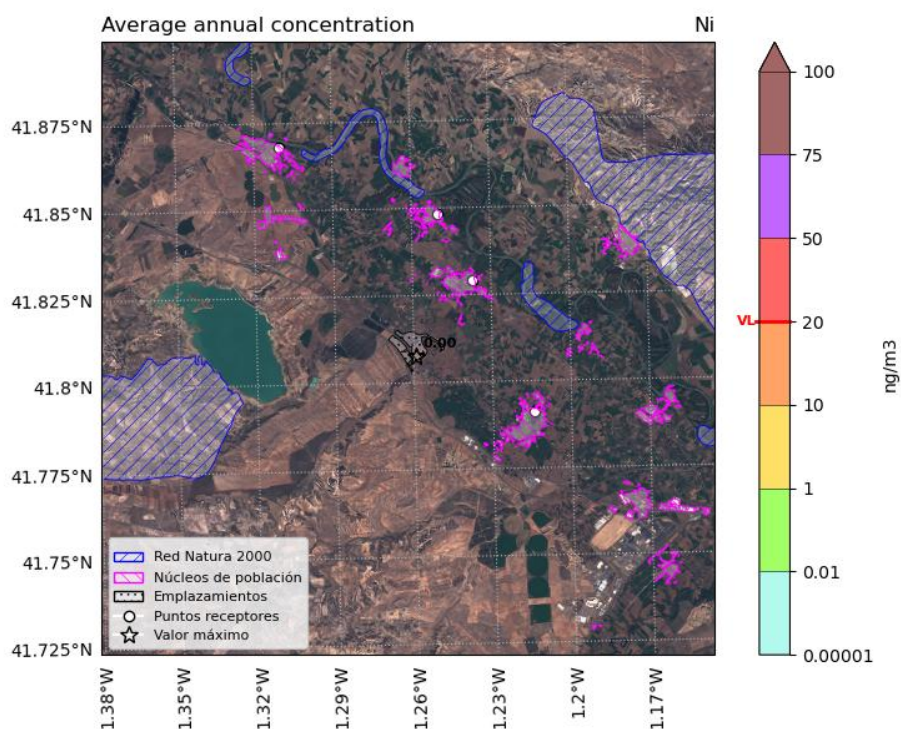


Figura 109. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

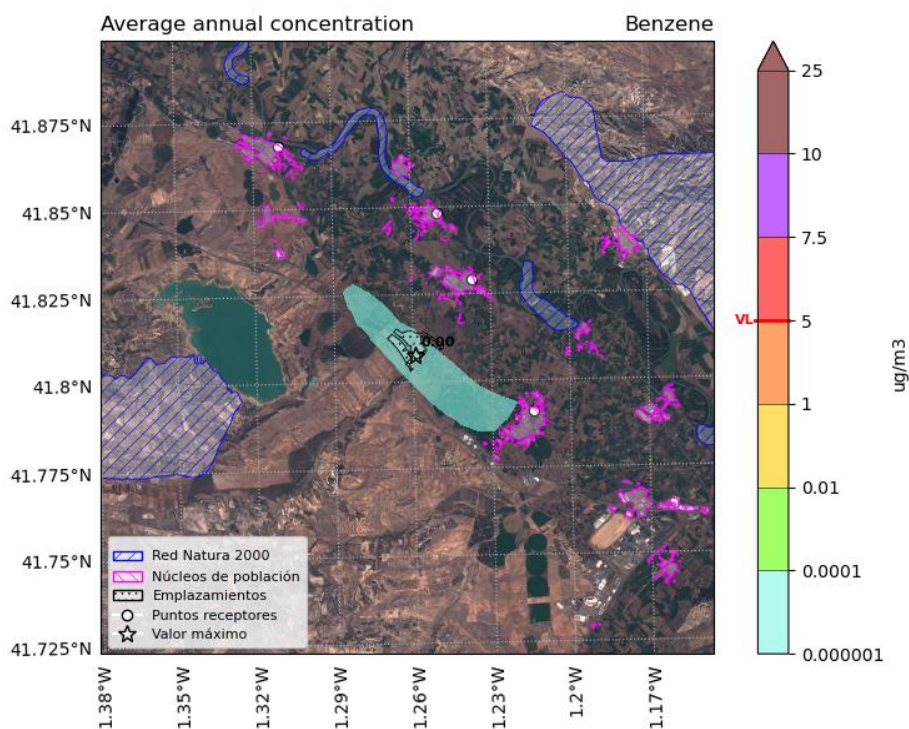


Figura 110. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.

Tabla 37. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 3. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Receptor	NO ₂ Anual	NO ₂ Horario (P99.8)	CO 8-hr	SO ₂ Anual	SO ₂ Diario (P99.2)	SO ₂ Horario (P99.7)
Gallur	7.99E-03	4.39E-01	5.91E-06	4.64E-05	5.08E-04	2.07E-03
Boquiñeni	5.22E-03	4.20E-01	5.78E-06	2.88E-05	4.23E-04	1.80E-03
Luceni	8.26E-03	7.69E-01	9.25E-06	4.62E-05	5.66E-04	3.19E-03
Pedrola	3.81E-02	1.09E+00	1.96E-05	2.24E-04	2.26E-03	6.04E-03
Valor límite	40 µg/m³	200 µg/m³	10 mg/m³	20* mg/m³	125 µg/m³	350 µg/m³

Tabla 38. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 3. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).

Receptor	PM ₁₀ Anual	PM ₁₀ Diario (P90.4)	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
Gallur	5.17E-04	1.87E-03	5.46E-04	2.74E-10	4.55E-08	2.19E-05	9.31E-08	1.59E-07
Boquiñeni	3.11E-04	8.49E-04	3.37E-04	1.69E-10	2.81E-08	1.35E-05	5.75E-08	1.11E-07
Luceni	4.84E-04	1.52E-03	5.24E-04	2.63E-10	4.37E-08	2.10E-05	8.94E-08	1.73E-07
Pedrola	2.43E-03	7.12E-03	2.53E-03	1.27E-09	2.11E-07	1.01E-04	4.31E-07	7.17E-07
Valor límite	40 µg/m³	50 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³	5 µg/m³

Los valores del modelo se comparan con los valores de fondo de 2024, detallados en el análisis de referencia de la calidad del aire de la sección 5. Se presenta una tabla en la que se compara el valor máximo del modelo con el valor de fondo registrado en las proximidades de los emplazamientos. Se puede observar que para ninguno de los contaminantes se supera el valor límite cuando se considera el valor máximo estimado por el modelo sumado al valor de fondo.

Tabla 39. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Escenario	Valor	NO ₂ Anual	CO 8-hr	SO ₂ Anual	PM ₁₀ Anual	PM _{2.5} Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual
Escenario 1	Fondo	15	0	4	16	10	0	0	1	2
	Máx. modelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total (F+M)	15	0	4	16	10	0	0	1	2
Valor límite		40 µg/m³	10 mg/m³	20* µg/m³	40 µg/m³	25 µg/m³	0.5 µg/m³	5 ng/m³	6 ng/m³	20 ng/m³

*Para el valor anual del SO₂ se presentan el nivel crítico para la protección de la vegetación

Referencias

Skamarock, W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D.M., Wang, W., Powers, J.G., 2005. A description of the advanced research WRF version 2 NCAR Tech Notes-46 +STR.

Emery C., Tai, E., 2001. Enhanced Meteorological Modeling and Performance Evaluation for Two Texas Ozone Episodes. Final report submitted to Texas Natural Resources Conservation Commission, prepared by ENVIRON, International Corp, Novato, CA.

Tesche, T.W., McNally, D.E., Tremback, C., 2002. Operational Evaluation of the MM5 Meteorological Model Over the Continental United States: Protocol for Annual and Episodic Evaluation. Prepared for US EPA by Alpine Geophysics LLC, Ft. Wright, KY, and ATMET, Inc., Boulder, CO.

Lista de figuras y tablas

Figuras

Figura 1. Localización del estudio.....	7
Figura 2. Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas como información instrumental.....	9
Figura 3. Descripción de los diferentes modelos y módulos utilizados para el desarrollo del proyecto	10
Figura 4. Representación esquemática de funcionamiento de WRF-ARW. http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/contents.html	12
Figura 5. Dominios de modelización. Dominios D01, D02, D03 y D04.....	13
Figura 6. Ubicación de las fuentes consideradas, DCRADE (en amarillo).	17
Figura 7. Ciclo diario (izquierda) y ciclo anual (derecha) de la velocidad del viento simulada en el punto de análisis.	21
Figura 8. Rosa de vientos (izquierda) e histograma de frecuencia de intensidad de viento anual (derecha) simulado en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de ocasiones en un año en que se reproduce una dirección e intensidad del viento, respectivamente.....	21
Figura 9. Rosas de viento mensuales en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de veces en un año que se reproduce una dirección del viento.	22
Figura 10. Rosas de viento horarias en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de veces en un año que se reproduce una dirección del viento.....	23
Figura 11. Temperatura simulada del ciclo diario (izquierda) y anual (derecha) en el punto de análisis.....	24
Figura 12. Precipitación mensual acumulada durante el año 2024 en el punto de análisis.....	25
Figura 13. Ciclo diario (izquierda) y anual (derecha) de humedad relativa simulada en el punto de análisis.....	25
Figura 14. Serie anual de velocidad del viento medida en las estaciones diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones.	29
Figura 15. Diagramas de dispersión de velocidad del viento medida en las estaciones diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones.....	29
Figura 16. Serie anual de temperatura medida en las estaciones diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones.....	30
Figura 17. Diagramas de dispersión de temperatura medida en las estaciones de Zaragoza – Valdespartera y Leciñena diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones.....	30

Figura 18. Serie anual de humedad relativa medida en las estaciones diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones.....	31
Figura 19. Diagramas de dispersión de humedad relativa medida en las estaciones de Zaragoza – Valdespartera y Leciñena diagnosticadas en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dichas estaciones.....	31
Figura 20. Localización de la estación de calidad del aire utilizada (en color verde).....	32
Figura 21. Evolución de los valores diarios de PM _{2,5} (µg/m ³) en la estación de Alagón.	34
Figura 22. Evolución de los valores diarios de PM ₁₀ (µg/m ³) en la estación considerada en la estación de Alagón. El límite legal se indica con una línea roja rayada.	36
Figura 23. Evolución de los valores horarios de NO ₂ (µg/m ³) en la estación de Alagón. El límite legal se indica con una línea roja rayada.	38
Figura 24. Evolución de los valores diarios de SO ₂ (µg/m ³) en la estación de Alagón.	40
Figura 25. Puntos receptores de interés considerados.....	44
Figura 26. Campo de concentración anual de NO ₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.	45
Figura 27. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO ₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.....	45
Figura 28. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.....	46
Figura 29. Campo de concentración anual de SO ₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación.....	46
Figura 30. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO ₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.....	47
Figura 31. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO ₂ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite.....	47

- Figura 32. Campo de concentración anual de PM_{10} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 48
- Figura 33. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM_{10} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 48
- Figura 34. Campo de concentración anual de $PM_{2,5}$ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 49
- Figura 35. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 49
- Figura 36. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 50
- Figura 37. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 50
- Figura 38. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 51
- Figura 39. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 51
- Figura 40 Campo de concentración anual de NO_2 en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 53
- Figura 41. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO_2 en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 53

- Figura 42. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 54
- Figura 43. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación. 54
- Figura 44. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 55
- Figura 45. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 55
- Figura 46. Campo de concentración anual de PM₁₀ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 56
- Figura 47. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM₁₀ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 56
- Figura 48. Campo de concentración anual de PM_{2,5} para el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 57
- Figura 49. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 57
- Figura 50. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 58
- Figura 51. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 58

- Figura 52. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 59
- Figura 53. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 59
- Figura 54 Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 61
- Figura 55. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 61
- Figura 56. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 62
- Figura 57. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación. 62
- Figura 58. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 63
- Figura 59.Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 63
- Figura 60.Campo de concentración anual de PM₁₀ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 64
- Figura 61. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM₁₀ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 64

- Figura 62. Campo de concentración anual de $PM_{2,5}$ para el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 65
- Figura 63. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 65
- Figura 64. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 66
- Figura 65. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 66
- Figura 66. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 67
- Figura 67. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 67
- Figura 68. Localización de los generadores y turbinas de los tres emplazamientos. 70
- Figura 69. Campo de concentración anual de NO_2 en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 71
- Figura 70. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO_2 en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 71
- Figura 71. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 72
- Figura 72. Campo de concentración anual de SO_2 en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del

emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación. 72

Figura 73. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO_2 en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 73

Figura 74. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO_2 en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 73

Figura 75. Campo de concentración anual de PM_{10} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 74

Figura 76. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM_{10} en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 74

Figura 77. Campo de concentración anual de $PM_{2,5}$ en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 75

Figura 78. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 75

Figura 79. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 76

Figura 80. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 76

Figura 81. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 77

- Figura 82. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 1. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 77
- Figura 83 Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 79
- Figura 84. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 79
- Figura 85. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 80
- Figura 86. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación..... 80
- Figura 87. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 81
- Figura 88.Percentil 99,7 de concentración horaria de SO₂ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 81
- Figura 89.Campo de concentración anual de PM₁₀ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 82
- Figura 90. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM₁₀ en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 82
- Figura 91. Campo de concentración anual de PM_{2,5} para el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 83

- Figura 92. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 83
- Figura 93. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 84
- Figura 94. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 84
- Figura 95. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 85
- Figura 96. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 2. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 85
- Figura 97 Campo de concentración anual de NO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 87
- Figura 98. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 87
- Figura 99. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 88
- Figura 100. Campo de concentración anual de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor crítico para la vegetación..... 88
- Figura 101. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO₂ en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 89

- Figura 102. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO_2 en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 89
- Figura 103. Campo de concentración anual de PM_{10} en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 90
- Figura 104. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM_{10} en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 90
- Figura 105. Campo de concentración anual de $\text{PM}_{2,5}$ para el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 91
- Figura 106. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 91
- Figura 107. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 92
- Figura 108. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 92
- Figura 109. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite. 93
- Figura 110. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 3. Se muestran sombreadas en azul las zonas de RN2000 y en rosa los núcleos de población. El máximo fuera del perímetro del emplazamiento aparece marcado con una estrella, junto a su valor. En la barra de color se marca en rojo el valor límite..... 93

Tablas

Tabla 1. Principales características metodológicas del estudio.	6
Tabla 2. Principales características de los generadores y turbinas.	7
Tabla 3. Condiciones de cada uno de los escenarios.	7
Tabla 4. Características de cada uno de los dominios de modelización.	13
Tabla 5. Factores de emisión para todos los contaminantes considerados en las simulaciones. Se marcan en rojo aquellos que provienen de las hojas de especificaciones.	18
Tabla 6. Emisiones totales para cada escenario, estimadas para cada contaminante.	19
Tabla 7. Registros de temperatura mensual promedio, máximo y mínimo (en °C) simulados en el punto de análisis.	24
Tabla 8. Registros promedio, máximo y mínimo de humedad relativa mensual (en %).	25
Tabla 9. Estadística de comparación de modelos de observación evaluados para la estación considerada. Entre los detalles se encuentran los resultados estadísticos que se han recomendado. * Valor recomendado en áreas de topografía simple.	27
Tabla 10. Límites de inmisión actuales (Real Decreto 102-2011 and European Directive EC/2008/50).	33
Tabla 11. Valores anuales de PM _{2.5} y porcentaje de datos disponibles para la estación de Alagón.	33
Tabla 12. Valores anuales de PM ₁₀ y porcentaje de datos disponibles para la estación de Alagón.	35
Tabla 13. Valores diarios observados del percentil 90,4 de PM ₁₀ y número de superaciones registrado para el valor de 50 µg/m ³ para la estación de Alagón.	35
Tabla 14. Valores anuales de NO ₂ y porcentaje de datos disponibles para la estación de Alagón.	37
Tabla 15. Valores horarios observados del percentil 99,8 de NO ₂ y número de superaciones registradas para el valor de 200 µg/m ³ para la estación de Alagón.	37
Tabla 16. Valores anuales de SO ₂ y porcentaje de datos disponibles para la estación de Alagón.	39
Tabla 17. Valores diarios observados del percentil 99,2 de SO ₂ y número de superaciones registradas para el valor de 125 µg/m ³ para la estación de Alagón.	39
Tabla 18. Valores diarios observados del percentil 99,7 de SO ₂ y número de superaciones registradas para el valor de 350 µg/m ³ para la estación de Alagón.	39
Tabla 19. Propiedades del dominio de simulación CALPUFF. UTM zona 30 y WGS-84.	41
Tabla 20. Límites de inmisión actuales (Real Decreto 102-2011 y la Directiva Europea EC/2008/50).	43

Tabla 21. Localización geográfica de los receptores puntuales de interés que representan receptores sensibles a analizar. Huso geográfico 30 y elipsoide de referencia WGS-84.....	44
Tabla 22. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 1. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	52
Tabla 23. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 1. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.	52
Tabla 24. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	52
Tabla 25. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 2. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	60
Tabla 26. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 2. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.	60
Tabla 27. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	60
Tabla 28. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 3. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	68
Tabla 29. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 3. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.	68
Tabla 30. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	68
Tabla 31. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 1. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	78
Tabla 32. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 1. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.	78
Tabla 33. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	78

Tabla 34. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 2. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	86
Tabla 35. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 2. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.	86
Tabla 36. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	86
Tabla 37. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 3. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	94
Tabla 38. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 3. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite (*valor crítico para la vegetación).	94
Tabla 39. Valor máximo de cada contaminante comparado con el valor de fondo. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.	94