

# Anexo 2

## Análisis de riesgos climáticos

## Contents

---

1.	Resumen ejecutivo	1
2.	Objetivo del estudio	3
2.1	Compromiso de Amazon para 2030 en materia de ahorro de agua	3
2.2	Estrategia hídrica del DC	4
3.	Alcance y metodología	5
4.	Descripción de emplazamiento y la actividad	7
4.1	Perfil del emplazamiento	7
4.2	Actividad de centro de datos	9
5.	Detección de riesgos climáticos	10
5.1	Riesgos climáticos según la Taxonomía de la UE	10
5.2	Exclusión de los riesgos climáticos	11
6.	Análisis del riesgo climático	14
6.1	Evaluación de los parámetros climáticos	14
6.2	Resultados	48
7.	Medidas para la gestión de riesgos climáticos	51
7.1	Selección del punto de ajuste de temperatura de los equipos de refrigeración	51
7.2	Disposición de varias fuentes de suministro de agua	51
7.3	Reciclado de las aguas del rechazo del sistema de tratamiento de agua por filtración de membranas	51
7.4	Almacenamiento de agua in situ durante todo el año	52
8.	Glosario	53
9.	Limitaciones	55

# 1. Resumen ejecutivo

TAUW ha realizado una evaluación de riesgos climáticos relacionados con los distintos escenarios proyectados de cambio climático para la actividad de centro de datos (en adelante, DC) del emplazamiento VDG1 situado en Villanueva de Gállego, con el objetivo de determinar la **vulnerabilidad de la actividad de DC** en función de los parámetros climáticos analizados.

El análisis de los riesgos climáticos busca aportar una **visión general sobre el contexto del emplazamiento y la vulnerabilidad de la actividad del DC asociada** en relación a diversos parámetros climáticos.

De este modo, se han identificado riesgos **de nivel moderado relacionados con la temperatura, el viento y el agua**. Asimismo, se obtienen otros riesgos de nivel bajo o sin riesgo.

Estos riesgos climáticos de nivel moderado pueden comprometer el correcto funcionamiento de la instalación puesto que **impactan sobre la disponibilidad de agua y su uso**, provocando un aumento del consumo de agua en el DC en determinadas épocas del año, así como variaciones en la disponibilidad del recurso en determinadas estaciones.

Al final del estudio se presentan las **medidas** orientadas a la **gestión de dichos riesgos climáticos** aplicadas ya en el diseño del DC (como por ejemplo, reciclado de las aguas del rechazo del sistema de tratamiento de agua por filtración de membranas y aumento del almacenamiento de agua) con lo que se evidencia que ya se ha tenido en cuenta esta problemática, habiéndose experimentado durante los últimos años.

La tabla siguiente ofrece una visión general de los peligros climáticos evaluados y su nivel de riesgo:

Tabla 1. Riesgos climáticos.

Riesgos climáticos		Riesgos actuales y futuros	Objetos de investigación		
			Edificio y Actividad	Accesibilidad	Personas
Temperatura	Cambio de temperatura	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Ola de calor	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Estrés térmico	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Variabilidad de la temperatura	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			

	Ola de frío / heladas	Riesgo actual				
		RCP4.5				
		RCP8.5				
Viento	Tormenta	Riesgo actual				
		RCP4.5				
		RCP8.5				
	Tornado	Riesgo actual				
		RCP4.5				
		RCP8.5				
Agua	Cambio de las precipitaciones	Riesgo actual				
		RCP4.5				
		RCP8.5				
	Fuertes precipitaciones	Riesgo actual				
		RCP4.5				
		RCP8.5				
	Variabilidad hidrológica	Riesgo actual				
		RCP4.5				
		RCP8.5				
	Inundación (pluvial)	Riesgo actual				
		RCP4.5				
		RCP8.5				
	Estrés hídrico	Riesgo actual				
		RCP4.5				
		RCP8.5				
		Sequía	Riesgo actual			
			RCP4.5			
			RCP8.5			
Sin riesgo	Bajo	Moderado	Alta			



## 2. Objetivo del estudio

Durante los últimos años, la demanda de infraestructura digital ha aumentado exponencialmente, lo que ha convertido a los DC en una industria de rápido crecimiento. Los DC requieren espacios para albergarlos y necesitan de muchos recursos ambientales, por lo que serán clave en la consecución de servicios más eficientes unidos a la transición necesaria a una economía verde. Por la normativa mencionada y por lo expuesto, con mayor detalle, se analiza la vulnerabilidad de esta actividad respecto al cambio climático para evaluar la alineación de su diseño y operativa con la optimización de recursos.

Este examen analiza la problemática derivada de riesgos climáticos aplicados para la actividad dentro del emplazamiento objeto de este estudio. Estos riesgos climáticos se agrupan en torno a los siguientes parámetros: temperatura, viento, agua y masa sólida.

Más concretamente, cabe mencionar que es una evidencia que el cambio climático está provocando un aumento de las temperaturas globales y de la frecuencia de fenómenos climáticos extremos, incluidas olas de calor como las que se registraron en 2022, el año más caluroso jamás registrado en España y en Europa.

La exposición a **periodos prolongados de altas temperaturas**, que a su vez provoca una disminución de la disponibilidad de agua, **tiene un impacto directo en el uso de agua por los DC**, haciendo necesaria la evaluación de los riesgos climáticos relacionados con este aspecto con mayor detenimiento.

ADSS, ya cuenta con un compromiso para 2030 en materia de ahorro de agua y una estrategia hídrica como centro del diseño de los DC que se aplica en todos los nuevos DC. A continuación, se describen someramente estas medidas.

### 2.1 Compromiso de Amazon para 2030 en materia de ahorro de agua

Amazon se ha comprometido a tener un impacto positivo en la gestión del agua a nivel mundial para el año 2030. Esto se materializa en que devolverá más agua al medio ambiente de la que consumen sus DC en todo el mundo a través de proyectos de restauración de cuencas hidrográficas y la prestación de servicios de agua potable, saneamiento e higiene en áreas con escasez de agua.

Según el Informe de Sostenibilidad 2023<sup>1</sup>, Amazon alcanzó el 41% del camino hacia su objetivo de balance hídrico positivo en 2030.

Para lograrlo, Amazon ha implementado proyectos de reabastecimiento de agua en todo el mundo. Como parte de esta iniciativa, Amazon está llevando a cabo proyectos de reabastecimiento de agua en nueve países, incluyendo España. Con el reciente anuncio de varios proyectos en España, Australia, India, Indonesia y Estados Unidos, se espera que una vez completados, estos proyectos aporten 1.500 millones de litros de agua. En total, se estima que la cartera completa de reposición de agua de ADSS devuelva 3.900 millones de litros cada año a las comunidades locales.

En el caso específico de los centros de datos de Aragón, Amazon está priorizando la eficiencia en el uso del agua y se ha comprometido a restaurar más agua de la que consume a través de proyectos de reabastecimiento de agua. Para abordar el problema de la pérdida de agua en las infraestructuras envejecidas, Amazon ha colaborado con una empresa de detección de fugas de agua en un proyecto para identificar y reducir fugas en el sistema de agua de la localidad de Villanueva de Gállego. En total, se han identificado 21 fugas y otros tipos de pérdidas de agua, y al reparar las más prioritarias, el proyecto ya está reduciendo las pérdidas en unos 33 millones de litros al año<sup>2</sup>.

Además, Amazon ha colaborado con un grupo ecologista local en un proyecto para aprovechar el agua de drenaje de los campos de cultivo cercanos al DC existente de El Burgo de Ebro para el riego de un bosque de álamos río abajo, el cual actuará como un filtro natural absorbiendo los nutrientes de la escorrentía y evitando que la contaminación llegue al río Ebro. Se espera que el proyecto suministre 864 millones de litros de agua limpia cada año a la comunidad<sup>3</sup>, contribuyendo tanto a la mejora de la calidad del agua como a la reducción de la cantidad extraída del Ebro para el riego, ayudando a cumplir los objetivos regionales de calidad del agua bajo la Directiva Marco de Agua.

En el caso específico de los nuevos DCs de Aragón, ADSS va a implementar una estrategia de agua que mejora la eficiencia hídrica, y, por tanto, la cantidad de agua que utilizan. Esta estrategia incluye la implantación de una o dos plantas de tratamiento de agua centralizada (dependiendo del emplazamiento) capaz de tratar las aguas residuales de proceso (refrigeración) para su posterior reutilización en el propio DC.

## **2.2 Estrategia hídrica del DC**

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas de España, ADSS se ha esforzado por diseñar sus DC de forma que se minimice el uso de agua. De esta manera se evita su uso durante la mayor parte de los meses del año, circunscribiendo la utilización únicamente a los meses más cálidos y consumiendo el agua mediante recirculación previa al vertido final.

Este diseño contempla el modo de refrigeración libre o “*free cooling*” para los equipos de refrigeración. El modo *free cooling* es un método de enfriamiento que aprovecha las condiciones ambientales favorables para reducir la necesidad de utilizar sistemas de refrigeración mecánica, como los compresores de aire acondicionado. El *free cooling* utiliza el aire exterior fresco para enfriar las salas de datos. Normalmente, el sistema funcionará en modo *free cooling*, y únicamente cuando la temperatura exterior supera el umbral de los 29,3 °C es cuando el sistema de refrigeración utiliza agua para enfriar el aire. Esta situación tiende a producirse durante y en las proximidades de la época estival, siendo habitualmente en el mes de agosto cuando se produce el 40% del consumo anual de refrigeración en base a la estimación de temperaturas tenidas en cuenta.

El diseño de los sistemas de refrigeración de los DC, y la correspondiente estimación del uso de agua, se basa en un análisis estadístico de los datos meteorológicos del pasado. Las condiciones extremas experimentadas en 2022, que han continuado en 2023, han conminado a ADSS a reflexionar sobre las posibles implicaciones operativas de nuevos picos de temperatura más frecuentes que podrían surgir como resultado del cambio climático.

En base en lo anterior, ADSS se ha encargado de diseñar una estrategia hídrica que proporciona una resiliencia adicional frente a posibles fluctuaciones de temperatura imprevistas en el futuro.

### 3. Alcance y metodología

Los datos para los riesgos climáticos actuales se han obtenido principalmente de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) que recoge y elabora información climática histórica y actual.

Los datos para las proyecciones futuras se han consultado principalmente en el Visor de Escenarios de Cambio Climático (AdapteCCa) que permite visualizar y descargar las proyecciones más actualizadas para el clima futuro de España. Los datos disponibles proceden principalmente de dos fuentes: proyecciones puntuales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) y proyecciones grid de la iniciativa internacional Euro-CORDEX.

Para la evaluación de los riesgos climáticos futuros se analizaron los datos utilizando las vías de concentración representativas (*Representative Concentration Pathways*-RCP) evaluadas a futuro considerarán el escenario RCP 8.5 (escenario conservador-emisiones altas) y el escenario RCP 4.5 (escenario moderado-emisiones intermedias). Las RCP son un conjunto de proyecciones que describen diferentes trayectorias potenciales de emisiones futuras de gases de efecto invernadero y sus correspondientes niveles de concentración atmosférica. Los RCP han sido adoptados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y se utilizaron para la modelización e investigación del clima en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC.

Una evaluación sólida del riesgo climático y la vulnerabilidad incluye los siguientes pasos:

- Presentación del emplazamiento y un resumen de la actividad a desarrollar en el DC.
- Cribado preliminar para identificar qué riesgos climáticos físicos pueden afectar al desarrollo de la actividad durante su vida prevista (como referencia se han tomado los riesgos climáticos establecidos en la lista de la Sección II del Apéndice A de la Taxonomía de la UE).
- Realización de una evaluación del riesgo climático y de la vulnerabilidad para valorar la materialidad de los riesgos climáticos físicos (actuales y futuros) en el emplazamiento y su actividad.
- Identificación de medidas aplicadas en el diseño del DC, orientadas a la gestión de los riesgos climáticos en el contexto del proyecto.

En el análisis de riesgos climáticos, el nivel de detalle de la evaluación alcanzará los siguientes objetos de investigación:

- Edificación. Construcciones tanto principales como auxiliares, zonas de aparcamiento, etc. Igualmente, se evalúa la actividad de DC.
- Accesibilidad. Accesos a la propiedad a través de la carretera, vía de entrada y la zona de aparcamiento.
- Personas. Personas que accederán al emplazamiento.

Por otra parte, en relación con la metodología empleada, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el riesgo se define como el potencial de consecuencias adversas para los sistemas humanos o ecológicos, teniendo en cuenta la diversidad de valores y objetivos asociados a dichos sistemas.

En el contexto de los impactos del cambio climático, los riesgos surgen de las interacciones dinámicas entre los peligros relacionados con el clima, la exposición del sistema afectado a estos peligros y la vulnerabilidad del sistema a los peligros. Cada uno de estos componentes -peligros, exposición y vulnerabilidad- puede caracterizarse por incertidumbres en cuanto a su magnitud y probabilidad de ocurrencia, y también pueden variar en el tiempo y el espacio debido a los cambios socioeconómicos y a la toma de decisiones humanas.

El objetivo de la gestión de riesgos, incluidas las medidas de adaptación, es disminuir la probabilidad y/o el impacto de las posibles consecuencias adversas reduciendo la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas humanos y ecológicos al cambio climático.

La matriz de riesgos para el cambio climático es una herramienta utilizada para evaluar y clasificar los riesgos asociados a los impactos del cambio climático. Consiste en una matriz con dos ejes: uno representa la

posibilidad o probabilidad de que se produzca un evento relacionado con el clima en la ubicación del proyecto, y el otro representa el Impacto o consecuencia del evento sobre los componentes del proyecto. Puede resumirse en:

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Impacto}$$

Para clasificar el nivel de impacto y probabilidad, se utiliza un sistema de puntuación:

- **Probabilidad** (relevancia de los riesgos climáticos para la ubicación del lugar, independientemente de la actividad económica):

**Tabla 1. Probabilidad**

<b>Improbable</b>	No se espera que el peligro climático se produzca en circunstancias normales y, por lo tanto, no se considera relevante para la ubicación de la actividad económica (exclusión basada en la ocurrencia espacial).
<b>Poco probable</b>	Se espera que el riesgo climático ocurra raramente en el lugar de la actividad económica.
<b>Probable</b>	Se prevé que el peligro climático se produzca en ocasiones en el lugar de la actividad económica.
<b>Muy probable</b>	Se espera que el peligro climático se produzca con regularidad y con una exposición significativa en el lugar de la actividad económica.

- **Impacto** (relevancia de los riesgos climáticos para la actividad económica, incluidos activos, insumos y productos, independientemente de la ubicación específica):

**Tabla 2. Impacto**

<b>Ninguno</b>	El peligro climático no es relevante para la actividad económica o no es probable que cause ningún impacto material (exclusión basada en impactos adversos potenciales).
<b>Menor</b>	El riesgo climático es relevante para la actividad económica, pero su impacto no es necesariamente material.
<b>Leve</b>	Es probable que el riesgo climático afecte a la actividad económica.
<b>Medio</b>	Es probable que el peligro climático cause un impacto material en la actividad económica.
<b>Grave</b>	Es probable que el peligro climático cause un impacto crítico en la actividad económica.

La matriz resultante se divide en diferentes categorías de riesgo, etiquetadas como sin riesgo, bajo, moderado y alto, en función de la combinación de probabilidad e impacto. Esto permite visualizar y priorizar los riesgos del cambio climático.

**Tabla 3. Matriz evaluación del riesgo**

<b>Matriz de evaluación de riesgos</b>	Impacto				
	¿Cuál es la gravedad de los posibles daños / lesiones / impacto financiero (si el riesgo se llega a producir)?				
<b>Probabilidad</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Menor</b>	<b>Leve</b>	<b>Medio</b>	<b>Grave</b>
Muy Probable	Sin Riesgo	Bajo	Moderado	Alto	Alto
Probable	Sin Riesgo	Bajo	Moderado	Moderado	Alto
Poco probable	Sin Riesgo	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado
Improbable	Sin Riesgo	Sin Riesgo	Sin Riesgo	Sin Riesgo	Sin Riesgo

## 4. Descripción de emplazamiento y la actividad

A continuación, se realiza una descripción básica del emplazamiento objeto de estudio. Se identifican los parámetros que podrían tener influencia en la evaluación de vulnerabilidad posterior.

### 4.1 Perfil del emplazamiento

#### 4.1.1 Localización geográfica

El emplazamiento, se ubica sobre terreno predominantemente agrícola a aproximadamente 2,2 km al noroeste del TM de Villanueva de Gállego, linda con el DC actual de Villanueva de Gállego y con el aeródromo de Villanueva de Gállego. La dirección de VDG1 es Sc Polígono Tecnológico Suelo I.1 PIGA Villanueva 50830, Villanueva de Gállego, Zaragoza, España y ocupa una superficie de 13,1 ha.

Las coordenadas aproximadas del polígono del emplazamiento en UTM ETRS89 H30 son: X: 679.304,64 metros e Y: 4.628.570,83 metros.

En cuanto a su altitud, el emplazamiento se encuentra a una altura media de 280 metros sobre el nivel del mar. La zona norte está situada aproximadamente a 291 m sobre el nivel medio del mar, la zona sur está situada aproximadamente a 285 m sobre el nivel medio del mar.

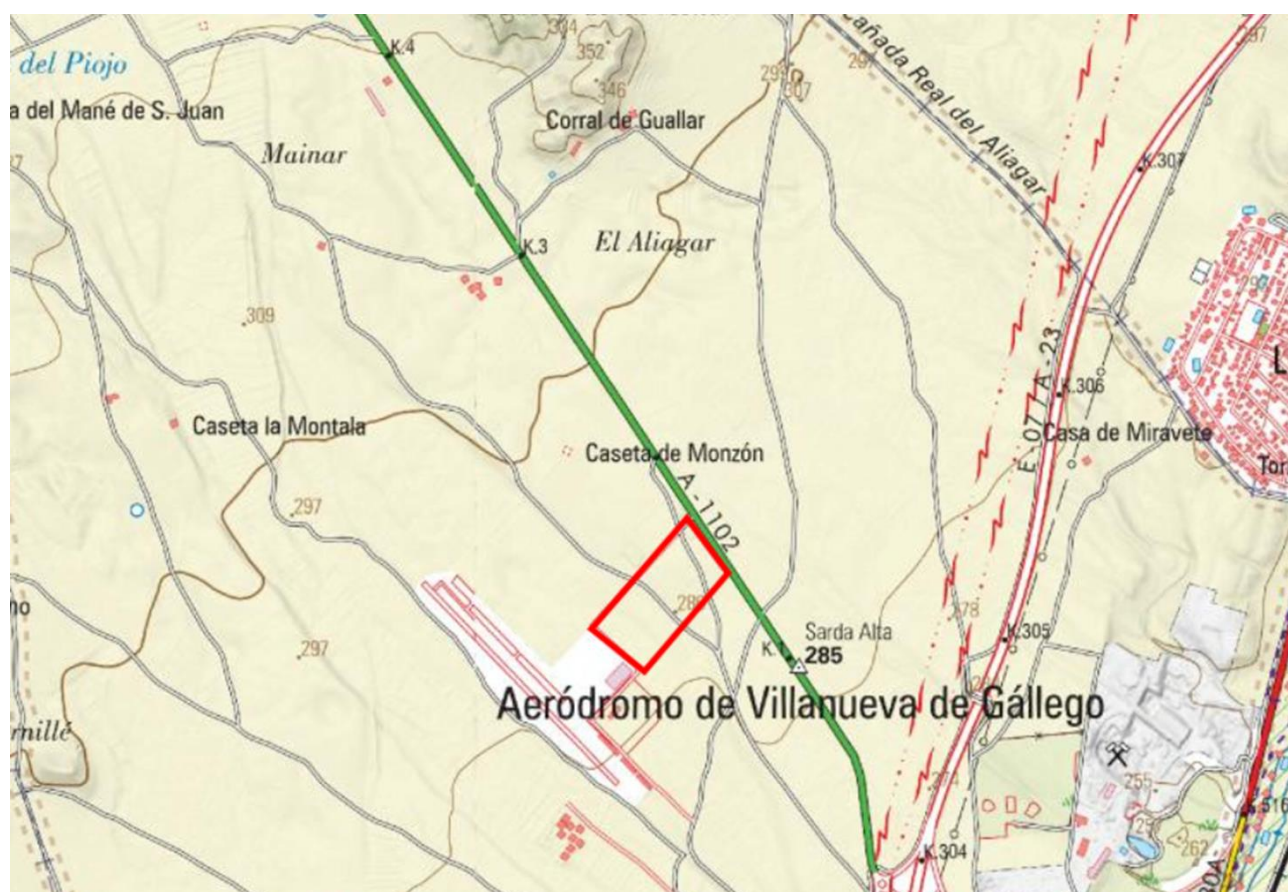


Figura 1. Localización del emplazamiento VDG1(Visor IGN).

#### 4.1.2 Descripción de la propiedad

Es un terreno utilizado mayoritariamente con fines agrícolas (labranza y cultivos de secano). Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que el grado de sellado del suelo es medio-bajo.

El proyecto de DC supone la implantación de varios edificios y de sus infraestructuras auxiliares. Por tanto, el grado de sellado de suelo se prevé alto, puesto que la mayor parte de la parcela del DC se pavimentará.



#### 4.1.3 Información sobre la estructura y los materiales del suelo

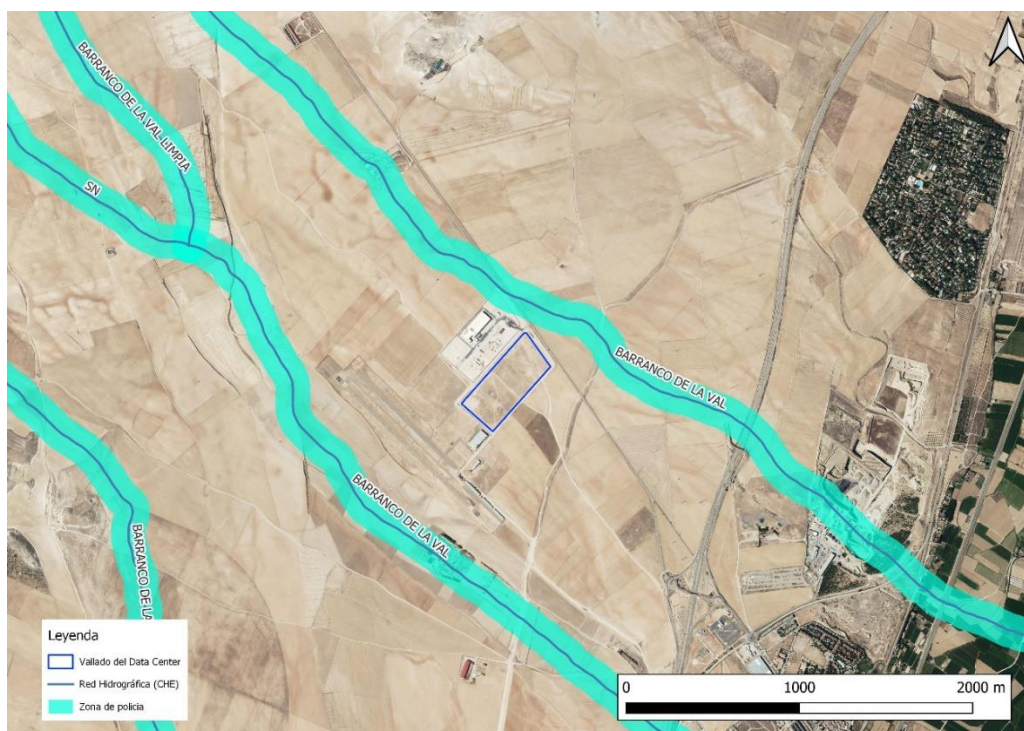
El proyecto se desarrollará en el sector central de la depresión del Ebro. Geológicamente, esta depresión se corresponde con la cuenca del Ebro, y está formada por depósitos cuaternarios de tipo fluvial y coluvial, que responden a la erosión de la cordillera pirenaica.

Según la información disponible en el Mapa de Litologías de España 1/50.000, elaborado por el Instituto Geológico y Minero (en adelante “IGME”) la geología está compuesta por depósitos de gravas poligénicas, arenas, arcillas y lutitas.

Las características detalladas sobre la estructura del suelo se encuentran en el Anexo 2 Estudio Base del suelo de la AAI.

#### 4.1.4 Información sobre arroyos, ríos y masas de agua cercanas

El proyecto objeto de estudio se ubica dentro de la Cuenca hidrográfica del Ebro, según la cartografía oficial procedente de la Confederación Hidrográfica del Ebro, el Data Center no es coincidente con cauces cartografiados por la Confederación. No obstante, en el entorno de implantación del Proyecto se encuentran dos barrancos de escaso desarrollo al norte y sur del ámbito, a unas distancias de 180 metros el del norte y unos 600 metros el del sur. Estas pequeñas vaguadas apenas tienen desarrollo en la zona de cabecera y aguas abajo (en las proximidades de Villanueva de Gállego) se convierten en los barrancos de la Val (tanto el del norte como el del sur). Indicar que no existe afección al DPH, ni zona de Servidumbre, ni de Policía de Cauces. Finalmente, el río Gállego se encuentra a más de 3.300 metros del ámbito.



Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro.

**Figura 1. Masas de agua superficiales (cauces)**

Por tanto, tras consultar la información proporcionada por la Confederación Hidrográfica del Ebro, el Proyecto objeto de estudio no solapa con cauces cartografiado por parte de la Confederación, y se no ubica sobre el Dominio Público Hidráulico, tanto sobre Zona de Servidumbre como Zona de Policía.

#### 4.1.5 Información sobre la zona boscosa / bosque más cercano

La zona boscosa más cercana se ubica a aproximadamente 3,6 km dirección este de la ubicación del proyecto, por donde circula el río Gállego que a su vez da lugar a un bosque de ribera. Por otro lado, a aproximadamente

4,5 km dirección suroeste del emplazamiento se encuentra un bosque de coníferas que ocupa una superficie de 34,05 ha.

## **4.2 Actividad de centro de datos**

### **4.2.1 Información sobre el suministro y el vertido de aguas**

Tal y como se describe en el Capítulo 5 “Descripción del Proyecto” del EIA, el agua se destinará para: uso doméstico, Protección Contra Incendios (PCI) y agua industrial (refrigeración). En cuanto al uso del agua industrial (refrigeración), normalmente, el sistema funcionará en modo *free cooling*, y únicamente cuando la temperatura exterior supera el umbral de los 29,3 °C es cuando el sistema de refrigeración utiliza agua para enfriar el aire. Esta situación tiende a producirse durante y en las proximidades de la época estival.

No obstante, en el emplazamiento se realizarán procesos de captación y reutilización de agua de lluvia para reducir la demanda de agua externa del mismo. El agua bruta se recogerá a lo largo del año (agua de lluvia) y se conducirá a los reservorios ubicados en el emplazamiento.

Para mayor detalle sobre el suministro y vertido del agua, así como su consumo, ver epígrafe 5.7 del Capítulo 5 “Descripción del Proyecto” del EIA.

## 5. Detección de riesgos climáticos

En este capítulo se presentan los riesgos climáticos a tener en cuenta según la Taxonomía de la UE. Posteriormente, se excluyen los riesgos que no aplican teniendo en cuenta tanto en la presencia espacial como los posibles efectos adversos para su evaluación posterior.

### 5.1 Riesgos climáticos según la Taxonomía de la UE

En el Anexo I, Apéndice A, del Acto Delegado sobre el Clima (UE, 2021), la Taxonomía de la UE ofrece una lista de peligros relacionados con el clima. Los peligros relacionados con el clima se presentan en una tabla y se agrupan en función de su relación con la temperatura, el viento, el agua y las masas sólidas. Además, se distingue entre peligros crónicos (cambios lentos y continuos a lo largo del tiempo) y peligros agudos (fenómenos extremos). La lista no es exhaustiva y abarca los peligros que deben tenerse en cuenta como mínimo en la evaluación de riesgos climáticos.

**Tabla 2. Riesgos climáticos según la Taxonomía de la UE .**

	<b>Temperatura</b>	<b>Viento</b>	<b>Agua</b>	<b>Masa sólida</b>
<b>Crónica</b>	Cambios de temperatura (aire, agua dulce, agua marina)	Cambio de patrones de viento	Cambios en los patrones y tipos de precipitaciones (lluvia, granizo, nieve/hielo)	Erosión costera
	Estrés térmico		Precipitaciones o variabilidad hidrológica	Degradación del suelo
	Variabilidad de la temperatura		Acidificación de los océanos	Erosión del suelo
	Deshielo del permafrost		Intrusión salina	Solifluxión
			Aumento del nivel del mar	
			Estrés hídrico	
<b>Agudo</b>	Ola de calor	Ciclón, huracán, tifón	Sequía	Avalancha
	Ola de frío	Tormenta (incluidas ventiscas, tormentas de polvo y arena)	Precipitaciones intensas (lluvia, granizo, nieve/hielo)	Corrimiento de tierras
	Incendio forestal	Tornado	Inundaciones (costeras, fluviales, pluviales, aguas subterráneas)	Hundimiento de tierras
			Rebosamiento de un lago glaciar	

*Fuente: UE, 2021 (adaptado).*



## 5.2 Exclusión de los riesgos climáticos

### 5.2.1 Exclusión basada en la presencia espacial

A la hora de abordar los riesgos derivados del cambio climático, cabe distinguir entre impactos primarios, que pueden producirse en cualquier parte del mundo; e impactos secundarios, que están vinculados a la ubicación específica del lugar. Los impactos secundarios se deben a las características geomorfológicas e hidrológicas (por ejemplo, inundaciones, calor urbano) entre otras.

A continuación, se argumenta la no aplicabilidad/exclusión de determinados riesgos:

#### **Deshielo del permafrost, solifluxión**

La descongelación del permafrost se refiere al proceso de calentamiento y fusión del suelo helado permanente, permafrost, debido al aumento de las temperaturas, lo que provoca la pérdida progresiva de hielo del suelo. La solifluxión está relacionada con un lento movimiento descendente y la eliminación de material superficial sobre el suelo congelado en regiones frías o de latitudes altas. En España, al no existir permafrost, estos riesgos climáticos se excluyen.

#### **Ciclón, huracán, tifón**

Los ciclones, huracanes y tifones son tormentas a gran escala que se forman sobre aguas oceánicas cálidas y se caracterizan por fuertes vientos y lluvias torrenciales. La terminología se basa en la localización geográfica: en el Océano Índico y el Océano Pacífico Sur se denomina ciclón, en el Atlántico y el Pacífico Nororiental huracán, y en el Pacífico Noroccidental tifón. Cabe mencionar que las tormentas de escala ciclónica que no son ciclones tropicales se denominan ciclones extratropicales. Cuando se producen en el Mar Mediterráneo, los ciclones extratropicales se denominan Medicanes. Debido a la ubicación del emplazamiento en zona no costera estos riesgos se excluyen.

#### **Acidificación de los océanos, intrusión salina, subida del nivel del mar, erosión costera, desbordamiento de lagos glaciares**

Estos peligros relacionados con el clima están asociados principalmente a grandes masas de agua como océanos, mares y lagos glaciares, lo que los hace especialmente relevantes para las regiones próximas a masas de agua. Sin embargo, considerando la ubicación del emplazamiento, alejado de la línea de costa, estos riesgos se excluyen.

#### **Incendio forestal**

Un incendio forestal es un peligro asociado a las zonas forestales. De acuerdo con la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, el incendio forestal se define como el fuego que se extiende sin control sobre combustibles forestales situados en el monte.

En un radio de 5 km del emplazamiento no se identifican Montes de Utilidad Pública ni zonas forestales propiamente dichas (aquellas relacionadas con los montes).

Además, casi todo el terreno del emplazamiento estará pavimentado y no se prevé la creación de zonas verdes dentro de la parcela del DC. Por lo tanto, la exposición potencial a los incendios forestales es muy limitada y queda excluida de la evaluación.

#### **Corrimiento de tierras, avalancha, erosión del suelo**

Los corrimientos de tierras y las avalanchas son peligros relacionados con el clima que son relevantes en zonas montañosas o regiones de valles. Dado que el emplazamiento VDG1 es una zona mayoritariamente llana, estos riesgos quedan excluidos de la evaluación.

Del mismo modo, la erosión del suelo queda excluida por la naturaleza del emplazamiento, el cual se prevé esté pavimentado casi en su totalidad.

#### **Hundimiento de tierras**

El fenómeno de hundimiento de tierras o subsidencia del suelo puede tener múltiples orígenes, tanto naturales como antropogénicos, y puede agruparse en distintos tipos según los factores que lo desencadenen:

- Debido a la disolución subterránea (en rocas salinas, yesíferas o carbonatadas)

- Debido a la construcción de obras subterráneas o túneles mineros
- Por erosión subterránea
- Por flujo lateral (en rocas salinas o arcillas)
- Debido a la compactación (ya sea por carga, drenaje, vibración, extracción de fluidos o hidrocompactación).
- Por actividad tectónica

Este peligro queda excluido por la naturaleza del emplazamiento.

### 5.2.2 Exclusión basada en posibles efectos adversos

La siguiente tabla ofrece una visión general acerca de los peligros aún no excluidos que podrían tener un impacto adverso en la actividad económica, en el edificio, su accesibilidad y en las personas.

A continuación, se argumenta la no aplicabilidad/exclusión de determinados riesgos:

**Tabla 3. Posibles impactos adversos en la actividad económica.**

Riesgos climáticos		Objetos de investigación			¿Es necesaria una evaluación?
		Edificio y actividad	Accesibilidad	Personas	
Temperatura	Cambio de temperatura	Sí	No	Sí	Sí
	Estrés térmico	No	No	Sí	Sí
	Variabilidad de la temperatura	Sí	No	No	Sí
	Ola de calor	Sí	No	Sí	Sí
	Ola de frío/helada	Sí	Sí	Sí	Sí
Viento	Cambios en los patrones de viento	No	No	No	No
	Tormenta	Sí	Sí	Sí	Sí
	Tornado	Sí	Sí	Sí	Sí
Agua	Cambios en los patrones y tipos de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí
	Precipitaciones o variabilidad hidrológica	Sí	Sí	Sí	Sí
	Estrés hídrico	Sí	No	No	Sí
	Sequía	Sí	No	No	Sí
	Precipitaciones intensas (lluvia, granizo, nieve/hielo)	Sí	Sí	Sí	Sí

	<b>Inundación (fluvial - pluvial)</b>	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Masa sólida</b>	<b>Degradación del suelo</b>	No	No	No	No

### Cambios en los patrones de viento

Los cambios en los patrones de viento son un riesgo crónico con cambios lentos y continuos en la intensidad y distribución del viento, pero sin eventos extremos. Por lo tanto, no se considera que este peligro tenga un impacto directo en el emplazamiento y la actividad de DC.

### Degradación del suelo

La degradación del suelo provoca una disminución de su calidad, pero puede no afectar directamente al edificio, a su accesibilidad o a las personas. Sin embargo, el hundimiento del terreno, puede tener efectos significativos en la integridad estructural de edificios, redes públicas, y carreteras. Los cambios en la estructura y estabilidad del suelo pueden afectar a los cimientos de los edificios, provocando grietas de asentamiento o daños estructurales. Sin embargo, teniendo en cuenta la litología de la zona y la pavimentación proyectada del emplazamiento se excluye dicho riesgo.

#### 5.2.3 Resultados del cribado

Los resultados del cribado se resumen en la siguiente tabla en función de si son crónicos o agudos:

**Tabla 4. Resultados del cribado.**

	<b>Temperatura</b>	<b>Viento</b>	<b>Agua</b>	<b>Masa sólida</b>
<b>Crónica</b>	Cambios de temperatura (aire, agua dulce, agua marina)	Cambios en los patrones del viento	Cambios en los patrones y tipos de precipitaciones (lluvia, granizo, nieve/hielo).	Erosión costera
	Estrés térmico		Precipitaciones o variabilidad hidrológica	Degradación del suelo
	Variabilidad de la temperatura		Acidificación de los océanos	Erosión del suelo
	Deshielo del permafrost		Intrusión salina	Soliflucción
			Aumento del nivel del mar	
			Estrés hídrico	
<b>Agudo</b>	Ola de calor	Ciclón, huracán, tifón	Sequía	Avalancha
	Ola de frío/heladas	Tormenta (incluidas ventiscas, tormentas de polvo y arena)	Precipitaciones intensas (lluvia, granizo, nieve/hielo)	Desprendimiento de tierras
	Incendio forestal	Tornado	Inundaciones (costeras, fluviales, pluviales, aguas subterráneas)	Hundimiento
			Estallido de un lago glaciar	

Peligros relacionados con el clima filtrados en función de su ocurrencia espacial

Riesgos climáticos filtrados por no tener un impacto adverso potencial en la actividad económica

## 6. Análisis del riesgo climático

A continuación, se analizan todos los peligros relacionados con el clima que se han identificado como aplicables. Cada apartado comienza con una tabla que resume el análisis y determina el nivel de riesgo.

### 6.1 Evaluación de los parámetros climáticos

#### 6.1.1 Cambio de temperatura

Los cambios de temperatura se refieren a las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo, que pueden producirse como parte de la variabilidad natural del clima o como resultado del cambio climático inducido por el ser humano. Estas variaciones pueden incluir aumentos o descensos de las temperaturas medias, desplazamientos de las temperaturas extremas.

##### 6.1.1.1 Riesgos actuales

Tabla 5. Cambio de temperatura- Riesgos actuales			
Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Bajo

Según la información disponible en la fuente pública (Meteoblue) relativa a la temperatura media en la región de Zaragoza en el periodo 1979 - 2023, la temperatura media muestra claramente una tendencia creciente (línea morada). Mientras que en 1979, la temperatura media fue de 14,7 °C, en 2023, la temperatura media fue de 17,2 °C. Véase la imagen inferior.

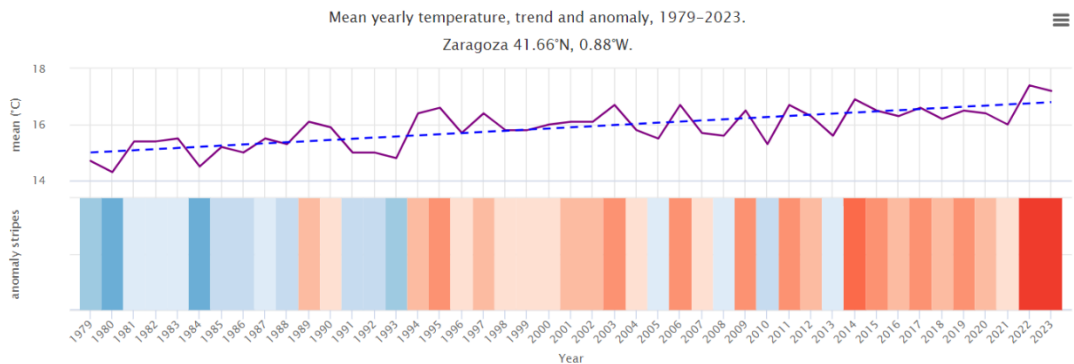


Figura 2. Temperatura media del aire en el área de Zaragoza 1979-2023, fuente: Meteoblue

Basándose en datos históricos, la probabilidad de encontrar cambios de temperatura en el emplazamiento se considera probable. En relación con el impacto en los edificios y en la actividad de DC, el aumento de las temperaturas medias y máximas en los últimos años supone un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de refrigeración de los esperado, y en consecuencia, un aumento de consumo de agua en la instalación.

### 6.1.1.2 Riesgos futuros

**Tabla 6. Cambio de temperatura- Riesgos futuros (RCP4.5)**

<b>RCP4.5</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Riesgo</b>
Edificio y actividad	Probable	Leve	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Moderado

**Tabla 7. Cambio de temperatura- Riesgos futuros (RCP8.5)**

<b>RCP8.5</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Riesgo</b>
Edificio y actividad	Probable	Leve	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Leve	Moderado

Los datos modelizados para la evolución futura de la temperatura máxima muestran tendencias crecientes tanto en el escenario RCP4.5 como en el RCP8.5.

Respecto al cambio en la temperatura máxima (media), se espera que en el área donde se ubica el emplazamiento VDG1, la media en el incremento de la temperatura máxima pueda oscilar entre 1,03°C y 4,29°C, dependiendo del escenario y periodo elegidos.

**Tabla 1. Proyección de la variación de la temperatura máxima en Villanueva de Gállego. RCP4.5 y RCP 8.5. Fuente: Adaptecca.**

<b>Escenario</b>	<b>Corto plazo (periodo 2011-2040)</b>	<b>Medio plazo (periodo 2041-2070)</b>	<b>Largo plazo (periodo 2071-2100)</b>
<b>RCP 4.5</b>	1,03°C	1,84 °C	2,29 °C
<b>RCP 8.5</b>	1,16 °C	2,46 °C	4,29 °C

Se estima que el impacto en los edificios y en la actividad de DC es leve, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. Al igual que en la situación actual, la variación de las temperaturas máximas supone un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de refrigeración de los esperado, y en consecuencia, un aumento de consumo de agua en la instalación.

### 6.1.2 Ola de calor

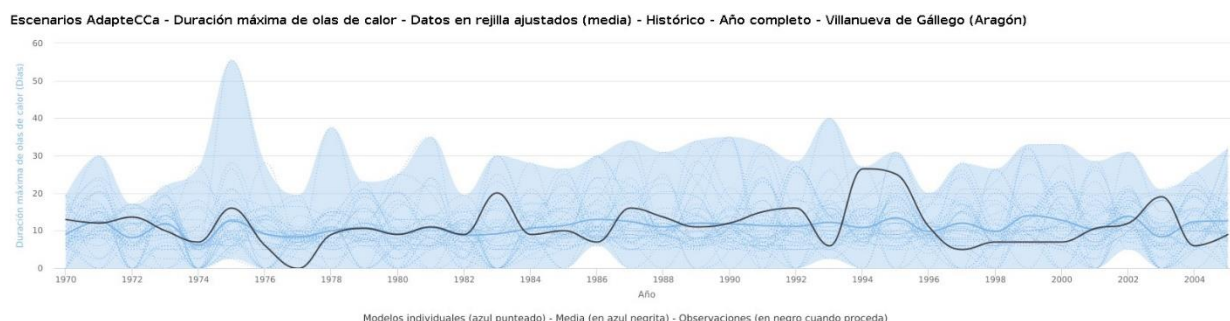
Una ola de calor se define como al menos 5 días consecutivos con temperaturas máximas por encima del percentil 90 de un periodo climático de referencia. Asimismo, se ha analizado la tendencia de “días calurosos” que son aquellos días en los que la temperatura máxima supera el percentil 90 de un periodo climático de referencia.

### 6.1.2.1 Riesgos actuales

**Tabla 8. Ola de calor- Riesgos actuales**

Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Leve	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Leve	Moderado

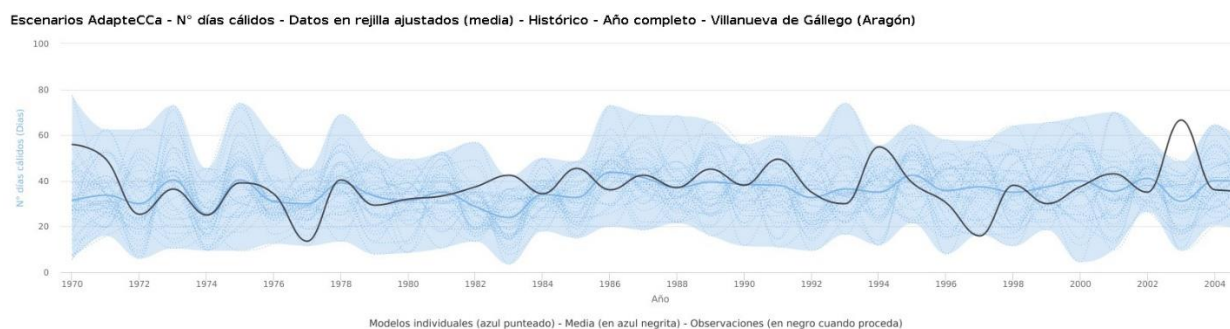
En cuanto a la duración máxima de una ola de calor en el periodo histórico 1970 - 2005, la media de duración máxima de una ola de calor registrada en este periodo es de 11 días. Según los datos consultados en el AdapteCCA, en 1970 se registró una media de 8,9 días de duración máxima mientras que en 2005, la duración máxima fue de 12,5 días. Véase en la imagen inferior la línea de tendencia a lo largo del periodo 1970-2005.



Fuente: adapteCCA

**Figura 3. Gráfico de tendencia de la duración máxima de una ola de calor (días) - periodo 1970-2005. Fuente: Adaptecca.**

Según los datos publicados por el visor AdapteCCA respecto al número de días calurosos (media) en el periodo histórico 1970 - 2005, en el emplazamiento, fueron 36,5 días al año. En 1970, la media de días calurosos registrada fue de 31,8 días mientras que en el año 2005 fue de 39,67 días calurosos. La tendencia revela que el número de días calurosos ha experimentado un aumento desde 1970 hasta 2005, lo que podría indicar un potencial aumento del riesgo de olas de calor. Ver en imagen inferior el gráfico de tendencia a lo largo del periodo 1970-2005.



**Figura 4. Gráfico de tendencia del N° de días calurosos - periodo 1970-2005. Fuente: Adaptecca.**

Se estima que el impacto en los edificios y en la actividad de DC es leve, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. El aumento de las olas de calor supone un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de refrigeración de los esperado, y en consecuencia, un aumento de consumo de agua en la instalación.

### 6.1.2.2 Riesgos futuros

**Tabla 9. Ola de calor- Riesgos futuros (RCP4.5)**

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Medio	Moderado

**Tabla 10. Ola de calor- Riesgos futuros (RCP8.5)**

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Medio	Moderado

En cuanto a la duración máxima de las olas de calor, los datos modelizados para la evolución futura muestran tendencias crecientes tanto en el escenario RCP4.5 como en el RCP8.5. Según los datos analizados, la duración máxima estimada de las olas de calor, en el emplazamiento VDG1, se observa un aumento de la media de la duración máxima entre 3,59 días y 26,9 días en comparación con el periodo base de datos 1971-2000, dependiendo del escenario y periodo elegidos.

**Tabla 11. Proyección Nº de días calurosos en VDG1. RCP4.5 y RCP 8.5**

Escenario	Corto plazo (periodo 2011-2040)	Medio plazo (periodo 2041-2070)	Largo plazo (periodo 2071-2100)
RCP 4.5	+3,59 días	+7,93 días	+10,38 días
RCP 8.5	+4,6 días	+11,6 días	+26,9 días

Los datos modelizados para la evolución futura del número de días calurosos muestran tendencias crecientes tanto en el escenario RCP4.5 como en el RCP8.5. En cuanto al número de días calurosos (media del periodo), se espera que en el emplazamiento VDG1, el aumento del número de días calurosos se estime entre 13,32 días calurosos y 56,6 días, en comparación con el periodo base de datos 1971-2000, dependiendo del escenario y periodo elegidos.

**Tabla 13. Proyección nº de días cálidos en VDG1. RCP4.5 y RCP 8.5. Fuente: Adaptec.**

Escenario	Corto plazo (periodo 2011-2040)	Medio plazo (periodo 2041-2070)	Largo plazo (periodo 2071-2100)
RCP 4.5	+13,32 días	+25,9 días	+30,4 días
RCP 8.5	+14,27 días	+33,18 días	+56,6 días

Se estima que el impacto en los edificios y en la actividad de DC es medio, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. El aumento de las olas de calor supone un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de refrigeración de los esperado, y, en consecuencia, un aumento de consumo de agua en la instalación.

### 6.1.3 Estrés térmico

El estrés relacionado con el calor en el organismo humano, animal o vegetal puede tener un impacto negativo en el metabolismo, especialmente en el equilibrio hídrico (riesgo de deshidratación). En humanos y animales, el sistema cardiovascular también se ve afectado. El estrés térmico supone un grave riesgo para la salud, especialmente para los grupos de riesgo como los ancianos o los niños, y en general reduce el rendimiento.

### 6.1.3.1 Riesgos actuales

**Tabla 12. Estrés térmico- Riesgos actuales**

Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Leve	Moderado

Teniendo en cuenta el riesgo estimado para los parámetros anteriormente evaluados se estima que el impacto del estrés térmico en las personas es leve, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado para las personas que utilizan y acceden al emplazamiento.

### 6.1.3.2 Riesgos futuros

**Tabla 13. Estrés térmico- Riesgos futuros (RCP4.5)**

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Medio	Moderado

**Tabla 14. Estrés térmico- Riesgos futuros (RCP8.5)**

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Medio	Moderado

Como se indica en el epígrafe 6.1.2, los niveles de riesgo futuros moderados en cuanto al número de días calurosos y la duración de las olas de calor indican un riesgo moderado de estrés térmico también para las personas. El aumento previsto de la temperatura anual y de los días calurosos con temperatura máxima diaria implica que los episodios de calor extremo serán más frecuentes, de mayor duración y más intensos en el futuro. Esta exposición prolongada a altas temperaturas aumenta la vulnerabilidad de los individuos al estrés térmico.

### 6.1.4 Variabilidad de la temperatura

La variabilidad de la temperatura se refiere a las fluctuaciones naturales en los valores de temperatura a corto plazo. Estas variaciones ocurren a lo largo del día, como las diferencias entre las temperaturas máximas y mínimas diarias, y a lo largo del año, como las variaciones estacionales en las temperaturas.

#### 6.1.4.1 Riesgos actuales

**Tabla 17. Variabilidad de la temperatura – Riesgos actuales**

Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Bajo



Para evaluar el riesgo potencial de variabilidad de la temperatura en el emplazamiento se utilizan las temperaturas máximas y mínimas diarias por estación (invierno, primavera, verano y otoño), y sus patrones a lo largo del año.

En los gráficos estacionales de la AEMET se muestra la evolución de las variables meteorológicas a lo largo de una estación climatológica determinada junto con la evolución de la normal del periodo 1991-2020 de la misma variable en la misma estación. En el caso de temperaturas se representa la evolución de las temperaturas máximas y mínimas diarias.

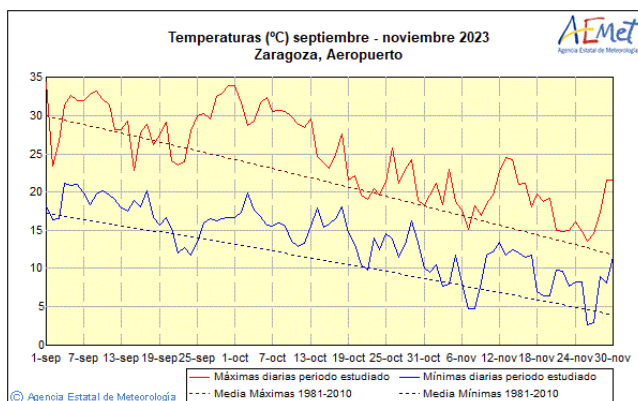
Basándonos en los datos de temperaturas máximas y mínimas obtenidos de la AEMET para cada estación en Zaragoza desde septiembre 2023 hasta agosto 2024, se observa que para el otoño de 2023 (septiembre 2023 – noviembre 2023), las temperaturas máximas diarias fluctúan, alcanzando picos cercanos a 35°C a principios de septiembre y disminuyendo gradualmente hasta aproximadamente 20°C a finales de noviembre. Por otro lado, las temperaturas mínimas comienzan alrededor de 20°C y caen hasta cerca de 5°C hacia finales de noviembre. La temperatura muestra una clara tendencia decreciente a medida que avanza el otoño.

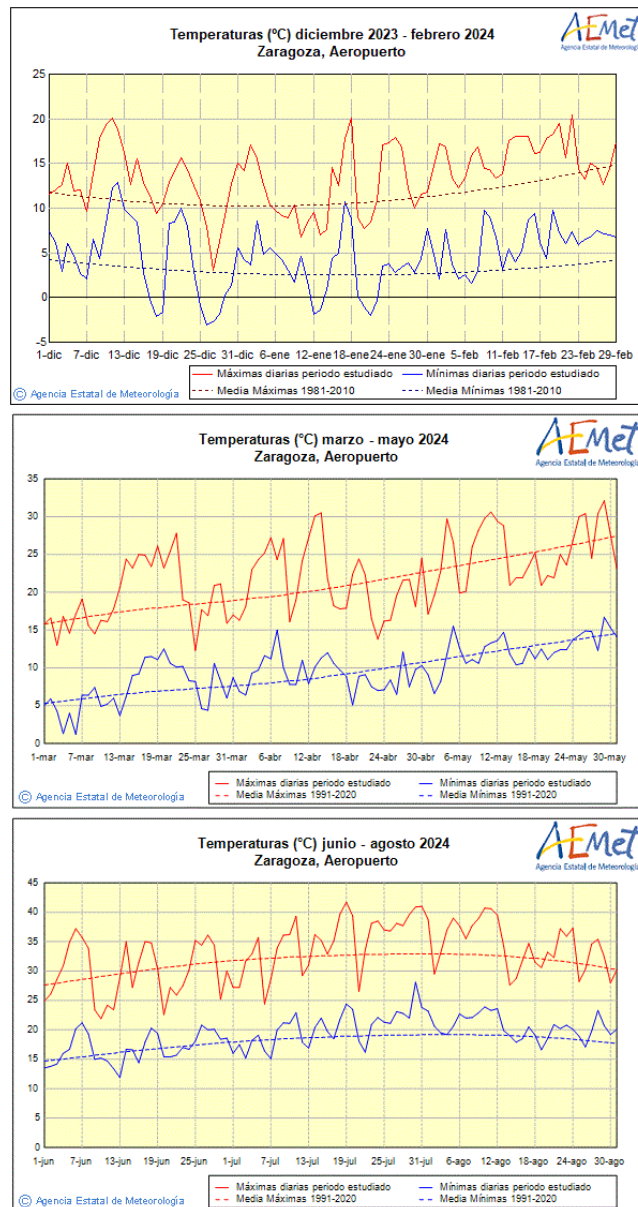
Para el periodo de invierno de 2023-2024 (diciembre 2023 – febrero 2024), las temperaturas máximas varían entre aproximadamente 15°C y 20°C, mientras que las mínimas se mantienen en un rango más constante entre 0°C y 5°C. En cuanto a la tendencia que siguen las temperaturas para esta época del año, se aprecia que se mantienen relativamente estables con ligeras fluctuaciones.

Para el periodo de primavera de 2024 (marzo 2024 – mayo 2024), se aprecia un aumento progresivo de las temperaturas máximas desde cerca de 20°C en marzo hasta aproximadamente 30°C en mayo, mientras que las temperaturas mínimas también aumentan, partiendo de alrededor de 5°C en marzo hasta alcanzar los 15°C en mayo. Se observa una tendencia ascendente en la primavera.

Finalmente, para el periodo de verano de 2024 (junio 2024 – agosto 2024), las temperaturas máximas alcanzan su pico en verano, oscilando entre 30°C y 40°C, mientras que las mínimas nocturnas varían entre 15°C y 25°C. Las temperaturas son altas y relativamente estables, con un ligero aumento hacia el final del período.

En conclusión, cada estación tiene un patrón distinto, donde el otoño y la primavera muestran un descenso y un aumento de las temperaturas, respectivamente, mientras que en invierno y verano se mantienen estables.





**Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas para cada estación en Zaragoza desde septiembre 2023 hasta agosto 2024, para el emplazamiento VDG1. Fuente: AEMET.**

Basándose en datos históricos, la probabilidad de encontrar cambios de temperatura en el emplazamiento se considera probable. En relación con el impacto en los edificios y en la actividad de DC, la variabilidad de las temperaturas máximas y mínimas en las diferentes estaciones del año condiciona el funcionamiento de los equipos de refrigeración. Normalmente, el sistema funcionará en modo *free cooling*, y únicamente cuando la temperatura exterior supera el umbral de los 29,3 °C es cuando el sistema de refrigeración utiliza agua para enfriar el aire. Esta situación tiende a producirse durante y en las proximidades de la época estival; lo que conlleva un aumento de consumo de agua en la instalación, comparado con otras estaciones del año.

### 6.1.4.2 Riesgos futuros

**Tabla 18. Variabilidad de la temperatura – Riesgos futuros (RCP4.5)**

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Leve	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Moderado

**Tabla 19. Variabilidad de la temperatura – Riesgos futuros (RCP8.5)**

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Leve	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Leve	Moderado

Respecto al cambio en la temperatura máxima (media) y la temperatura mínima (media), se espera que en el área donde se ubica el emplazamiento VDG1, la media en el incremento de la temperatura máxima pueda oscilar entre 1,03°C y 4,29°C, dependiendo del escenario y periodo elegidos, y la temperatura mínima entre 0,99°C y 3,87°C. Es decir, en ambas variables, se espera un aumento de las temperaturas.

**Tabla 20. Proyección de la variación de la temperatura máxima en Villanueva de Gállego. RCP4.5 y RCP 8.5. Fuente: Adaptecca.**

Escenario	Corto plazo (periodo 2011-2040)	Medio plazo (periodo 2041-2070)	Largo plazo (periodo 2071-2100)
<b>RCP 4.5</b>	1,03	1,84	2,29
<b>RCP 8.5</b>	1,16	2,46	4,29

**Tabla 20. Proyección de la variación de la temperatura mínima en Villanueva de Gállego. RCP4.5 y RCP 8.5. Fuente: Adaptecca.**

Escenario	Corto plazo (periodo 2011-2040)	Medio plazo (periodo 2041-2070)	Largo plazo (periodo 2071-2100)
<b>RCP 4.5</b>	0,99	1,73	2,19
<b>RCP 8.5</b>	1,08	2,32	3,87

Concretamente, las variaciones de la temperatura máxima más significativa se esperan en verano y otoño a largo plazo, llegándose a obtener hasta 5,44°C y 4,66°C más, respectivamente, en el peor escenario. Si bien en invierno y primavera aumentarán las temperaturas máximas, no será tan significativo. A continuación, se presentan las variaciones de la temperatura máxima por estaciones, dependiendo del escenario y periodo elegidos:

**Tabla 2. Proyecciones de variación de la temperatura máxima en VDG1. (RCP4.5 y RCP 8.5). Fuente: Adaptecca.**

	Temperatura máxima (anomalía)			
RCP 8,5	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Corto plazo (2011-2040)	1,16	0,77	1,33	1,37
Medio plazo (2041-2070)	2,05	1,97	3,04	2,78

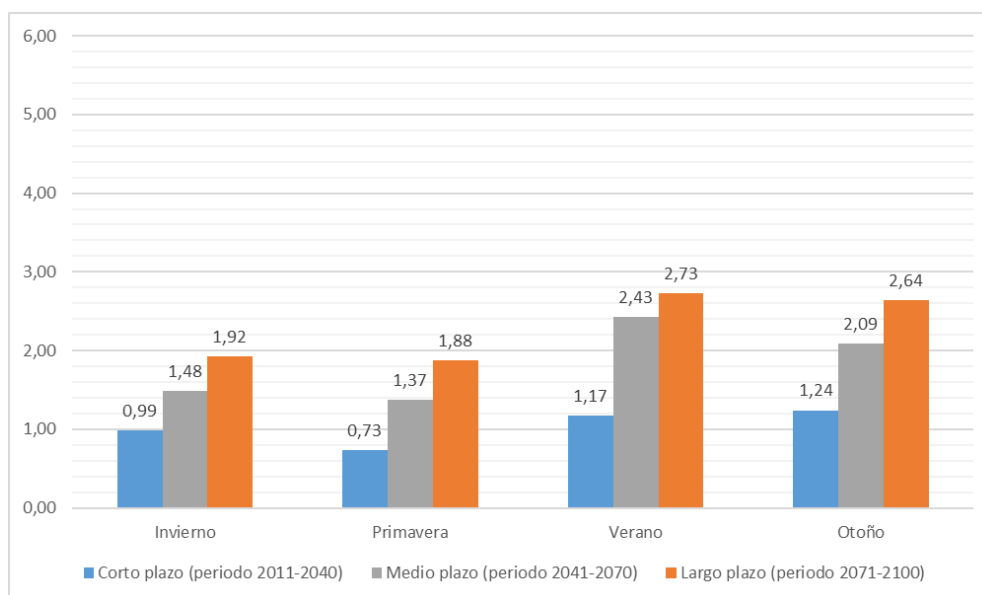
Largo plazo (2071-2100)	3,43	3,63	5,44	4,66
<b>RCP 4,5</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>
Corto plazo (2011-2040)	0,99	0,73	1,17	1,24
Medio plazo (2041-2070)	1,48	1,37	2,43	2,09
Largo plazo (2071-2100)	1,92	1,88	2,73	2,64

En cuanto a las variaciones de la temperatura mínima, las más significativas se esperan también en verano y otoño a largo plazo, llegándose a obtener hasta 4,58°C y 4,47°C más, respectivamente, en el peor escenario. Si bien en invierno y primavera aumentarán las temperaturas mínimas, no será tan significativo. A continuación, se presentan las variaciones de la temperatura máxima por estaciones, dependiendo del escenario y periodo elegidos:

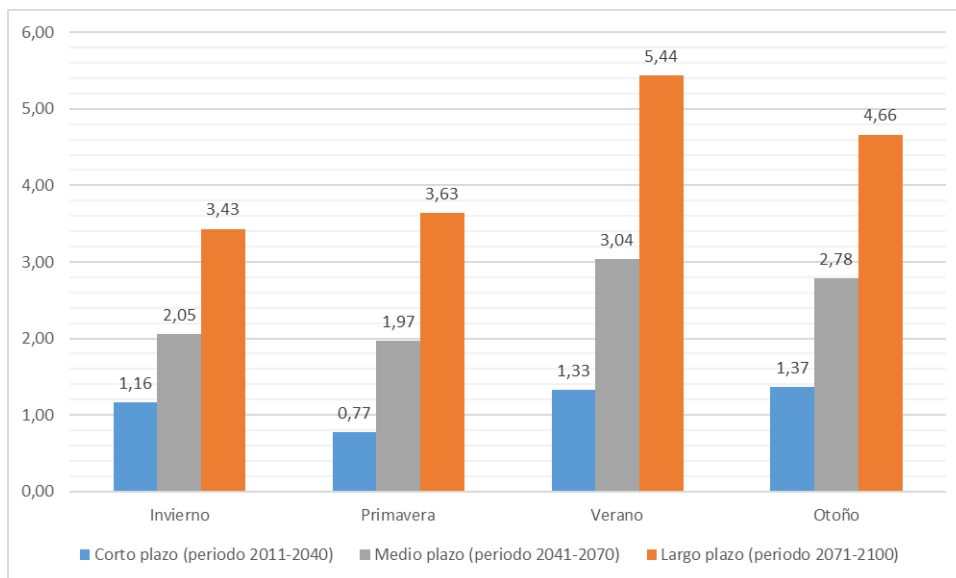
**Tabla 3. Proyecciones de variación de la temperatura mínima en VDG1. (RCP4.5 y RCP 8.5). Fuente: Adaptec.**

	<b>Temperatura mínima (anomalía)</b>			
<b>RCP 8,5</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>
Corto plazo (2011-2040)	1,08	0,78	1,19	1,29
Medio plazo (2041-2070)	2,06	1,80	2,66	2,77
Largo plazo (2071-2100)	3,29	3,16	4,58	4,47
<b>RCP 4,5</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>
Corto plazo (2011-2040)	0,94	0,72	1,11	1,17
Medio plazo (2041-2070)	1,45	1,27	2,13	2,05
Largo plazo (2071-2100)	1,90	1,72	2,48	2,65

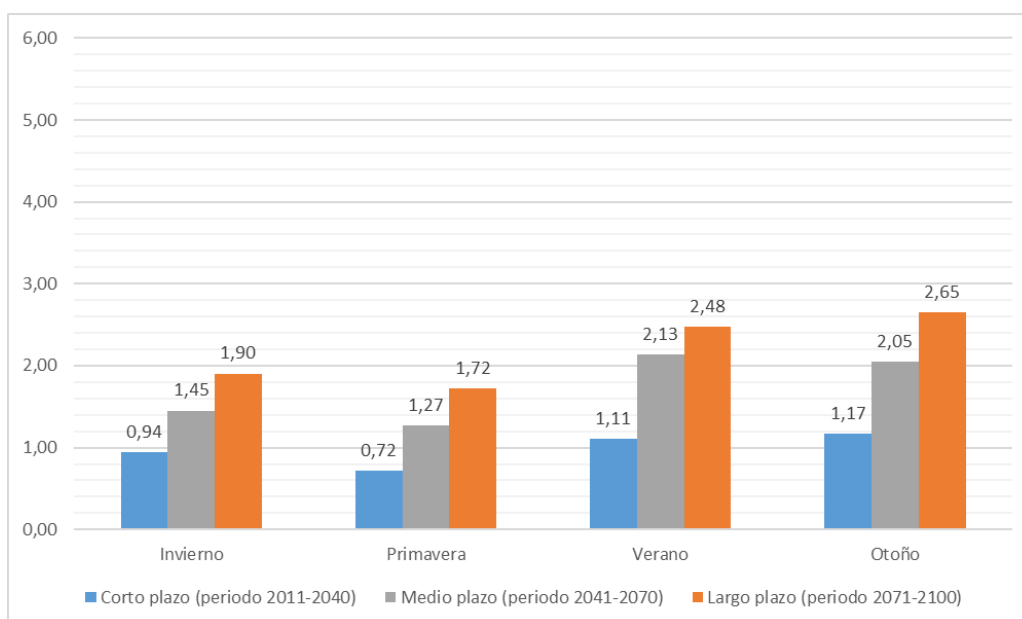
A continuación, se presentan las gráficas que recogen esta información:



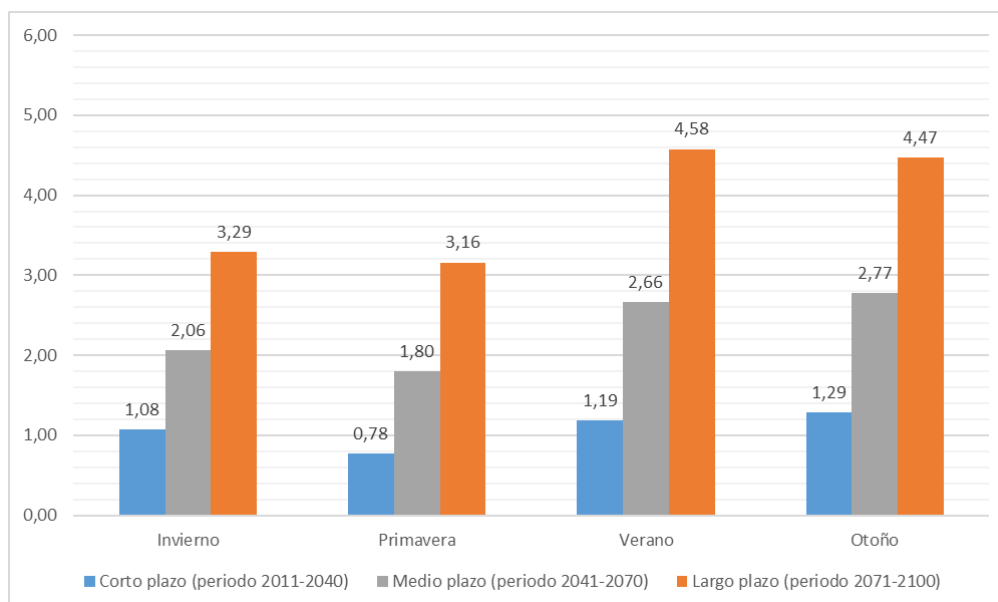
**Figura 4. Temperaturas máximas para cada estación en el RCP4.5. Fuente: Fuente: Adaptec.**



**Figura 5. Temperaturas máximas para cada estación en el RCP4.8. Fuente: Adaptecceca.**



**Figura 6. Temperaturas mínimas para cada estación en el RCP4.5. Fuente: Adaptecceca.**



**Figura 7. Temperaturas mínimas para cada estación en el RCP8.5. Fuente: Adaptecca.**

Se estima que el impacto en los edificios y en la actividad de DC es leve, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. Al igual que en la situación actual, la variación de las temperaturas máximas y mínimas supone un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de refrigeración de lo esperado, y en consecuencia, un aumento de consumo de agua en la instalación. Además, a esto se suma que los cambios de patrones de temperatura implican que el consumo de agua se realice durante periodos más distendidos a lo largo del año. Además, se espera que existan cambios en los patrones de temperatura en las distintas estaciones, concretamente, en verano y en otoño.

#### 6.1.5 Ola de frío / heladas

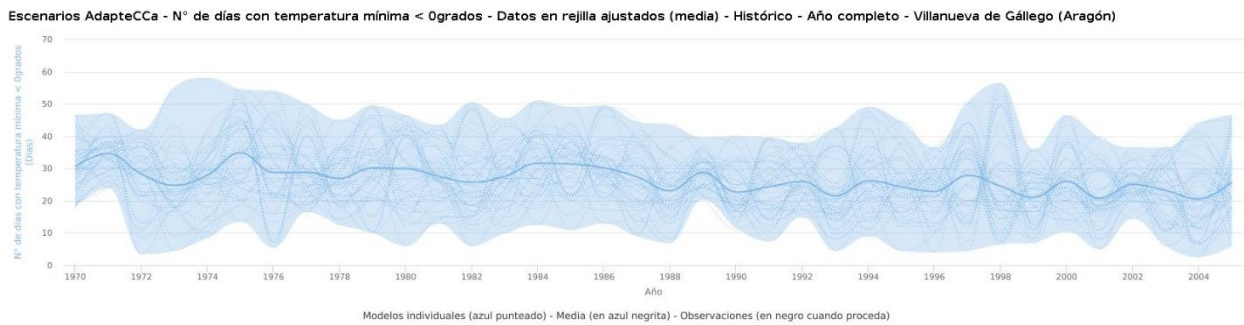
Se considera “ola de frío” un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran mínimas por debajo del percentil del 5% de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del periodo 1971-2000 (Servicio de Banco Nacional de Datos Climatológicos).

##### 6.1.5.1 Riesgos actuales

**Tabla 15. Ola de frío/ heladas- Riesgos actuales**

Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Leve	Moderado
Personas	Probable	Menor	Bajo

Para evaluar el riesgo potencial de olas de frío y heladas en el emplazamiento se utiliza el número anual de días con heladas, es decir, días en los que la temperatura mínima del aire es inferior a 0 °C ( $t_{min} < 0\text{ °C}$ ). Según los datos publicados por el visor AdapteCCa respecto al número de días con temperaturas mínimas por debajo de 0° C (media) en el periodo histórico 1971 - 2005, en el emplazamiento VDG1, fueron 26,8 días de media. En 1970, la media de días de helada registrados fue de 30,5 días mientras que en el año 2005 fue de 25,6 días de helada, observándose una tendencia decreciente en el nº de días de helada. Ver en imagen inferior el gráfico de tendencia a lo largo del periodo 1970-2005.



Fuente: <https://escenarios.adaptecca.es>

**Figura 5. Gráfico de tendencia del N° de días con temperatura mínima inferior a 0° C (1970-2005). Fuente: AdaptecCa.**

Se estima que el impacto en la accesibilidad es leve, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. Cuando las temperaturas caen drásticamente, las superficies exteriores del edificio, como las rampas y aceras, pueden volverse resbaladizas y peligrosas para caminar. Esto puede dificultar o incluso imposibilitar el acceso al edificio para las personas. Sin embargo, el riesgo de olas de frío y heladas en el emplazamiento se considera bajo para el edificio, actividad y las personas.

#### 6.1.5.2 Riesgos futuros

**Tabla 16. Ola de frío/ heladas- Riesgos futuros (RCP4.5)**

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Leve	Moderado
Personas	Probable	Menor	Bajo

**Tabla 17. Ola de frío/ heladas- Riesgos futuros (RCP8.5)**

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Poco probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Poco probable	Leve	Bajo
Personas	Poco probable	Menor	Bajo

Los datos modelizados para la evolución futura del número de días de helada muestran una clara tendencia decreciente tanto en el escenario RCP4.5 como en el RCP8.5.

En cuanto al número de días de helada (media del periodo) en el emplazamiento VDG1, se estima una disminución del número de días de helada entre 7,2 días de helada y 21 días, en comparación con el periodo base de datos 1971-2000, dependiendo del escenario y periodo elegidos.

**Tabla 4. Proyección N° de días de helada en VDG1. RCP4.5 y RCP 8.5. Fuente: AdaptecCa.**

Escenario	Corto plazo (periodo 2011-2040)	Medio plazo (periodo 2041-2070)	Largo plazo (periodo 2071-2100)
<b>RCP 4.5</b>	-7,2 días	-12 días	-14,5 días
<b>RCP 8.5</b>	-9,4 días	-15,5 días	-21 días

Basándose en los datos, los días de heladas disminuirán en el futuro, pero aún se espera que este peligro relacionado con el clima afecte al emplazamiento en el futuro. La probabilidad de olas de frío y heladas sigue siendo probable para el escenario RCP4.5 y poco probable para el escenario RCP8.5. El impacto sobre los edificios, actividad y las personas se evalúa como menor y leve para la accesibilidad.



6.1.6 Tormenta

Una tormenta se define como la descarga brusca de electricidad atmosférica que se manifiesta por un resplandor breve (relámpago) y por un ruido seco o un estruendo sordo (trueno).

6.1.6.1 Riesgos actuales

Tabla 18. Tormenta- Riesgos actuales

Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Leve	Moderado
Personas	Probable	Menor	Bajo

Según la información consultada (Climatología de descargas eléctricas y de días de tormenta en España - Aemet & Ministerio para la Transición Ecológica - 2019), en base a los datos registrados en el periodo 2007-2016, la media de número de días de tormenta en Aragón se muestra en el siguiente mapa:

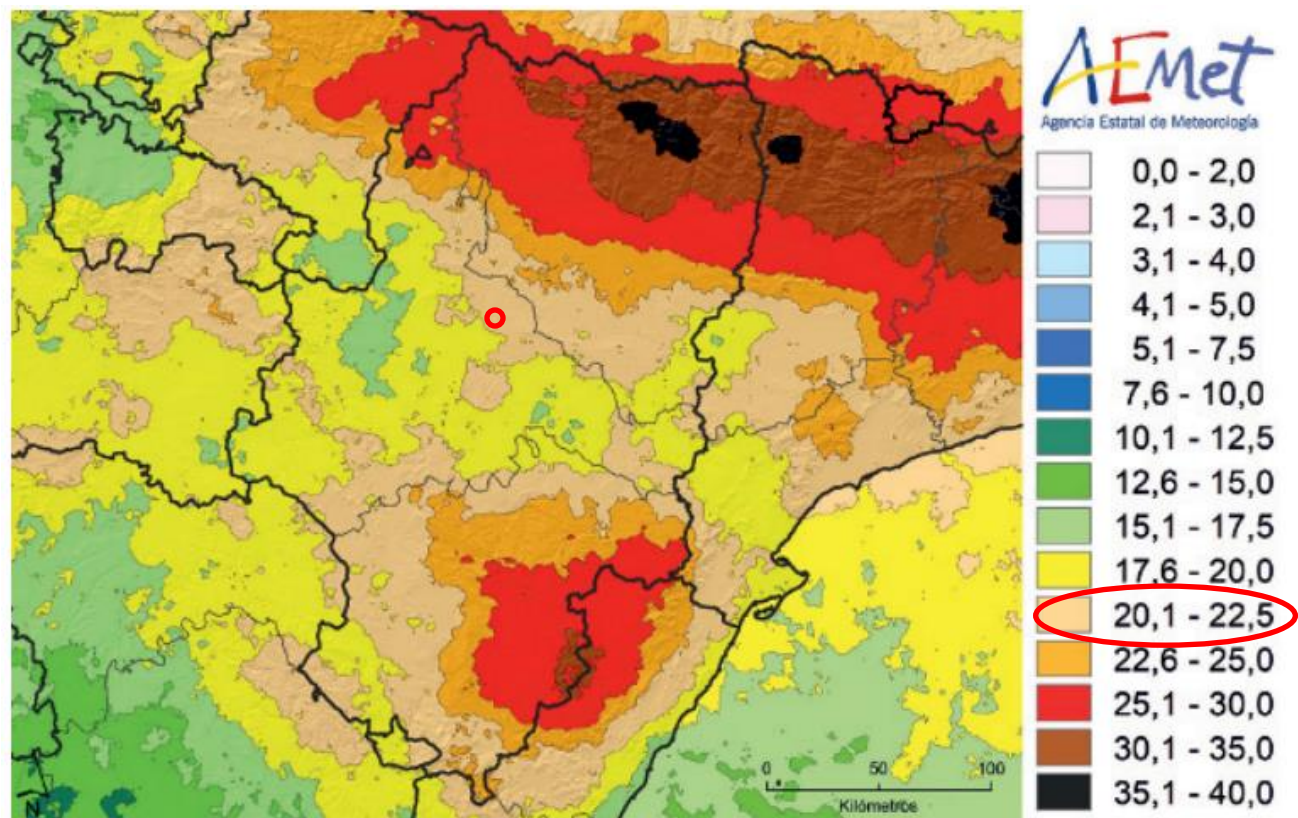


Figura 6. Nº medio anual de días de Tormenta en Aragón. Fuente: AEMET.

Se estima que el impacto en la accesibilidad es leve, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. Esto es debido a que, durante una tormenta intensa, las fuertes lluvias pueden provocar inundaciones en áreas bajas o con problemas de drenaje. Esto puede resultar en la acumulación de agua en las entradas y salidas del edificio, dificultando el acceso para las personas.



### 6.1.6.2 Riesgos futuros

**Tabla 19. Tormenta- Riesgos futuros (RCP4.5)**

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Leve	Moderado
Personas	Probable	Menor	Bajo

**Tabla 20. Tormenta- Riesgos futuros (RCP8.5)**

PCR8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Leve	Moderado
Personas	Probable	Menor	Bajo

Para las predicciones futuras de tormentas no se dispone de datos sobre la zona estudiada. Dado que la probabilidad de que se produzcan tormentas se evaluó como probable en el escenario actual, la probabilidad futura también se considera probable.

Al igual que ocurre en la situación actual, el impacto de una tormenta puede ser menor para el edificio y la seguridad de las personas tanto para el escenario RCP4.5 como para el RCP8.5 y leve para su accesibilidad. Esto se traduce en un nivel de riesgo global bajo para el edificio, actividad y las personas y moderado para su accesibilidad.

### 6.1.7 Tornado

Denominamos tornado en el ámbito terrestre (ya que la tromba marina no aplica debido a la ubicación no costera del emplazamiento) a una columna de aire que gira violentamente, estando en contacto con el suelo y colgando de una nube cumuliforme, y frecuentemente, pero no siempre, visible como una nube-embudo.

#### 6.1.7.1 Riesgos actuales

**Tabla 21. Tornado- Riesgos actuales**

Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Improbable	Grave	Sin riesgo
Accesibilidad	Improbable	Grave	Sin riesgo
Personas	Improbable	Grave	Sin riesgo

Según la información consultada (Climatología de tornados en España Peninsular y Baleares - AEMet y Ministerio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - 2015) relativa a la climatología de tornados en España peninsular y Baleares, se elaboró un mapa de riesgo con 5 categorías diferentes, aunque hay que señalar que esto no significa que la zona de muy alto riesgo tenga una probabilidad muy alta de verse afectada por un tornado o tormenta, sino que se trata de una zona de alto riesgo relativo, comparada con otras zonas en función de la información directa e indirecta disponible. Esto da lugar al mapa de riesgo "relativo" o zonificación categórica de la densidad de tornados, que pretende diferenciar las zonas de distinta frecuencia o riesgo de tornados.

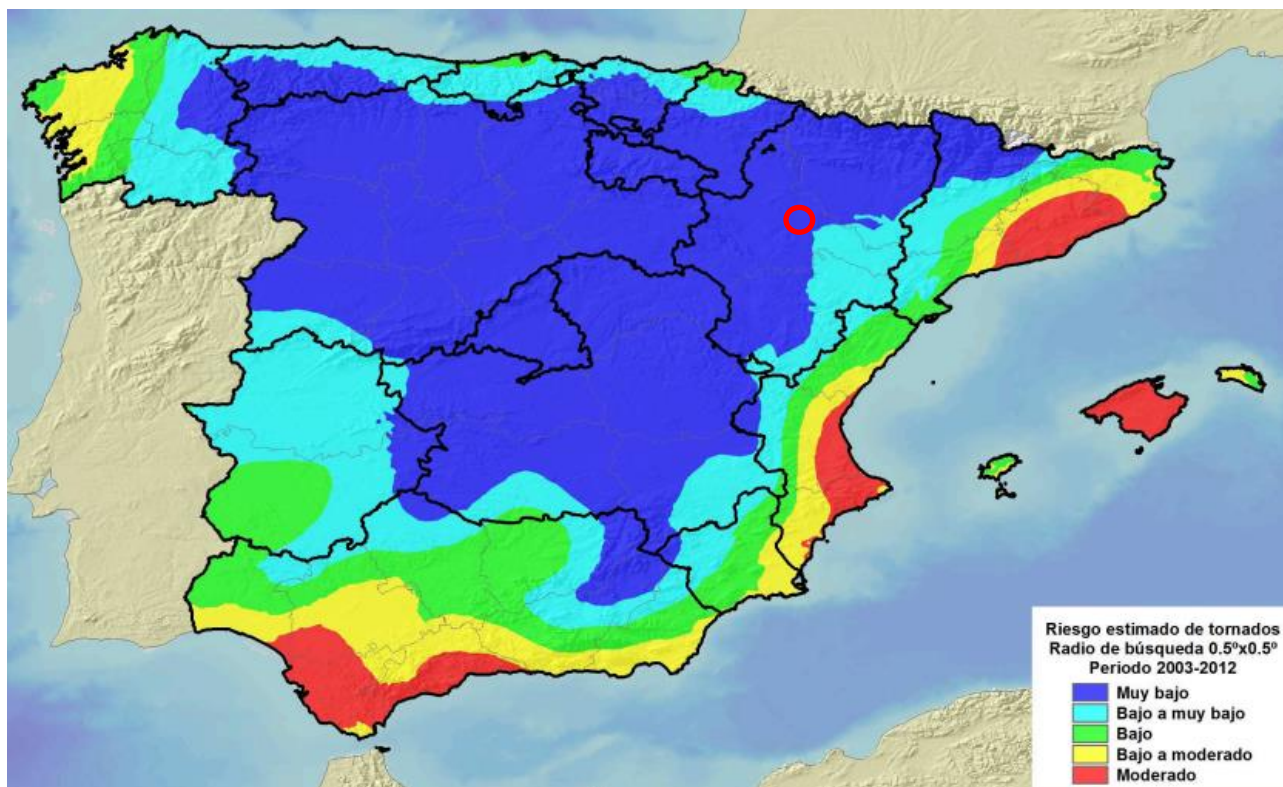


Figura 7. Mapa de riesgo “relativo” de tornados según 5 categorías. Fuente: AEMET.

De acuerdo a la figura anterior, en el área de estudio VDG1, el riesgo relativo estimado de tornado se considera muy bajo. Respecto al impacto ocasionado por un tornado sobre los edificios, la actividad, la accesibilidad y las personas, puede ser potencialmente grave sin embargo, la ocurrencia de un tornado se considera un acontecimiento improbable, por tanto el nivel de riesgo global se estima “sin riesgo”.

#### 6.1.7.2 Riesgos futuros

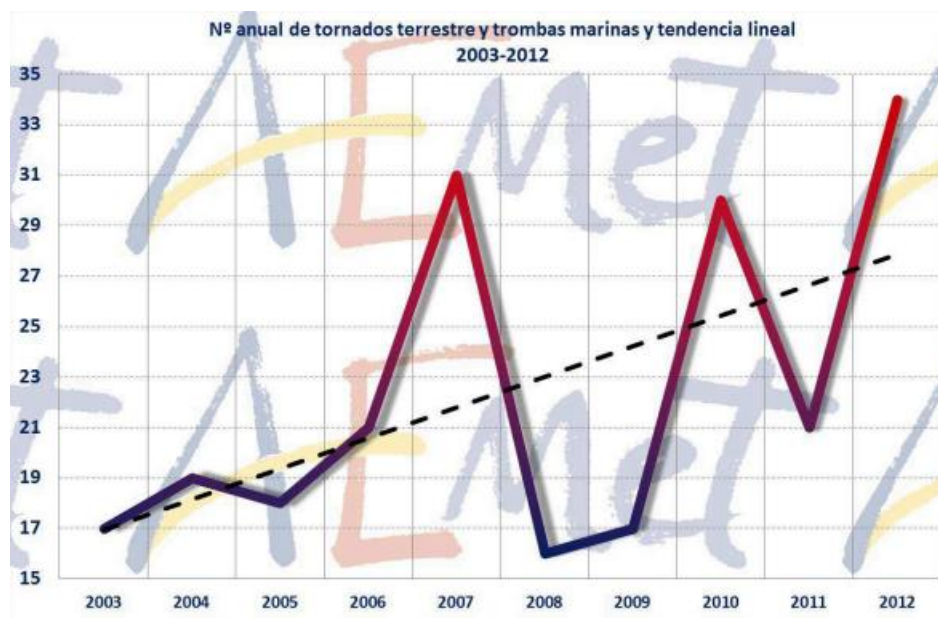
Tabla 22. Tornado- Riesgos futuros (RCP4.5)

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Improbable	Grave	Sin riesgo
Accesibilidad	Improbable	Grave	Sin riesgo
Personas	Improbable	Grave	Sin riesgo

Tabla 23. Tornado- Riesgos futuros (RCP8.5)

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Improbable	Grave	Sin riesgo
Accesibilidad	Improbable	Grave	Sin riesgo
Personas	Improbable	Grave	Sin riesgo

Según la AEMet, se han registrado un total de 224 tornados (entre tornados terrestres y trombas de agua) con la tendencia marcada a continuación entre 2003-2012.



**Figura 6. Número y tendencia anual de tornados observados anualmente (2003-2012). Fuente: AEMET.**

Para las predicciones futuras de ocurrencia de tornados no se dispone de datos de la zona estudiada. Se ha estimado que la probabilidad futura continúa considerándose improbable, aunque siga en aumento. El impacto de un tornado puede ser grave para el edificio, la actividad, la accesibilidad y la seguridad de las personas tanto para el escenario RCP4.5 como para el RCP8.5. El resultado es un nivel de riesgo global considerado como sin riesgo, aunque deberá ser reevaluada a medio plazo.

#### 6.1.8 Cambios en los patrones y tipos de precipitaciones

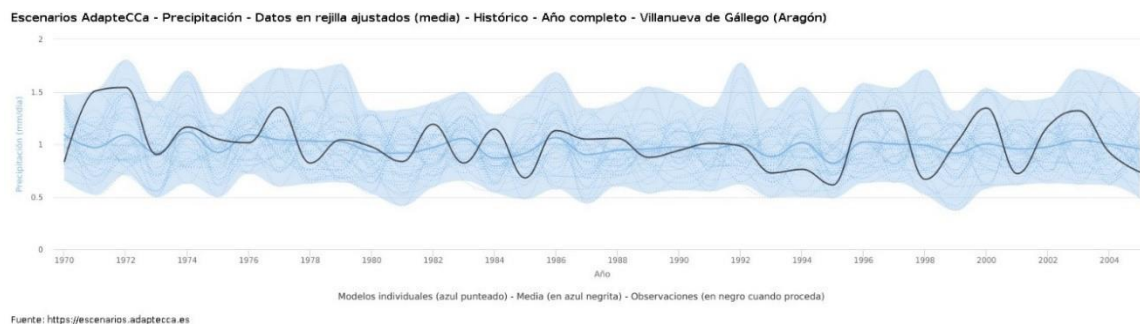
El cambio en los patrones y tipos de precipitaciones es un peligro climático crónico que se ve influido por el aumento del efecto invernadero. Se refiere a cambios en la duración y la intensidad de las precipitaciones, y a un cambio en los patrones estacionales de las precipitaciones.

##### 6.1.8.1 Riesgos actuales

**Tabla 24. Cambios en los patrones y tipos de precipitaciones- Riesgos actuales**

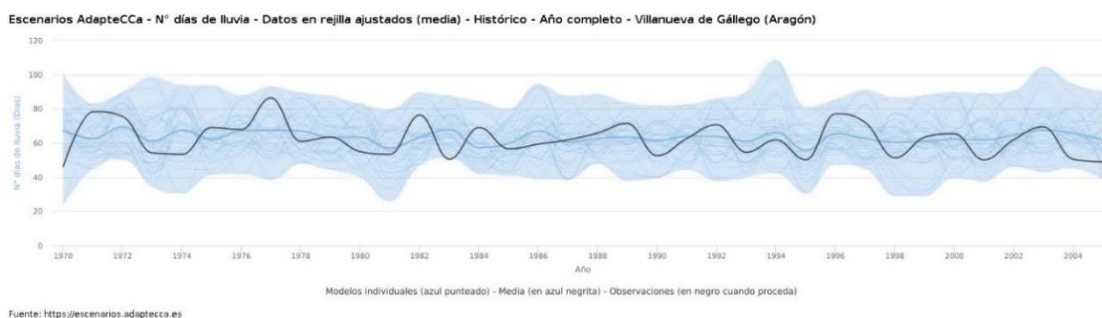
Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Poco probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Poco probable	Menor	Bajo
Personas	Poco probable	Menor	Bajo

Según los datos publicados por el visor AdapteCCa relativos a la media de precipitación (precipitación acumulada en un día en cualquiera de sus formas, lluvia, nieve o granizo - mm), como parámetro indicador de posibles cambios en los patrones de lluvia. La media estimada de precipitación acumulada diaria en el periodo 1970 – 2005, en el emplazamiento sería de 1,006 mm/día. En dicho periodo se observa un ligero descenso en el municipio de Villanueva de Gállego en el periodo histórico. En 1970, la precipitación acumulada diaria era de 1,09 mm/día mientras que en 2005 la precipitación acumulada diaria era de 0,96 mm/día.



**Figura 7. Gráfico de tendencia de la precipitación acumulada diaria (mm) - periodo 1970-2005. Fuente: Adaptecca.**

Otro parámetro que puede indicar cambios en los patrones de lluvia sería el número de días de lluvia por año. Según los datos publicados por el visor AdapteCCa relativos al número de días de lluvia por año (media) en el periodo 1970-2005, en el emplazamiento fue de 67,2 días al año. En dicho periodo histórico se observa un ligero descenso en el número de días de lluvia al año en el municipio de Villanueva de Gállego. En 1970, la media de días de lluvia por año era de 67,4 días mientras que en 2005 la media de días de lluvia por año era de 62,01 días.



**Figura 8. Gráfico de tendencia de N° días de lluvia al año - periodo 1970-2005. Fuente: Adaptecca.**

Dado que tanto las precipitaciones acumuladas (mm/día) como el nº de días de lluvia han seguido una tendencia relativamente estable o ligeramente decreciente durante las últimas décadas, la probabilidad de que cambien los patrones y tipos de precipitaciones se considera poco probable. El impacto para el edificio, actividad y las personas que acceden o utilizan el lugar se considera menor, por lo que el riesgo actual de este peligro climático se considera bajo.

#### 6.1.8.2 Riesgos futuros

**Tabla 25. Cambios en los patrones y tipos de precipitaciones- Riesgos futuros (RCP4.5)**

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Poco probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Poco probable	Menor	Bajo
Personas	Poco probable	Menor	Bajo

**Tabla 26. Cambios en los patrones y tipos de precipitaciones- Riesgos futuros (RCP8.5)**

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Poco probable	Menor	Bajo

Accesibilidad	Poco probable	Menor	Bajo
Personas	Poco probable	Menor	Bajo

Los datos modelizados para la evolución futura de la precipitación acumulada diaria muestran una tendencia relativamente estable tanto en el escenario RCP4.5 como en el RCP8.5 y una tendencia ligeramente decreciente para el número de días de lluvia al año.

En cuanto a la precipitación acumulada diaria (media del periodo), en el emplazamiento VDG1, la variación de la precipitación media se estima entre + 0,061 mm/día y -0,094 mm/día, respecto al periodo base de datos 1971-2000, dependiendo del escenario y periodo elegidos.

**Tabla 27. Proyecciones de precipitación acumulada (mm/día) en VDG1. (RCP4.5 y RCP 8.5 4). Fuente: Adaptecca.**

Escenario	Corto plazo (periodo 2011-2040)	Medio plazo (periodo 2041-2070)	Largo plazo (periodo 2071-2100)
RCP 4.5	0,061 mm/día	-0,003 mm/día	0,018 mm/día
RCP 8.5	0,063 mm/día	0,04 mm/día	-0,094 mm/día

Con respecto al número de días de lluvia al año (media del periodo), en el emplazamiento VDG1, la variación de número de días de lluvia varía entre -0,4 días y -11,9 mm/día, respecto al periodo base de datos 1971-2000, dependiendo del escenario y periodo elegidos.

**Tabla 28. Proyecciones de nº días de lluvia en VDG1. (RCP4.5 y RCP 8.5). Fuente: Adaptecca.**

Escenario	Corto plazo (periodo 2011-2040)	Medio plazo (periodo 2041-2070)	Largo plazo (periodo 2071-2100)
RCP 4.5	-0,4 días	-4,4 días	-4,3 días
RCP 8.5	-0,5 días	-3,9 días	-11,9 días

Dado que las cantidades anuales de precipitaciones han seguido una tendencia relativamente estable y el número de días de lluvia al año ligeramente decreciente, la probabilidad de que cambien los patrones y tipos de precipitaciones se considera poco probable. El impacto para el edificio, actividad, accesibilidad y las personas que acceden o utilizan el lugar se considera menor, por lo que el riesgo actual de este peligro climático se considera bajo.

#### 6.1.9 Precipitaciones intensas (lluvia, granizo, nieve/hielo)

Las precipitaciones intensas se refieren a grandes cantidades de precipitación por unidad de tiempo. Estas precipitaciones intensas pueden dar lugar, en ocasiones, a inundaciones de origen pluvial, tal y como se comenta en el siguiente epígrafe 6.1.11.

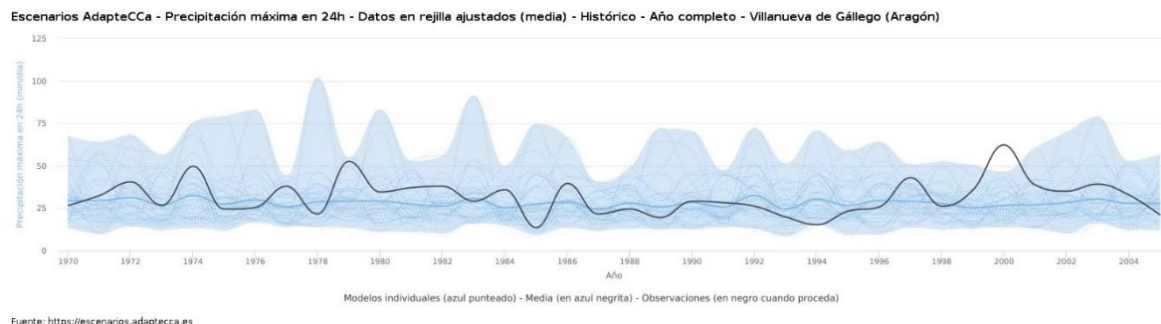
##### 6.1.9.1 Riesgos actuales

**Tabla 5. Fuertes precipitaciones – Riesgos actuales**

Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Poco probable	Leve	Bajo
Accesibilidad	Poco probable	Leve	Bajo
Personas	Poco probable	Leve	Bajo



Según los datos publicados por el visor AdapteCCa relativos a la media de precipitación máxima en 24 h (valor más alto de precipitación diaria - mm), como parámetro ligado al aumento de intensidad de precipitación, se observa que, en el emplazamiento, el valor medio de precipitación máxima en 24 h es de 26,57 mm/día en el periodo histórico 1970 – 2005. Si bien los datos fluctúan año a año, se observa una tendencia estable a lo largo del periodo, considerando que en 1970, el valor medio de precipitación máxima en 24 h era de 29,53 mm/día mientras que en 2005 era de 27,99 mm/día. Ver abajo gráfico de la precipitación máxima en 24 h (mm) - 1970 – 2005.



**Figura 8. Gráfico de tendencia de la precipitación máxima en 24 h (mm) - periodo 1970-2005. Fuente: Adaptecca.**

Dado que los valores de la precipitación máxima en 24 h en el periodo histórico 1970 – 2005 han seguido una tendencia relativamente estable durante las últimas décadas, la probabilidad de precipitaciones intensas se considera poco probable. El impacto para el edificio, actividad y las personas que acceden o utilizan el lugar se considera leve, por lo que el riesgo actual de este peligro climático se considera bajo.

#### 6.1.9.2 Riesgos futuros

**Tabla 6. Fuertes precipitaciones – Riesgos futuros (RCP4.5)**

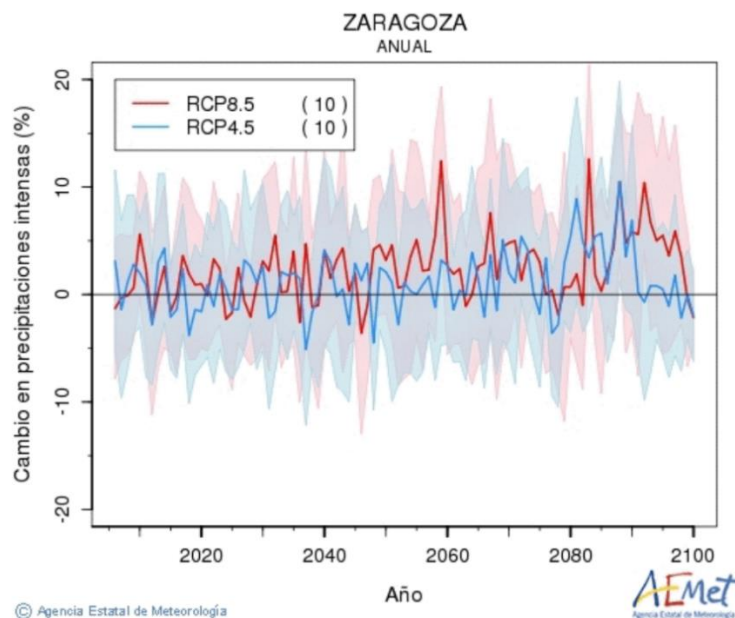
RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Medio	Moderado
Personas	Probable	Leve	Moderado

**Tabla 7. Fuertes precipitaciones – Riesgos futuros (RCP8.5)**

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Medio	Moderado
Personas	Probable	Leve	Moderado

De acuerdo con los datos publicados por la AEMet, respecto a las proyecciones climáticas estimadas para las precipitaciones intensas en Zaragoza en % (regionalización dinámica CORDEX), para el escenario RCP4.5, se observa una tendencia relativamente estable a corto y medio plazo (2011-2070), y ligeramente creciente para el largo plazo (2071-2100).

Para el escenario RCP8.5, se observa una tendencia estable para el corto plazo (2011-2040) y creciente a partir del periodo de medio plazo (2041 – 2070) en adelante. La siguiente gráfica muestra la evolución para ambos escenarios.



**Figura 10. Gráfico de evolución precipitaciones intensas (%). Zaragoza (Regionalización AR5-IPCC). Fuente: AEMET.**

Respecto a los datos publicados por el visor AdapteCCa relativos a la media de precipitación máxima en 24 h (valor más alto de precipitación diaria - mm), como parámetro ligado al aumento de intensidad de precipitación, se observa que, en el emplazamiento, se observa una tendencia ligeramente creciente tanto en el escenario RCP4.5 como en el RCP8.5.

En el emplazamiento VDG1, la variación de la precipitación máxima en 24h se estima entre + 4,8 mm/día y +7,1 mm/día, respecto al periodo base de datos 1971-2000, dependiendo del escenario y periodo elegidos.

**Tabla 29. Proyecciones de precipitación máxima en 24 h (mm/día) en VDG1. (RCP4.5 y RCP 8.5). Fuente: Adaptecca.**

Escenario	Corto plazo (periodo 2011-2040)	Medio plazo (periodo 2041-2070)	Largo plazo (periodo 2071-2100)
<b>RCP 4.5</b>	4,84 mm/día	3,91 mm/día	5,1 mm/día
<b>RCP 8.5</b>	4,9 mm/día	7,1 mm/día	5,3 mm/día

Teniendo en cuenta lo anterior, tanto para el escenario RCP4.5 como para el RCP8.5, aunque no se espera una variación significativa, la tendencia general es creciente respecto a las precipitaciones intensas en el área de estudio. Por lo tanto, la probabilidad de que se produzca en el futuro precipitaciones de carácter más intenso se considera probable.

Se estima un riesgo moderado en todos los objetos de evaluación es medio. Cabe destacar que España se caracteriza por lluvias torrenciales durante el periodo estival que, a pesar de su intensidad, generalmente no contribuyen significativamente a la recarga de los acuíferos. Esto se debe a varias razones. En primer lugar, la intensidad de estas lluvias puede resultar en una escorrentía rápida, donde el agua fluye rápidamente sobre la superficie del suelo en lugar de infiltrarse en el subsuelo. Además, durante los periodos secos previos al verano, el suelo puede estar seco y compactado, lo que dificulta aún más la infiltración del agua. Además, la duración limitada de las lluvias torrenciales de verano no permite que el agua se infiltre lo suficiente como para recargar de manera significativa los acuíferos subterráneos.

Por tanto, el aumento de la variación de la precipitación máxima en 24h en los escenarios de cambio climático, podría suponer un mayor riesgo de inundaciones de origen pluvial, y causar daños estructurales en los edificios del DC o filtrarse en el edificio y dañar los equipos eléctricos y electrónicos.

### 6.1.10 Variabilidad hidrológica

La variabilidad hidrológica se refiere a los cambios naturales que ocurren en los patrones de flujo de agua en una cuenca hidrográfica o en un cuerpo de agua determinado a lo largo del tiempo. Estos cambios pueden manifestarse en diferentes formas, como variaciones en la cantidad de precipitación, temperatura y caudales de ríos, etc.

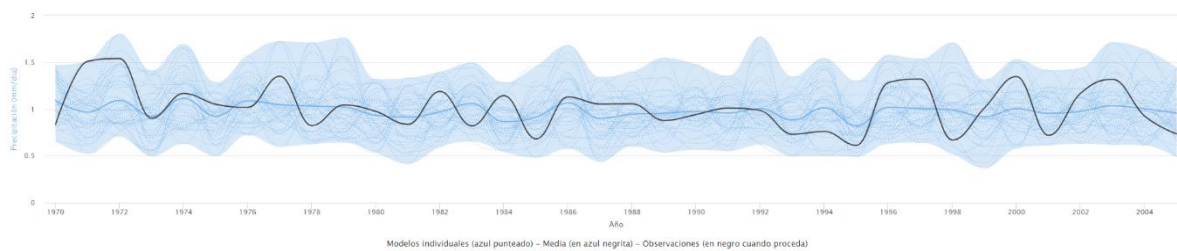
Para su análisis, se ha tenido en cuenta la precipitación diaria y el número de días de lluvia por estaciones (invierno, primavera, verano y otoño). Además, se considera la influencia de las precipitaciones intensas (epígrafe 6.1.9) y las olas de calor (epígrafe 6.1.2Error! Reference source not found.) en la variabilidad hidrológica.

#### 6.1.10.1 Riesgos actuales

**Tabla 8. Precipitación diaria anual (mm/día) y número de días de lluvia al año – Riesgos actuales**

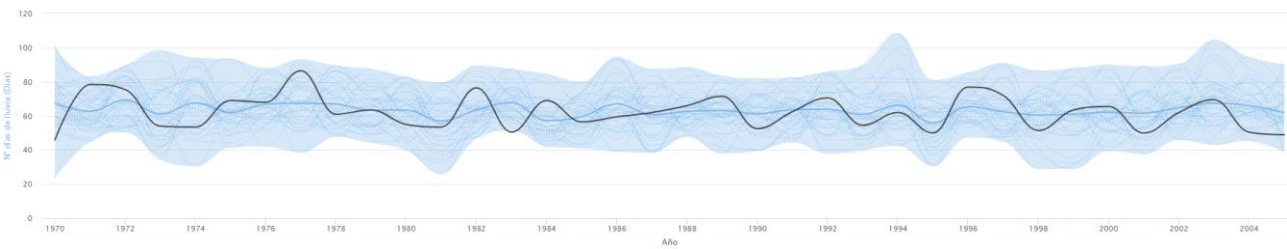
Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Poco probable	Leve	Bajo
Accesibilidad	Poco probable	Leve	Bajo
Personas	Poco probable	Leve	Bajo

Según los datos publicados por el visor AdapteCCa relativos a la media de precipitación diaria anual, como parámetro ligado a la variabilidad hidrológica, se observa que, en el emplazamiento, el valor medio de precipitación diaria anual es de 0,98 mm/día en el periodo histórico 1970 – 2005. Si bien los datos fluctúan año a año, se observa una tendencia estable a lo largo del periodo, considerando que, en 1970, el valor medio de precipitación diaria era de 1,09 mm/día mientras que en 2005 era de 0,96 mm/día. Ver abajo gráfico de la precipitación diaria (mm/día) - 1970 – 2005.



**Figura 1. Gráfico de tendencia de la precipitación diaria (mm/día) - periodo 1970-2005. Fuente: Adapteca.**

En cuanto al el número de días de lluvia en un año completo, el número medio de días de lluvia, como parámetro ligado a la variabilidad hidrológica, fue de 63,4 días en el periodo histórico 1970 – 2005. Si bien los datos fluctúan año a año, se observa una tendencia estable a lo largo del periodo, considerando que, en 1970, el valor medio de días de lluvia 67,4 días mientras que en 2005 era de 62,01 días. Ver abajo gráfico de los días de lluvia (días) - 1970 – 2005.





**Figura 2. Gráfico de tendencia de los días de lluvia (días) - periodo 1970-2005. Fuente: Adaptecca.**

Dado que los valores de la precipitación diaria anual y los días de lluvia en el periodo histórico 1970 – 2005 han seguido una tendencia relativamente estable durante las últimas décadas, la probabilidad de precipitaciones se considera poco probable. El impacto para el edificio, actividad y las personas que acceden o utilizan el lugar se considera leve, por lo que el riesgo actual de este se considera bajo.

#### 6.1.10.2 Riesgos futuros

**Tabla 9. Cambios en precipitación diaria (mm/día) y número de días de lluvia – Riesgos futuros (RCP4.5)**

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Leve	Moderado
Accesibilidad	Probable	Menor	Bajo
Personas	Probable	Menor	Bajo

**Tabla 10. Cambios en precipitación diaria (mm/día) y número de días de lluvia – Riesgos futuros (RCP8.5)**

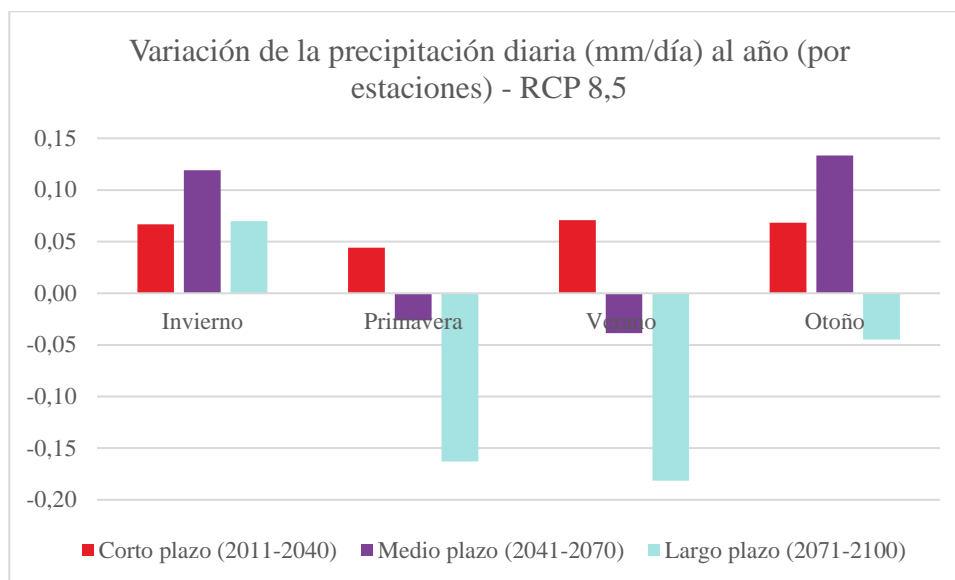
RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Leve	Moderado
Accesibilidad	Probable	Menor	Bajo
Personas	Probable	Menor	Bajo

Respecto a los datos publicados por el visor AdapteCCa relativos a la media de precipitación diaria anual y media de días de lluvia por estaciones del año, como parámetro ligado a la variabilidad hidrológica, se observa en el emplazamiento lo siguiente.

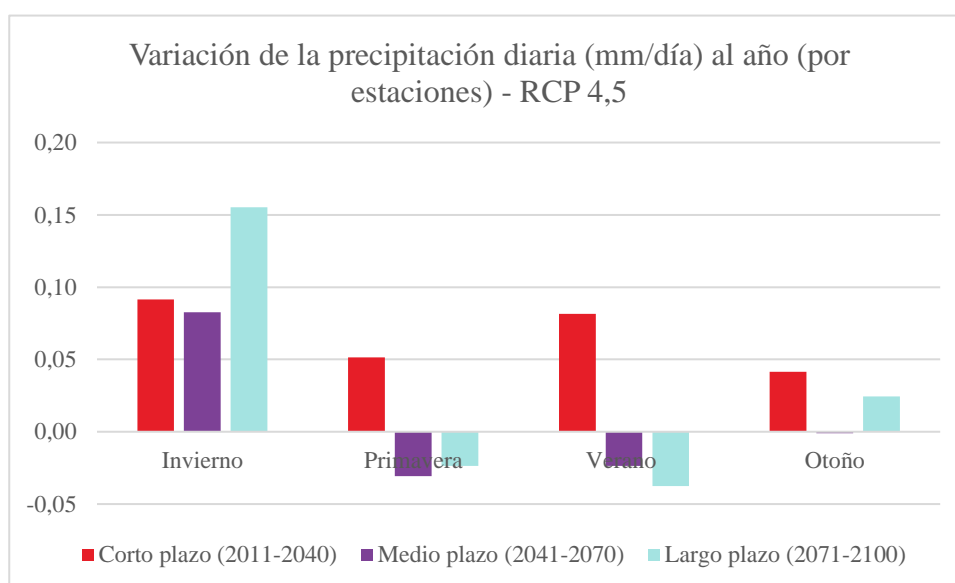
Concretamente, la variación de la precipitación diaria (mm/día) más significativa se espera en verano y primavera a largo plazo, llegándose a obtener hasta -0,18 mm/día y -0,16 mm/día, respectivamente, en el peor escenario. Por el contrario, en invierno, se espera un aumento de la precipitación diaria, en ambos escenarios; y concretamente un aumento de la precipitación diaria a largo plazo, hasta 0,16 mm/día en un escenario optimista. A continuación, se presentan las variaciones en la precipitación diaria (mm/día) por estaciones, dependiendo del escenario y periodo elegidos:

**Tabla 11. Proyecciones de variación de la precipitación diaria anual en VDG1. (RCP4.5 y RCP 8.5). Fuente: Adaptecca.**

	Días de lluvia (anomalía)			
RCP 8,5	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Corto plazo (2011-2040)	0,07	0,04	0,07	0,07
Medio plazo (2041-2070)	0,12	-0,03	-0,04	0,13
Largo plazo (2071-2100)	0,07	-0,16	-0,18	-0,04
RCP 4,5	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Corto plazo (2011-2040)	0,09	0,05	0,08	0,04
Medio plazo (2041-2070)	0,08	-0,03	-0,02	-0,001
Largo plazo (2071-2100)	0,16	-0,02	-0,04	0,02



**Figura 3. Variación de la precipitación diaria anual (por estaciones) (mm/día) – RCP 8,5.**



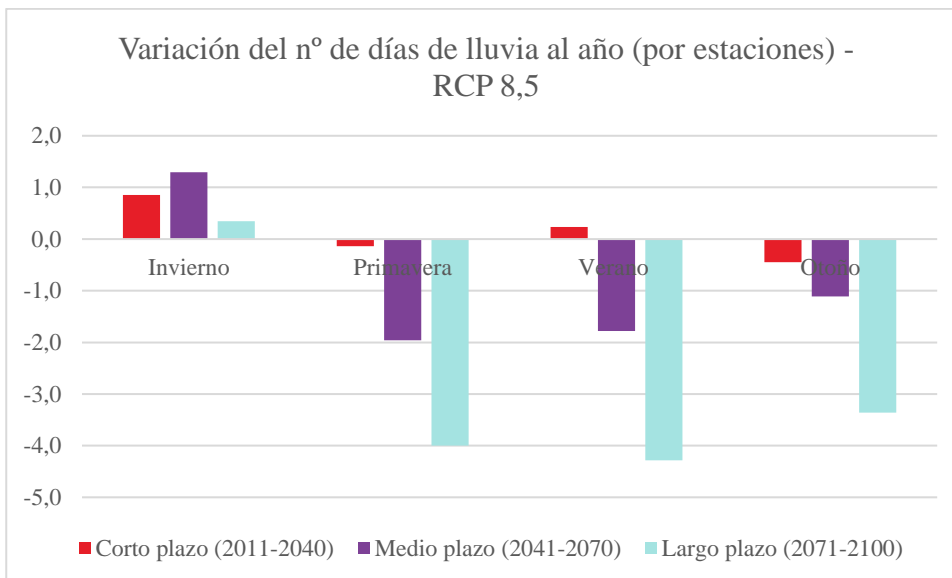
**Figura 4. Variación de la precipitación diaria anual (por estaciones) (mm/día) – RCP 4,5.**

Por lo tanto, la probabilidad de que varíe la precipitación diaria anual, sobre todo en las estaciones de verano y primavera (descenso) y en invierno (aumento), se considera probable.

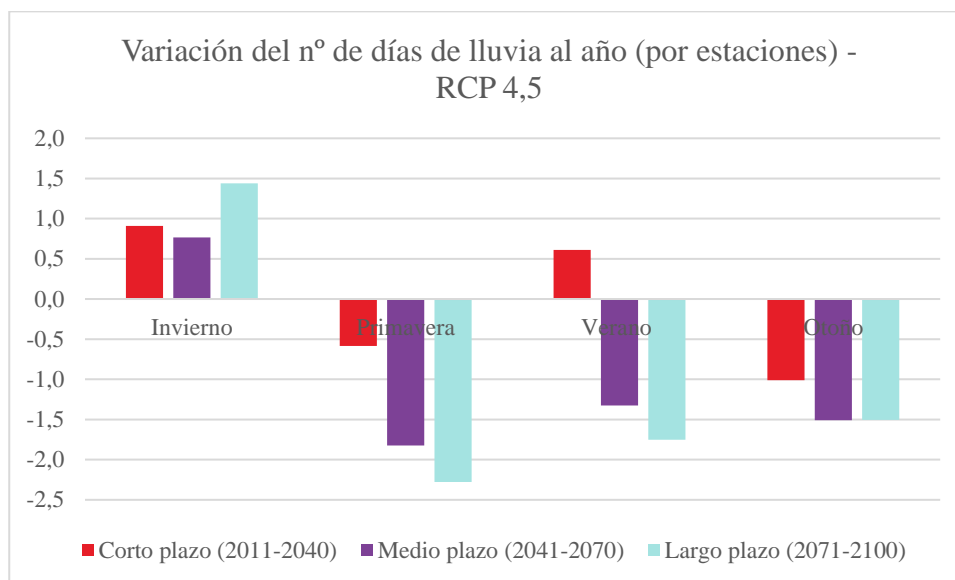
En cuanto a la variación de días de lluvia, la variación más significativa se espera en verano y primavera a largo plazo, llegándose a obtener hasta -4,3 días y -4 días, respectivamente, en el peor escenario. También, en otoño se espera algo similar a largo plazo, llegándose a obtener hasta -3,4 días. Por el contrario, en invierno, se prevé un aumento del número de días de lluvia, hasta alcanzar 1,4 días más, en el escenario optimista. A continuación, se presentan las variaciones en el número de días por estaciones, dependiendo del escenario y periodo elegidos:

**Tabla 12. Proyecciones de variación de días de lluvia en VDG1. (RCP4.5 y RCP 8.5). Fuente: Adaptecca.**

	<b>Días de lluvia (anomalía)</b>			
<b>RCP 8,5</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>
Corto plazo (2011-2040)	0,9	-0,1	0,2	-0,4
Medio plazo (2041-2070)	1,3	-2,0	-1,8	-1,1
Largo plazo (2071-2100)	0,3	-4,0	-4,3	-3,4
<b>RCP 4,5</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>
Corto plazo (2011-2040)	0,9	-0,6	0,6	-1,0
Medio plazo (2041-2070)	0,8	-1,8	-1,3	-1,5
Largo plazo (2071-2100)	1,4	-2,3	-1,8	-1,5



**Figura 5. Variación de los días de lluvia al año (por estaciones) (días) – RCP 8,5.**



**Figura 6. Variación de los días de lluvia al año (por estaciones) (días) – RCP 4,5.**

Por lo tanto, la probabilidad de que se produzca en el futuro un menor días de lluvia, sobre todo en las estaciones de verano, primavera y otoño, se considera probable.

Por todo lo anterior, se estima que el impacto en los edificios y en la actividad de DC es leve, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. La disminución de la precipitación diaria y los días de lluvia en verano y primavera puede tener implicaciones en la disponibilidad de agua para el DC. Si la disponibilidad de agua es limitada durante el verano y la primavera, puede haber dificultades para mantener la temperatura adecuada en el centro de datos, lo que podría afectar la eficiencia y el rendimiento de los equipos. Además, tal y como se ha descrito anteriormente, de cara a futuro, se prevé un aumento de la precipitación máxima en 24h, sumado al aumento de las olas de calor, que tendrán influencia en la variabilidad hidrológica en el futuro.

#### 6.1.11 Inundación (fluvial - pluvial)

La inundación fluvial es un fenómeno que ocurre cuando los ríos, arroyos o cualquier otro cuerpo de agua fluyen fuera de su cauce normal y cubren áreas de tierra adyacentes. Esto puede ocurrir debido a lluvias intensas, deshielo de nieve, crecidas repentinas u otros eventos que resulten en un aumento significativo del caudal de agua en el curso fluvial.

La inundación pluvial, por otro lado, se produce cuando hay una acumulación excesiva de agua en una determinada área debido a precipitaciones intensas. En lugar de fluir a través de ríos o arroyos, el agua se acumula en calles, carreteras, zonas más bajas, etc.

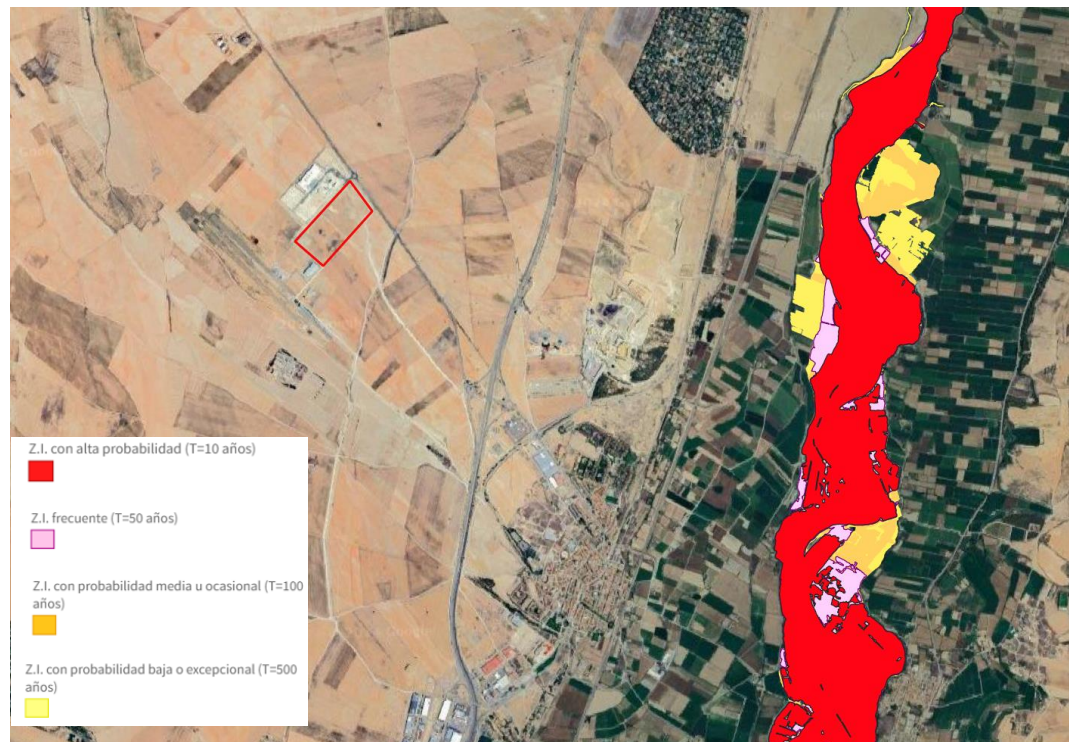
##### 6.1.11.1 Riesgos actuales

**Tabla 13. Inundación pluvial- Riesgos actuales**

Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Poco probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Poco probable	Medio	Moderado
Personas	Poco probable	Leve	Bajo

Según la información disponible en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables – SNCI procedente del MITERD, el emplazamiento VDG1 no se encuentra situado dentro de ninguna zona catalogada con riesgo de inundación fluvial. La zona inundable más próxima al proyecto se encuentra

ubicada a una distancia de 3,2 km al este, siendo una zona inundable con alta probabilidad ( $T = 10$  años) asociada al río Gállego.



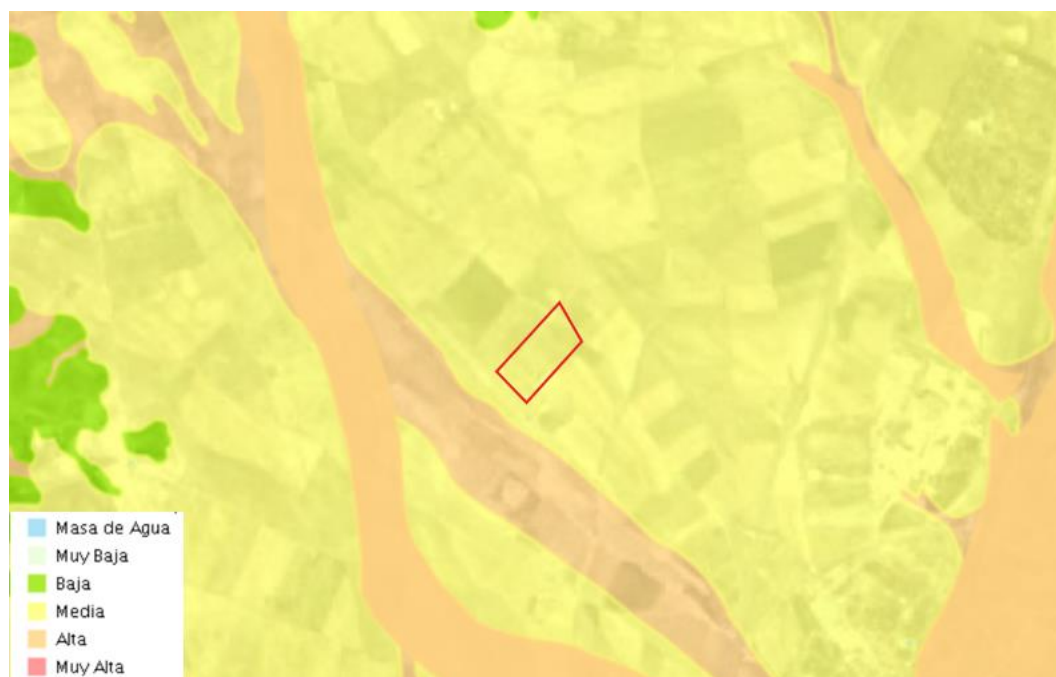
**Figura 3. Mapa de riesgo de inundación. Fuente: SNCZI – MITERD.**

Adicionalmente, se ha consultado la información disponible en la Confederación Hidrográfica del Ebro sobre la red hidrológica en el entorno de implantación del Data Center. En el entorno de implantación del Proyecto se encuentran dos barrancos de escaso desarrollo al norte y sur del ámbito, a unas distancias de 180 metros el del norte y unos 600 metros el del sur. Estas pequeñas vaguadas apenas tienen desarrollo en la zona de cabecera y aguas abajo (en las proximidades de Villanueva de Gállego) se convierten en los barrancos de la Val (tanto el del norte como el del sur).

A pesar de que tanto la cartografía oficial de zonas inundables como la cartografía procedente de la confederación hidrográfica del Ebro no muestran que el proyecto objeto de estudio se encuentre sobre zonas inundables, no se puede descartar el riesgo de inundación asociado a lluvias intensas.

En caso de ocurrencia de este fenómeno, el DC puede encontrarse ubicado en la zona inundable de los barrancos próximos a este.

Finalmente, se ha consultado el mapa de susceptibilidad de riesgo de inundación elaborado por el Instituto Geográfico de Aragón (IGEAR). A pesar de no ser una cartografía oficial, este mapa sitúa el emplazamiento del futuro DC en una zona definida con una susceptibilidad media salvo por el límite inferior de la parcela, definida con susceptibilidad alta.



**Figura 4. Mapa susceptibilidad de riesgos por inundaciones. Fuente: IGEAR.**

Tras lo expuesto, se considera que el proyecto no presenta riesgo elevado por inundación fluvial, debido a que se encuentra alejado de zonas inundables. No obstante, se debe tener en cuenta la cercanía con los “Barranco de la Val” y “Barranco de la Val limpia”, y es que, si se producen episodios de lluvias intensas, estos pueden constituir una zona inundable.

La precipitación máxima en 24 horas, presentada en el epígrafe 6.1.9, está directamente relacionada con el riesgo de inundaciones pluviales. Cuando se registra una cantidad significativa de lluvia en un corto período de tiempo, como puede ser el caso de una precipitación máxima en 24 horas, el suelo puede volverse incapaz de absorber o drenar rápidamente el exceso de agua. Esto puede provocar la acumulación de agua en las áreas circundantes, incluyendo las entradas y salidas del edificio.

Se estima que el impacto en el edificio, la actividad y la accesibilidad es medio, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. Durante una inundación pluvial, el agua puede acumularse rápidamente en dichas zonas. Esto puede dificultar o incluso imposibilitar el acceso al edificio para las personas. Además, el agua acumulada puede filtrarse hacia el interior del edificio, causando daños en la infraestructura y equipos del DC.

#### 6.1.11.2 Riesgos futuros

**Tabla 41. Inundación pluvial – Riesgos futuros (RCP4.5)**

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Medio	Moderado
Personas	Probable	Leve	Moderado

**Tabla 42. Inundación pluvial – Riesgos futuros (RCP8.5)**

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Medio	Moderado
Personas	Probable	Leve	Moderado

De la misma manera que en el epígrafe 6.1.9, la probabilidad de que se produzca en el futuro precipitaciones de carácter más intenso se considera probable y el impacto tanto para el escenario RCP4.5 como para el RCP8.5 se considera medio para el edificio y la accesibilidad y leve para las personas, lo que da lugar a un nivel de riesgo global moderado.

Por tanto, el nivel de riesgo se considera moderado para todos los objetos de investigación. El aumento de la variación de la precipitación máxima en 24h en los escenarios de cambio climático, podría suponer un mayor riesgo de inundaciones de origen pluvial, y causar daños estructurales en los edificios del DC o filtrarse en el edificio y dañar los equipos eléctricos y electrónicos.

#### 6.1.12 Estrés hídrico

El estrés hídrico se refiere a la presión ejercida sobre los recursos hídricos debido a la demanda. Se entiende por estrés hídrico a la situación que se presenta cuando la demanda de agua supera a la cantidad disponible durante un período determinado. Esto implica que el suministro de agua puede no ser suficiente para satisfacer todas las necesidades hídricas de una región o área geográfica específica.

Este concepto está relacionado con la escasez hídrica, que se refiere a la falta de disponibilidad de agua en una región o área geográfica específica. La escasez hídrica implica que la demanda de agua supera la cantidad disponible, lo que puede llevar a restricciones en el suministro de agua y afectar diversos usos, como el consumo humano, la agricultura y la industria.

##### 6.1.12.1 Riesgos actuales

**Tabla 43. Estrés hídrico – Riesgos actuales**

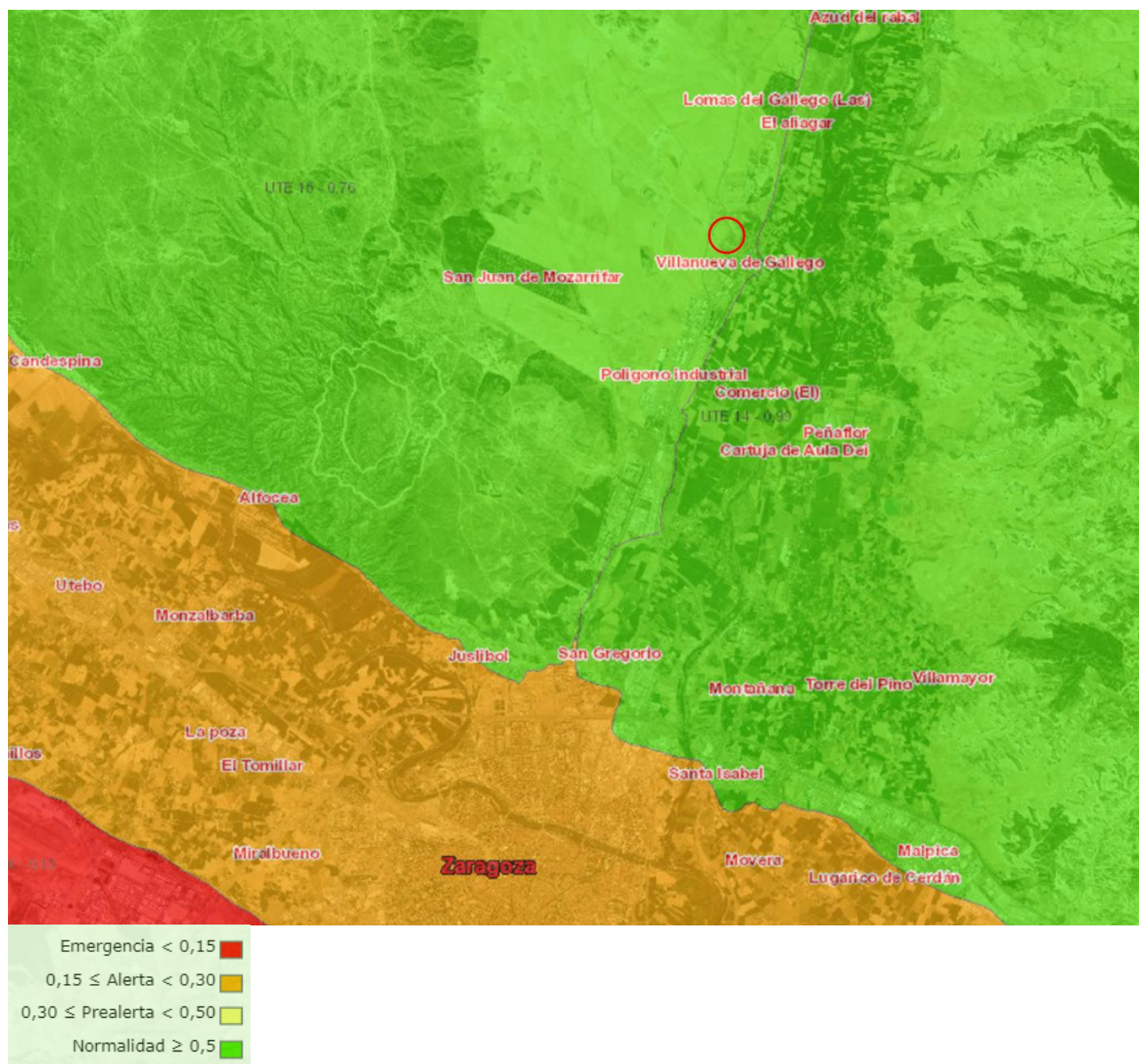
Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Bajo

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico realiza un seguimiento mensual de los indicadores y situación de sequía y escasez en todas las Demarcaciones Hidrográficas intercomunitarias.

La escasez está relacionada con los posibles problemas de atención de las demandas. Suele presentarse diferida en el tiempo respecto a la sequía meteorológica o incluso no llegar a producirse, por la gestión hidrológica que puede llevarse a cabo en nuestros sistemas o por no existir demandas importantes en un sistema. Sus indicadores son, por tanto, los que definen los problemas que puede haber con respecto a abastecimientos, regadíos, etc.

Según la información pública consultada en el visor cartográfico de la CH Ebro, Mapa de índice de escasez (según Plan Especial Sequía 2018), el emplazamiento se ubica en una zona con índice inferior a 0,5, definida como zona de normalidad. Ver siguiente figura.





**Figura 17. Mapa de índice de escasez del emplazamiento VDG1. Fuente: CH Ebro.**

De acuerdo con la información pública consultada (mapa de indicadores de escasez actualizado según Plan Especial Sequía 2023), el emplazamiento VDG1, se ubica en una zona con un escenario de normalidad respecto a la escasez.

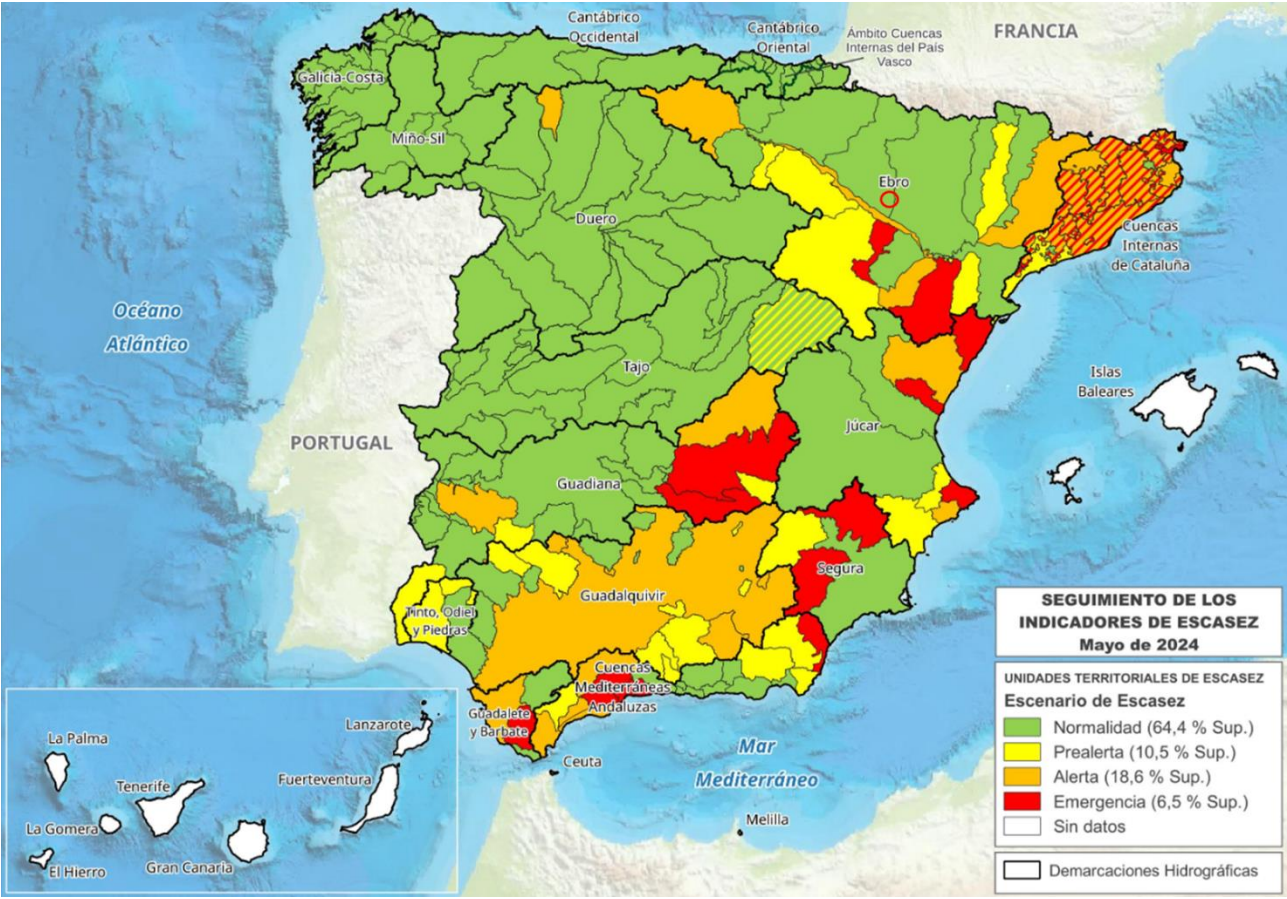


Figura 18. Mapa de indicadores escasez a fecha 31/05/2024. Fuente: MITECORD.

Considerando la información recogida previamente, si bien el emplazamiento se ubica en una zona con un escenario de normalidad respecto a la escasez, la probabilidad de ocurrencia de periodos de escasez no puede descartarse y, por tanto, se estima, la probabilidad se evalúa como probable.

Por tanto, se estima que el impacto en los edificios, la actividad del DC y las personas es menor, lo que se traduce en un nivel de riesgo bajo.

6.1.12.2 Riesgos futuros

Tabla 30. Estrés hídrico - Riesgos futuros (RCP4.5)

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Bajo

Tabla 31. Estrés hídrico - Riesgos futuros (RCP8.5)

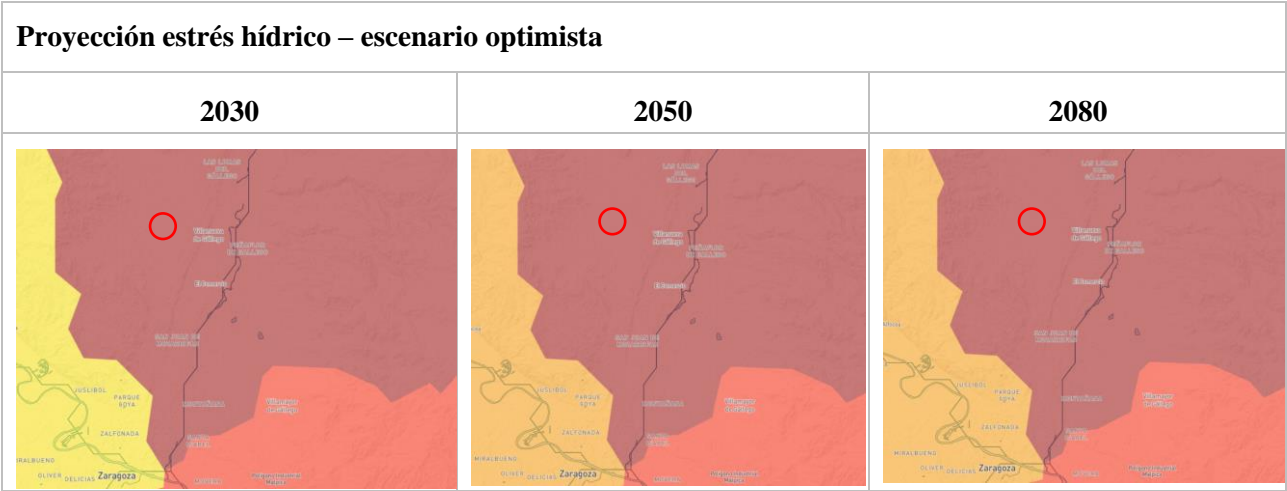
RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Bajo

De acuerdo al visor de información pública [Water Risk Atlas -Aqueduct](#), el estrés hídrico de referencia mide la relación entre la demanda total de agua y las reservas renovables disponibles de aguas superficiales y subterráneas. La demanda de agua incluye los usos domésticos, industrial, de regadío y ganadero. Las reservas de agua renovables disponibles incluyen el impacto de los usuarios que consumen agua aguas arriba y de las grandes presas en la disponibilidad de agua aguas abajo.

Se plantean los siguientes escenarios para las proyecciones climáticas del estrés hídrico:

- El escenario "optimista" (SSP1 RCP2.6) representa un futuro que limita el aumento de la temperatura media de la superficie terrestre en 2100 a entre 1,3 °C y 2,4 °C en comparación con los niveles preindustriales (1850-1900). El SSP1 se caracteriza por un crecimiento socioeconómico sostenible: normativas medioambientales estrictas e instituciones eficaces, rápidos cambios tecnológicos y mayor eficiencia en el uso del agua, así como un bajo crecimiento demográfico.
- El escenario "sin cambios" (SSP3 RCP7.0) representa un futuro intermedio en el que las temperaturas aumentan entre 2,8 °C y 4,6 °C de aquí a 2100. El SSP3 es un escenario socioeconómico caracterizado por la competencia regional y la desigualdad, que incluye un crecimiento económico lento, una gobernanza y unas instituciones débiles, una escasa inversión en medio ambiente y tecnología, y un elevado crecimiento demográfico, especialmente en los países en desarrollo.
- El escenario "pesimista" (SSP5 RCP8.5) representa un futuro en el que las temperaturas aumentan entre 3,3 °C y 5,7 °C de aquí a 2100. El SSP5 describe un desarrollo alimentado por combustibles fósiles: un rápido crecimiento económico y una globalización impulsados por energías intensivas en carbono, instituciones fuertes con una elevada inversión en educación y tecnología, pero una falta de preocupación global por el medio ambiente, y la población alcanzando su máximo y disminuyendo en el siglo XXI.

De cara a la evaluación climática de los riesgos futuros, se han tomado los escenarios “optimista” RCP2.6 y “pesimista” RCP8.5. Las siguientes tablas muestran los riesgos proyectados en el emplazamiento para estrés hídrico, que se encuentran con un estrés hídrico alto (40-80%) y extremadamente alto (>80%). Los valores más altos indican una mayor competencia entre los usuarios.



**Figura 9. Mapa de de proyecciones de estrés hídrico - escenario "optimista. Fuente: AQUEDUCT**



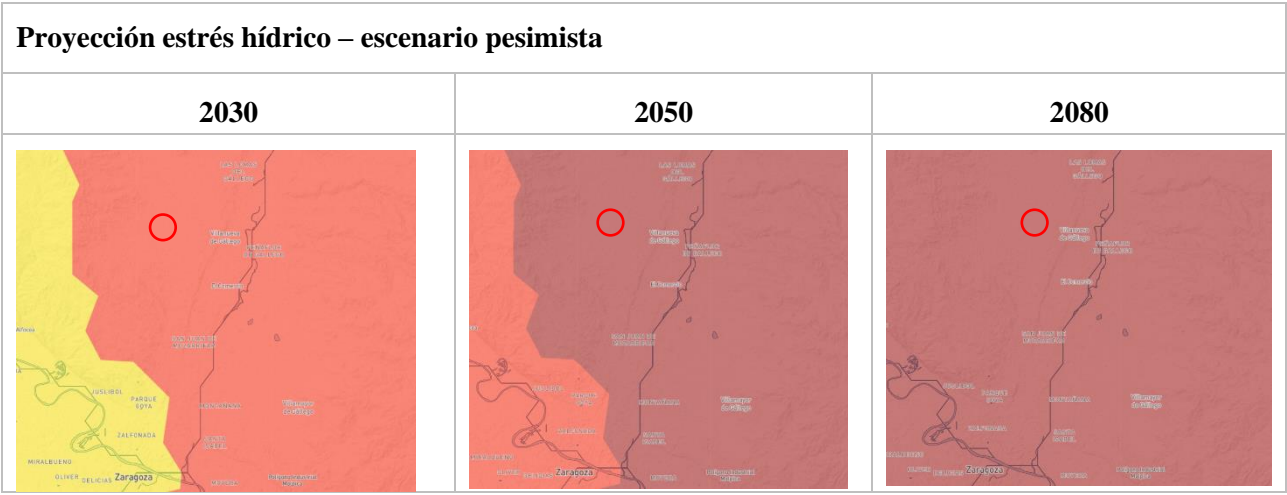
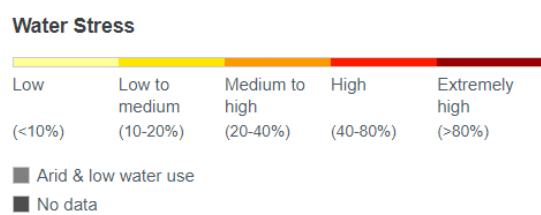


Figura 10. Mapa de proyecciones de estrés hídrico - escenario "pesimista" (RCP8.5). Fuente: AQUEDUCT



Como el emplazamiento se ubica en una zona con estrés hídrico alto, la probabilidad de estrés hídrico se considera probable.

Por tanto, se estima que el impacto en los edificios y la actividad del DC es medio, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. El estrés hídrico está relacionado con los posibles problemas de atención de las demandas, por lo que podría comprometer el funcionamiento correcto del sistema de refrigeración del DC. Si la demanda de agua disminuye, podría ocurrir que hubiera menos agua disponible para el sistema de refrigeración, y, en consecuencia, el mal funcionamiento del DC.

### 6.1.13 Sequía

De acuerdo a las definiciones establecidas por el Observatorio Nacional de la Sequía (MITECORD), el concepto de sequía se corresponde con la sequía meteorológica. Se dice que se está en sequía meteorológica cuando se produce una escasez continuada de las precipitaciones. Es la sequía que da origen a los restantes tipos de sequía y normalmente suele afectar a zonas de gran extensión.

La sequía, entendida como anomalía temporal de precipitación o caudal natural, puede producir, o no, una situación de insuficiencia en los suministros de agua, en función del nivel de demanda de agua existente en el área y de las características, en general, de los sistemas de explotación del recurso.

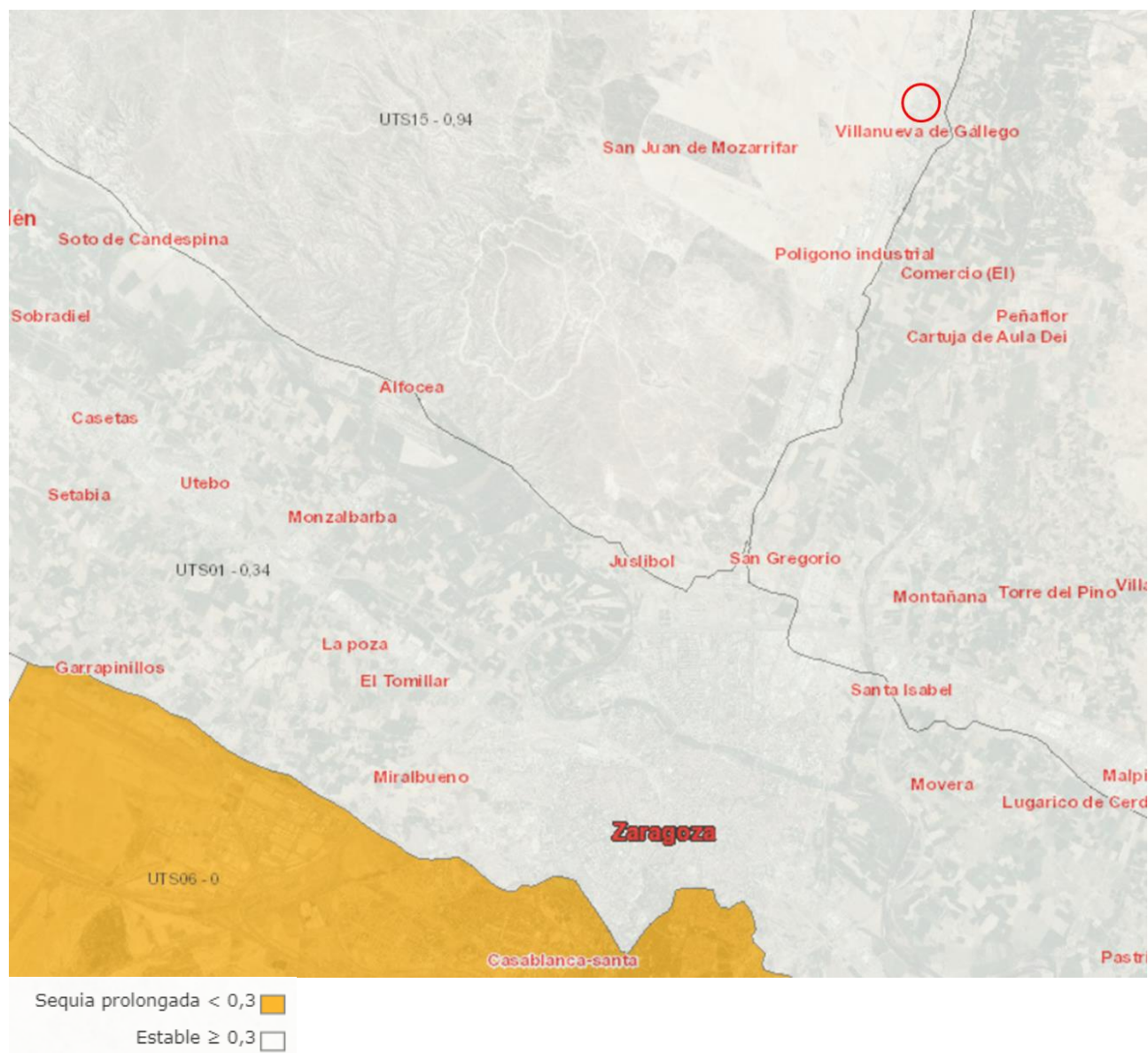
#### 6.1.13.1 Riesgos actuales

Tabla 32. Sequía- Riesgos actuales			
Riesgos actuales	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Menor	Bajo
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Bajo

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico realiza un seguimiento mensual de los indicadores y situación de sequía y escasez en todas las Demarcaciones Hidrográficas intercomunitarias.

La **sequía prolongada**, muy relacionada con la habitualmente conocida como sequía meteorológica, se produce directamente por la falta de precipitaciones, que ocasiona que los caudales circulantes se reduzcan de forma importante, y por tanto puedan no cumplirse los caudales ecológicos de situación normal, siendo entonces de aplicación los caudales ecológicos definidos normativamente para situación de sequía prolongada.

Según la información pública consultada en el visor cartográfico de la CH Ebro, Mapa de índice de sequía (según Plan Especial Sequía 2018), el emplazamiento se ubica en una zona con índice inferior a 0,3, definida como zona estable respecto a la sequía. Ver siguiente figura.



**Figura 21. Mapa índice de sequía. Fuente: CH Ebro.**

De acuerdo a la información pública consultada, mapa de seguimiento de indicadores de sequía prolongada (Mayo 2024), publicada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, el emplazamiento VDG1, se ubica en una zona con ausencia de sequía.

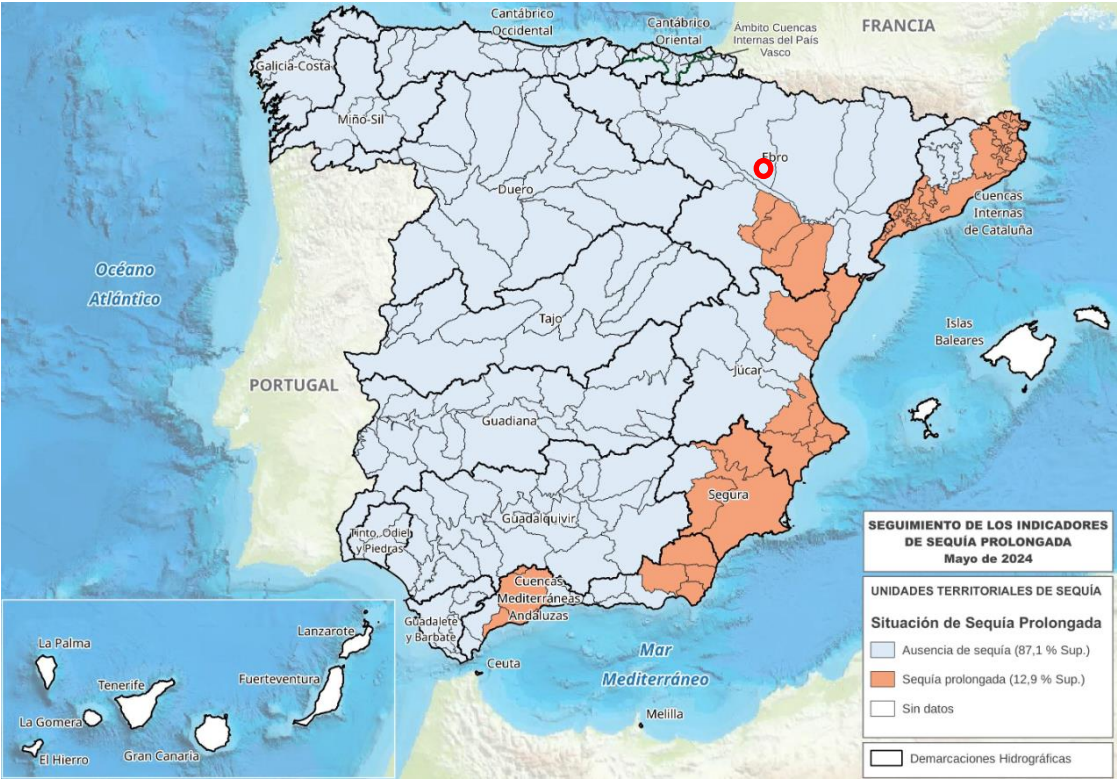


Figura 11. Mapa indicadores sequía prolongada a fecha 31/05/2024. Fuente: MITECORD.

Considerando la información recogida previamente, si bien el emplazamiento se ubica en una zona con ausencia de sequía de acuerdo con el mapa de seguimiento de los indicadores de sequía prolongada, la probabilidad de ocurrencia de periodos de sequía no puede descartarse y, por tanto, la probabilidad se evalúa como probable. El impacto para el edificio, actividad y las personas que acceden o utilizan el lugar se considera menor, por lo que el riesgo actual se considera bajo.

6.1.13.2 Riesgos futuros

Tabla 33. Sequía - Riesgos futuros (RCP4.5)

RCP4.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Bajo

Tabla 34. Sequía - Riesgos futuros (RCP8.5)

RCP8.5	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Edificio y actividad	Probable	Medio	Moderado
Accesibilidad	Probable	Ninguno	Sin riesgo
Personas	Probable	Menor	Bajo

De acuerdo con el visor de información pública Copernicus Interactive Climate Atlas, según el valor del índice de Precipitación Evapotranspiración Estandarizada (SPEI), que muestra la severidad de la sequía meteorológica teniendo en cuenta la Precipitación y la Demanda de agua por parte de la atmósfera, se proyectan los siguientes escenarios futuros respecto a la sequía, considerando que, cuanto más negativo es el valor del índice SPEI, más severa es la sequía meteorológica.

El valor del índice de Precipitación Evapotranspiración Estandarizada (SPEI) varía entre -1,13 para el corto plazo y escenario RCP 4.5 y un valor de -4,15 para el largo plazo y escenario RCP 8.5.

En base a lo anterior, la probabilidad de ocurrencia de periodos de sequía se evalúa como probable para las proyecciones de ambos escenarios (RCP4.5 y RCP8.5). Además, se estima que el impacto en los edificios y la



actividad del DC es medio, lo que se traduce en un nivel de riesgo moderado. La sequía puede producir, o no, una situación de insuficiencia en los suministros de agua, por lo que podría comprometer el funcionamiento correcto del sistema de refrigeración del DC. Si la demanda de agua disminuye, podría ocurrir que hubiera menos agua disponible para el sistema de refrigeración, y en consecuencia, el mal funcionamiento del DC.

## 6.2 Resultados

Una vez evaluados los datos climáticos históricos y previstos relativos a la temperatura, el viento y el agua, se pueden extraer conclusiones y resumir los riesgos climáticos físicos actuales y futuros para el emplazamiento y su actividad.

De la evaluación de riesgos climáticos se llega a la conclusión de que los riesgos actuales y futuros se consideran de nivel bajo a moderado, existiendo algunos bajo la categoría de “sin riesgo”.

A continuación, se resumen los **riesgos moderados**, en función del objeto de investigación afectado:

- Edificios y actividad de DC: actualmente, se identifican los riesgos de: ola de calor e inundación (pluvial). De cara a futuro, además de los riesgos actuales, se identifican otros riesgos adicionales: cambio de temperatura, variabilidad de la temperatura, fuertes precipitaciones, variabilidad hidrológica, estrés hídrico y sequía.
- Accesibilidad: destacan las olas de frío, tormentas, fuertes precipitaciones, inundación (pluvial).
- Personas: cambios de temperatura, olas de calor, estrés térmico, variabilidad de la temperatura, fuertes precipitaciones e inundación (pluvial).

Tal y como se adelantaba en el epígrafe 4.2, normalmente, el sistema de refrigeración del DC funcionará en modo *free cooling*, y únicamente cuando la temperatura exterior supera el umbral de los 29,3 °C es cuando el sistema de refrigeración utiliza agua para enfriar el aire.

Si bien esta situación tiende a producirse durante y en las proximidades de la época estival, de cara a futuro bajo escenarios de cambio climático, es probable que el umbral se supere un mayor número de veces. Esto se traduce en un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de refrigeración de los esperado, y en consecuencia, un aumento de consumo de agua en la instalación.

La tabla siguiente ofrece una visión general de todos los riesgos climáticos evaluados y su nivel de riesgo (*bajo, moderado, alto*). **Tabla 35. Riesgos climáticos.**

Riesgos climáticos		Riesgos actuales y futuros	Objetos de investigación		
			Edificio y Actividad	Accesibilidad	Personas
Temperatura	Cambio de temperatura	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Ola de calor	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Estrés térmico	Riesgo actual			
		RCP4.5			

		RCP8.5			
		Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Ola de frío / heladas	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Viento	Tormenta	Riesgo actual		
		RCP4.5			
		RCP8.5			
		Tornado	Riesgo actual		
		RCP4.5			
		RCP8.5			
Agua	Cambio de las precipitaciones	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Fuertes precipitaciones	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Variabilidad hidrológica	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Inundación (pluvial)	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Estrés hídrico	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			
	Sequía	Riesgo actual			
		RCP4.5			
		RCP8.5			

Sin riesgo	Bajo	Moderado	Alta
------------	------	----------	------

## 7. Medidas para la gestión de riesgos climáticos

En base a los resultados obtenidos en el Capítulo anterior, Análisis del Riesgo Climático, se concluye que los riesgos climáticos pueden comprometer el correcto funcionamiento de la instalación de DC puesto que **impactan sobre la disponibilidad de agua y su uso**, provocando un aumento del consumo de agua en el DC en determinadas épocas del año, o variaciones en la disponibilidad de recurso en determinadas estaciones.

Habida cuenta de estos potenciales impactos, el DC se ha diseñado para su uso no sólo en las condiciones climáticas actuales, sino también en las futuras, teniendo en cuenta los riesgos climáticos cambiantes y los fenómenos meteorológicos extremos. Por tanto, **el diseño del DC se ha adaptado a los riesgos climáticos, mediante la aplicación de medidas para la gestión de riesgos climáticos.**

En general, el fin de las medidas para la gestión de riesgos climáticos es disminuir la probabilidad y/o el impacto de las posibles consecuencias adversas reduciendo la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas humanos y ecológicos al cambio climático.

En este caso, las medidas de gestión de riesgos aseguran que el centro de datos tenga suficiente agua para operar correctamente. Estas medidas aplicadas en el diseño del DC son las siguientes:

- Selección del punto de ajuste de temperatura de los equipos de refrigeración.
- Disposición de varias fuentes de suministro de agua.
- Reciclado de las aguas del rechazo del sistema de tratamiento de agua por filtración de membranas.
- Almacenamiento de agua durante todo el año.

### 7.1 Selección del punto de ajuste de temperatura de los equipos de refrigeración

En cuanto al uso del agua de proceso (refrigeración), normalmente, el sistema funcionará en modo *free cooling*, y únicamente cuando la temperatura exterior supera el umbral de los 29,3 °C es cuando el sistema de refrigeración utiliza agua para enfriar el aire. Esta situación tiende a producirse durante y en las proximidades de la época estival.

### 7.2 Disposición de varias fuentes de suministro de agua

Para el suministro de agua, se plantean varias fuentes. En función del uso que se realizará en el DC, se emplearán las siguientes fuentes:

- Agua de abastecimiento sanitaria y PCI: **agua potable** de la red municipal de Villanueva de Gállego (que es suministrada por ACUAES). Únicamente en caso de fallo de red, ACUAES proporciona agua bruta desde pozo existente de agua subterránea que se trata en la ETAP municipal.
- Aguas industriales (refrigeración): se prevén dos fuentes de suministro: (1) **agua tratada de origen municipal procedente de pozos**, se construirán **tres nuevos pozos** y se contará con un **pozo ya existente**; y (2) **agua potable** de la red municipal.

### 7.3 Reciclado de las aguas del rechazo del sistema de tratamiento de agua por filtración de membranas

En el propio DC se llevará a cabo un proceso de reciclaje del agua de refrigeración, a través de las plantas de tratamiento de agua. De esta manera, se hace un uso eficiente del agua, minimizando el consumo y optimizando su utilización.

#### 7.4 Almacenamiento de agua in situ durante todo el año

En el propio DC se dispondrá de espacios específicos destinados para el almacenamiento de agua de diferentes volúmenes en depósitos que, tras su paso por la planta de tratamiento, se almacenará en **depósitos de almacenamiento de agua** (tres por edificio principal), para su posterior reutilización en el sistema de refrigeración del DC.

## 8. Glosario

Plazo	Definición y explicación
<b>Cambio de temperatura</b>	Las temperaturas cambiantes se refieren a las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo, que pueden producirse como parte de la variabilidad natural del clima o como resultado del cambio climático inducido por el hombre. Estas variaciones pueden incluir aumentos o descensos de las temperaturas medias, desplazamientos de las temperaturas extremas y cambios en los patrones de temperatura en las distintas estaciones y regiones.
<b>Ola de calor</b>	Una ola de calor se define como al menos 5 días consecutivos con temperaturas máximas por encima del percentil 90 de un periodo climático de referencia. Asimismo, se ha analizado la tendencia de “días calurosos” que son aquellos días en los que la temperatura máxima supera el percentil 90 de un periodo climático de referencia.
<b>Estrés térmico</b>	El estrés relacionado con el calor en el organismo humano, animal o vegetal puede tener un impacto negativo en el metabolismo, especialmente en el equilibrio hídrico (riesgo de deshidratación). En humanos y animales, el sistema cardiovascular también se ve afectado. El estrés térmico supone un grave riesgo para la salud, especialmente para los grupos de riesgo como los ancianos o los niños, y en general reduce el rendimiento. En la agricultura, el estrés térmico provoca pérdidas de rendimiento si el ganado y los cultivos se ven afectados (UBA, 2024a).
<b>Variabilidad de la temperatura</b>	La variabilidad de la temperatura se refiere a las fluctuaciones naturales en los valores de temperatura a corto plazo. Estas variaciones ocurren a lo largo del día, como las diferencias entre las temperaturas máximas y mínimas diarias, y a lo largo del año, como las variaciones estacionales en las temperaturas.
<b>Ola de frío</b>	Se considera “ola de frío” un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran mínimas por debajo del percentil del 5% de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del periodo 1971-2000 (Servicio de Banco Nacional de Datos Climatológicos).
<b>Heladas</b>	En el caso de que se esperen temperaturas mínimas por debajo de 0 °C se utilizará el término “helada”.
<b>Incendio forestal</b>	Los incendios forestales son cualquier fuego no planificado o incontrolado que afecte a paisajes naturales, culturales, industriales y residenciales
<b>Tormenta</b>	Una tormenta se define como la descarga brusca de electricidad atmosférica que se manifiesta por un resplandor breve (relámpago) y por un ruido seco o un estruendo sordo (trueno).
<b>Tornado</b>	Un tornado es una columna de aire en contacto con el suelo que gira alrededor de un eje de orientación más o menos vertical y se sitúa bajo una nube cumuliforme. Un tornado puede formarse cuando hay fuertes contrastes de temperatura y el aire asciende o se eleva. La liberación de calor de condensación y la fuerte cizalladura vertical del viento (aumento de la velocidad del viento y posiblemente también un cambio de la dirección del viento con la altura) crean un tubo ascendente giratorio. Este tubo puede alcanzar un diámetro de más de un kilómetro, con velocidades del viento de varios cientos de kilómetros por hora. Tales diferencias extremas en las masas de aire se consideran raras en Europa Central (DWD, 2024c).
<b>Cambios en los patrones y tipos de precipitaciones</b>	El cambio en los patrones y tipos de precipitaciones es un peligro climático crónico que se ve influido por el aumento del efecto invernadero. Se refiere a cambios en la duración y la intensidad de las precipitaciones, y a un cambio en los patrones estacionales de las precipitaciones.
<b>Precipitaciones o variabilidad hidrológica</b>	<p>La variabilidad hidrológica se refiere a los cambios naturales que ocurren en los patrones de flujo de agua en una cuenca hidrográfica o en un cuerpo de agua determinado a lo largo del tiempo. Estos cambios pueden manifestarse en diferentes formas, como variaciones en la cantidad de precipitación, niveles de agua, caudales de ríos, ciclos de sequía y de inundaciones.</p> <p>La variabilidad hidrológica es una característica inherente de los sistemas hídricos y está influenciada por una serie de factores, incluyendo el clima, la geografía, la topografía, la vegetación y los cambios en el uso de la tierra. Estos cambios pueden tener impactos significativos en la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura, la generación de energía hidroeléctrica, la salud de los ecosistemas acuáticos y otros aspectos relacionados con el agua.</p>



<b>Fuertes precipitaciones</b>	Las precipitaciones intensas se refieren a grandes cantidades de precipitación por unidad de tiempo. Estas precipitaciones intensas pueden dar lugar, en ocasiones, a inundaciones de origen pluvial.
<b>Inundación</b>	<p>La inundación fluvial es un fenómeno que ocurre cuando los ríos, arroyos o cualquier otro cuerpo de agua fluyen fuera de su cauce normal y cubren áreas de tierra adyacentes. Esto puede ocurrir debido a lluvias intensas, deshielo de nieve, crecidas repentinas u otros eventos que resulten en un aumento significativo del caudal de agua en el curso fluvial.</p> <p>La inundación pluvial, por otro lado, se produce cuando hay una acumulación excesiva de agua en una determinada área debido a precipitaciones intensas. En lugar de fluir a través de ríos o arroyos, el agua se acumula en calles, carreteras, zonas más bajas, etc</p>
<b>Sequía meteorológica</b>	<p>Se dice que se está en sequía meteorológica cuando se produce una escasez continuada de las precipitaciones. Es la sequía que da origen a los restantes tipos de sequía y normalmente suele afectar a zonas de gran extensión. El origen de la escasez de precipitaciones está relacionado con el comportamiento global del sistema océano-atmósfera, donde influyen tanto factores naturales como factores antrópicos, como la deforestación o el incremento de los gases de efecto invernadero.</p> <p>La definición de sequía meteorológica está vinculada a una región específica, ya que las condiciones atmosféricas que producen déficit de precipitación son muy variables de una región a otra. Además este tipo de sequía también puede implicar temperaturas más altas, vientos de fuerte intensidad, humedad relativa baja, incremento de la evapotranspiración, menor cobertura de nubes y mayor insolación; todo ello puede traducirse finalmente en reducciones en las tasas de infiltración, menor escorrentía, reducción en la percolación profunda y menor recarga de las aguas subterráneas. En muchos casos el indicador primario de disponibilidad de agua es la precipitación.</p>
<b>Estrés hídrico</b>	<p>El estrés hídrico se refiere a la presión ejercida sobre los recursos hídricos debido a la demanda. Se entiende por estrés hídrico a la situación que se presenta cuando la demanda de agua supera a la cantidad disponible durante un período determinado. Esto implica que el suministro de agua puede no ser suficiente para satisfacer todas las necesidades hídricas de una región o área geográfica específica.</p> <p>Este concepto está relacionado con la escasez hídrica, que se refiere a la falta de disponibilidad de agua en una región o área geográfica específica. La escasez hídrica implica que la demanda de agua supera la cantidad disponible, lo que puede llevar a restricciones en el suministro de agua y afectar diversos usos, como el consumo humano, la agricultura y la industria.</p>
<b>Hundimiento de tierras</b>	<p>El fenómeno de hundimiento de tierras o subsidencia del suelo puede tener múltiples orígenes, tanto naturales como antropogénicos, y puede agruparse en distintos tipos según los factores que lo desencadenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Debido a la disolución subterránea (en rocas salinas, yesíferas o carbonatadas)</li> <li>- Debido a la construcción de obras subterráneas o túneles mineros</li> <li>- Por erosión subterránea</li> <li>- Por flujo lateral (en rocas salinas o arcillas)</li> <li>- Debido a la compactación (ya sea por carga, drenaje, vibración, extracción de fluidos o hidrocompactación).</li> <li>- Por actividad tectónica.</li> </ul>

## 9. Limitaciones

El alcance de nuestra evaluación y el presente informe están sujetos a las limitaciones expuestas a continuación. Estas limitaciones forman parte integrante de este informe:

Esta evaluación se basa en la versión más reciente de la Taxonomía de la UE y los anexos aplicables, combinados con los documentos oficiales de orientación disponibles en el momento de redactar el presente documento. Los cambios en la normativa y su interpretación después de esta fecha no pueden preverse y TAUW no será responsable del posible impacto empresarial relacionado con estos cambios. Las conclusiones presentadas en este informe representan el juicio profesional de TAUW basado en la información y circunstancias disponibles en el momento de su redacción.

Para algunos peligros relacionados con el clima, no se disponía de datos o éstos eran limitados. Además, las proyecciones se han calculado a partir de datos de un periodo de referencia histórico, no de previsiones meteorológicas. Los servicios no han incluido la elaboración de modelos numéricos. El conjunto de datos utilizado en este informe se ha elaborado con el máximo nivel de detalle disponible públicamente. Tanto los datos regionales históricos como los previstos que se presentan en este informe son promedios y estimaciones, y no reflejan necesariamente la realidad exacta actual o futura. En particular, los escenarios de Vías de Concentración Representativas (RCP) utilizados en este informe no deben interpretarse como predicciones de futuro. Por el contrario, representan trayectorias plausibles basadas en diferentes hipótesis sobre las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las evaluaciones de riesgos climáticos implican hacer suposiciones y simplificaciones para modelizar procesos climáticos complejos. La exclusión de peligros forma parte de estas simplificaciones. La TAUW no se hace responsable de los daños imprevistos causados por estas simplificaciones y suposiciones. En esta Evaluación de Riesgos Climáticos, TAUW ha intentado trabajar con el mayor cuidado posible, pero no acepta ninguna responsabilidad por hechos o circunstancias que no se hayan podido conocer o que sólo se hayan podido conocer indirectamente a partir de los registros proporcionados y que no se puedan tratar en este informe, o no se traten suficientemente.

Tenga en cuenta que este informe no pretende sustituir al asesoramiento jurídico ni proporcionar una evaluación exhaustiva de las condiciones del lugar ni del cumplimiento de la normativa.

TAUW ha preparado este informe únicamente en beneficio del Cliente de acuerdo con las prácticas de consultoría generalmente aceptadas y para los fines previstos. El Cliente puede entregar este informe a cualquier otra parte que desee. No obstante, ninguna otra parte podrá basarse en este informe sin el acuerdo explícito por escrito del Cliente y TAUW. No se ofrece ninguna otra garantía, expresa o implícita, en cuanto al asesoramiento profesional incluido en este informe.

La TAUW ha elegido un nivel de esfuerzo adecuado para evaluar el estado del emplazamiento en la medida de lo posible basándose en los documentos facilitados y en los datos disponibles públicamente.

Además, TAUW no se hace responsable de los daños causados por un tercero que pudiera tener conocimiento de este informe en parte o en su totalidad.

# Anexo 3

## Tabla de identificación y valoración de impactos

Tabla 1. Matriz de Identificación de efectos potencialmente significativos.

		Ocupación de suelo y balance de tierras	Aprovechamiento de recursos naturales (agua, combustible, energía)	Generación de residuos	Generación de aguas residuales	Contaminación producida (emisión de gases y partículas)	Emisiones sonoras	Contaminación lumínica	Riesgo de accidentes	Actividades inducidas
FASE DE CONSTRUCCIÓN (FC) Y DE DESMANTELAMIENTO (FD)	Población									✓
	Salud humana					✓	✓	✓	✓	
	Biodiversidad. Flora (incluye hábitats protegidos)	✓		✓	✓	✓			✓	
	Biodiversidad. Fauna	✓				✓	✓	✓	✓	
	Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés									
	Suelo y Subsuelo (incluye geología e hidrogeología)	✓		✓	✓				✓	
	Aire					✓	✓	✓		
	Agua				✓				✓	
	Clima y cambio climático		✓			✓				
	Paisaje	✓								

		Ocupación de suelo y balance de tierras	Aprovechamiento de recursos naturales (agua, combustible, energía)	Generación de residuos	Generación de aguas residuales	Contaminación producida (emisión de gases y partículas)	Emisiones sonoras	Contaminación lumínica	Riesgo de accidentes	Actividades inducidas
	Bienes materiales y patrimonio cultural	√								
FASE DE OPERACIÓN (FO)	Población									√
	Salud humana					√	√	√	√	
	Biodiversidad. Flora (incluye hábitats protegidos)	√			√					
	Biodiversidad. Fauna	√				√	√	√		√
	Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés				√					
	Suelo y Subsuelo (incluye geología e hidrogeología)	√		√	√				√	
	Aire					√	√	√		
	Agua		√		√				√	
	Clima y cambio climático		√			√				
	Paisaje	√								
	Bienes materiales y patrimonio cultural									

Tabla 2. Resumen de los impactos ambientales significativos y no significativos.

		Ocupación de suelo y balance de tierras	Aprovechamiento de recursos naturales (agua, combustible, energía)	Generación de residuos	Generación de aguas residuales	Emisiones atmosféricas (gases y partículas)	Emisiones sonoras	Contaminación lumínica	Riesgo de accidentes	Actividades inducidas
FASE DE CONSTRUCCIÓN (FC) y DE DESMANTELAMIENTO (FD)	Población									+
	Salud humana					S	S		N.S	
	Biodiversidad. Flora (incluye hábitats protegidos)	S		N.S	N.S	N.S			N.S	
	Biodiversidad. Fauna	S				S	S	N.S	N.S	
	Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés									
	Suelo y Subsuelo (incluye geología e hidrogeología)	S		S	S				S	
	Aire					S	S			
	Agua				S				S	
	Clima y cambio climático		N.S			N.S				
	Paisaje	S								
	Bienes materiales y patrimonio cultural	N.S								



		Ocupación de suelo y balance de tierras	Aprovechamiento de recursos naturales (agua, combustible, energía)	Generación de residuos	Generación de aguas residuales	Emisiones atmosféricas (gases y partículas)	Emisiones sonoras	Contaminación lumínica	Riesgo de accidentes	Actividades inducidas
FASE DE OPERACIÓN (FO)	Población									+
	Salud humana					S	S		N.S	
	Biodiversidad. Flora (incluye hábitats protegidos)	N.S				N.S				
	Biodiversidad. Fauna	S				S	S	S		NS
	Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés				S					
	Suelo y Subsuelo (incluye geología e hidrogeología)	N.S		N.S	S				S	
	Aire					S	S			
	Agua		S		S				S	
	Clima y cambio climático		N.S			S				
	Paisaje	S								
	Bienes materiales y patrimonio cultural									

Tabla 3. Resumen de la valoración de impactos ambientales.

		Ocupación de suelo y balance de tierras	Aprovechamiento de recursos naturales (agua, combustible, energía)	Generación de residuos	Generación de aguas residuales	Emisiones atmosféricas (gases y partículas)	Emisiones sonoras	Contaminación lumínica	Riesgo de accidentes	Actividades inducidas
FASE DE CONSTRUCCIÓN (FC) y DE DESMANTELAMIENTO (FD)	Población									+
	Salud humana					COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Biodiversidad. Flora (incluye hábitats protegidos)	COMPATIBLE								
	Biodiversidad. Fauna	MODERADO				COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés									
	Suelo y Subsuelo (incluye geología e hidrogeología)	MODERADO		MODERADO	MODERADO				COMPATIBLE	
	Aire					COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Agua				COMPATIBLE				COMPATIBLE	
	Clima y cambio climático									
	Paisaje	MODERADO								
	Bienes materiales y patrimonio cultural									

		Ocupación de suelo y balance de tierras	Aprovechamiento de recursos naturales (agua, combustible, energía)	Generación de residuos	Generación de aguas residuales	Emisiones atmosféricas (gases y partículas)	Emisiones sonoras	Contaminación lumínica	Riesgo de accidentes	Actividades inducidas
FASE DE OPERACIÓN (FO)	Población									+
	Salud humana					COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Biodiversidad. Flora (incluye hábitats protegidos)									
	Biodiversidad. Fauna	MODERADO				COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE		
	Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés				COMPATIBLE					
	Suelo y Subsuelo (incluye geología e hidrogeología)				MODERADO				MODERADO	
	Aire					COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Agua		MODERADO		COMPATIBLE				MODERADO	
	Clima y cambio climático					MODERADO				
	Paisaje	COMPATIBLE								
	Bienes materiales y patrimonio cultural									

Tabla 4. Resumen de la valoración de impactos ambientales RESIDUALES.

		Ocupación de suelo y balance de tierras	Aprovechamiento de recursos naturales (agua, combustible, energía)	Generación de residuos	Generación de aguas residuales	Emisiones atmosféricas (gases y partículas)	Emisiones sonoras	Contaminación lumínica	Riesgo de accidentes	Actividades inducidas
FASE DE CONSTRUCCIÓN (FC) y DE DESMANTELAMIENTO (FD)	Población									+
	Salud humana					COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Biodiversidad. Flora (incluye hábitats protegidos)	COMPATIBLE								
	Biodiversidad. Fauna	COMPATIBLE				COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés									
	Suelo y Subsuelo (incluye geología e hidrogeología)	COMPATIBLE		COMPATIBLE	COMPATIBLE				COMPATIBLE	
	Aire					COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Agua				COMPATIBLE				COMPATIBLE	
	Clima y cambio climático									
	Paisaje	COMPATIBLE								
	Bienes materiales y patrimonio cultural									

		Ocupación de suelo y balance de tierras	Aprovechamiento de recursos naturales (agua, combustible, energía)	Generación de residuos	Generación de aguas residuales	Emisiones atmosféricas (gases y partículas)	Emisiones sonoras	Contaminación lumínica	Riesgo de accidentes	Actividades inducidas
FASE DE OPERACIÓN (FO)	Población									+
	Salud humana					COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Biodiversidad. Flora (incluye hábitats protegidos)									
	Biodiversidad. Fauna	COMPATIBLE				COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE		
	Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés				COMPATIBLE					
	Suelo y Subsuelo (incluye geología e hidrogeología)				COMPATIBLE				COMPATIBLE	
	Aire					COMPATIBLE	COMPATIBLE			
	Agua		COMPATIBLE		COMPATIBLE				COMPATIBLE	
	Clima y cambio climático					COMPATIBLE				
	Paisaje	COMPATIBLE								
	Bienes materiales y patrimonio cultural									

# Anexo 4

## Tabla de vulnerabilidad

Codigo zona	Zona	Código de S.I:	Suceso iniciador	Medios PCI	Medios de contención: Cubeto / Balsa / Alarma	Gestión del suceso iniciador	Otros	Potencialmente Peligroso para las personas o el medio ambiente	Riesgos potenciales intrínsecos identificados
1	Almacenamiento de combustible	1.1	Derrame de combustible en operaciones de abastecimiento, carga y/o distribución.	N.A.	Si. Existencia de alarma para detección de vertidos / derrames. P	Si. Red de drenaje, separador de hidrocarburos. Aguas tratadas en separador de hidrocarburos antes de ser vertidas a la red del polígono.	Suelo pavimentado. Kit antiderrames. Procedimientos para carga, descarga, etc. Procedimiento para recogida de derrames accidentales.	Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación) y no sería grave.	Ninguno.
1	Almacenamiento de combustible	1.2	Fuga de combustible en tanque aéreo (Belly - tank y Top up tank)	N.A.	Si, depósitos localizados en el interior de contenedor, donde quedaría retenido un potencial derrame accidental.	Si. El derrame recogidos en el interior del cubeto, será gestionados como Residuo	Procedimiento para gestión de derrames accidentales.	Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación) y no sería grave.	Ninguno.
1	Almacenamiento de combustible	1.3	Fuga de combustible en línea.	N.A.	Si, sistema de alarma para detección de fugas y derrames.	No.	Procedimiento para gestión de derrames accidentales.	Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación) y no sería grave.	Ninguno.
1	Almacenamiento de combustible	1.4	Incendio en depósito de combustible	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	Las aguas generadas en la extinción de incendio se recogerían por la red de drenaje de la instalación y se conduciría a la balsa de pluviales, con capacidad de reserva suficiente para poder gestionar este escenario.	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
2	Almacén de residuos peligrosos	2.1	Derrame /Fuga de residuos con restos de aceites	N.A.	Si, cubetos de contención móviles bajo los depósitos de almacenamiento.	Los dos almacenes de residuos se encuentran en el interior de los dos edificios y son cuartos cerrados, con pavimentación adecuada y correcta señalización	Suelo pavimentado. Kit antiderrames.Procedimiento para minimización de la generación y para gestión de residuos. Procedimiento para recogida de derrames accidentales.	Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación) y no sería grave.	Ninguno.
3	Separador de Hidrocarburos	3.1.	Mal funcionamiento del separador de hidrocarburos	N.A.	El separador en si mismo carece de medio de contención sin embargo, el tanque de tormentas podría ser un elemento de contención en caso necesario.	Cada uno de los separadores disponen de sensores de presencia de hidrocarburos de forma que se controla la concentración de los mismos previamente a su paso al tanque de tormentas y la posterior descarga a la red del polígono industrial. En caso de detección el hidrocarburo sería retenido en el separador permitiéndose el paso al tanque del agua tratada.	El derrame de combustible sin tratar, se descargaría a la red del polígono sin tratamiento previo. Estos efluentes podrían ser tratados posteriormente en la EDAR a la que se conducen las aguas del Polígono Industrial	Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación) y no sería grave.	Ninguno.
4	Data - Hall ( Sala de racks)	4.1.	Incendio en Data - Hall	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	Las aguas generadas en la extinción de incendio se recogerían por la red de drenaje de la instalación y se conduciría a la balsa de pluviales, con capacidad de reserva suficiente para poder gestionar este escenario.	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
4	Data - Hall ( Sala de racks)	4.2.	Explosión en Data - Hall	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	No	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
5	Cuartos eléctricos	5.1.	Incendio en los cuartos eléctricos	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	Las aguas generadas en la extinción de incendio se recogerían por la red de drenaje de la instalación y se conduciría a la balsa de pluviales, con capacidad de reserva suficiente para poder gestionar este escenario.	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
5	Cuartos eléctricos	5.2.	Explosión en los cuartos eléctricos	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	No	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
6	Sala de media tensión	6.1.	Incendio en la sala de media tensión	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	Las aguas generadas en la extinción de incendio se recogerían por la red de drenaje de la instalación y se conduciría a la balsa de pluviales, con capacidad de reserva suficiente para poder gestionar este escenario.	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
6	Sala de media tensión	6.2.	Explosión en en la sala de media tensión	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	No	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
7	Área de grupos electrógenos	7.1.	Incendio en el área de grupos electrógenos	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	Las aguas generadas en la extinción de incendio se recogerían por la red de drenaje de la instalación y se conduciría a la balsa de pluviales, con capacidad de reserva suficiente para poder gestionar este escenario.	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
7	Área de grupos electrógenos	7.2.	Explosión en el área de grupos electrógenos	SI	Se cuenta con alarmas de incendio.	No	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
8	Subestación eléctrica	8.1	Fuga de aceite en transformador	N.A.	Si, los transformadores de potencia disponen de una bancada con la doble función de soporte y recolección de fugas de aceite. Además el transformador de servicios auxiliares se alojará en un cubículo separado y dotado de un pequeño foso ante las pérdidas de aceite	Si, bancada para recogida de derrames, con posible recogida para gestión como residuo	Procedimiento de gestión de derrames accidentales y kit antiderrame	Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación) y no sería grave.	Ninguno.
8	Subestación eléctrica	8.2	Derrame de aceite en trasiego (carga de transformadores de potencia)	N.A.	No, las operaciones se llevan a cabo fuera de la bancada de protección de los transformadores de potencia	No. El aceite cae a la grava que cubre la SE		Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación) y no sería grave.	Ninguno.
8	Subestación eléctrica	8.3	Incendio en transformador de potencia	SI	Se cuenta con alarmas de incendio. Además los transformadores están separados entre ellos mediante un muro cortafuegos con objeto de impedir la propagación del fuego de uno a otro.	Las aguas generadas en la extinción de incendio se recogerían por la red de drenaje de la instalación y se conduciría a la balsa de pluviales, con capacidad de reserva suficiente para poder gestionar este escenario.	Procedimiento para actuación en caso de incendios	Si, el accidente podría extenderse al exterior de la instalación, y convertirse en incontrolado	Potenciales daños materiales, daños personales y/o daños al medio ambiente
9	Otras instalaciones	9.1	Fallo / rotura del tanque de tormentas,	N.A.	No existe medio de contención en caso de rotura si bien el tanque de tormentas dispone de una llave de paso que cerraría la compuerta de descarga ante cualquier suceso de mal funcionamiento.	Los separadores previos al tanque de tormentas disponen de sensores de presencia de concentraciones de hidrocarburos y/o grasas de forma que el agua almacenada en el tanque de tormentas no debería presentar características de peligrosidad.	Procedimiento para gestión de derrames accidentales.	Si, pero el accidente es de escasa magnitud teniendo en cuenta la naturaleza de las aguas almacenadas y que quedaría contenido en la instalación y su entorno más proximo por lo que no sería grave.	Ninguno.
9	Otras instalaciones	9.2	Fallo / rotura de la planta de tratamiento de agua,	N.A.	Las plantas de tratamiento cuentan con dispositivos de control del efluente que alertarán de un potencial fallo	La planta de tratamiento se encuentran localizadas en zonas correctamente pavimentadas y acondicionadas.	Procedimiento para gestión de derrames accidentales.	Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación y su entorno más proximo y no sería grave.	Ninguno.
9	Otras instalaciones	9.3	Rotura de las tubería de recogida de aguas (red de saneamiento enterrada).	N.A.	No existen.	No.	Procedimiento para gestión de derrames accidentales.	Si, pero el accidente es de escasa magnitud (quedaría contenido en la instalación y su entorno más proximo y no sería grave.	Ninguno.



			GRAVEDAD DE LOS DAÑOS		
			BAJO (Nivel de daños bajo)	MEDIO (Nivel de daños medio)	ALTO (Nivel de daños alto)
			1	3	5
PROBABILIDAD	MUY POCO PROBABLE (< 1 vez/500 años)	1	1	3	5
	POCO PROBABLE (1 vez/100 años - 1 vez /500 años)	2	2	6	10
	PROBABLE (1 vez/10 años - 1 vez /100 años)	3	3	9	15
	MUY PROBABLE (1 vez/10 años	4	4	12	20

Riesgo Bajo	1 a 5
Riesgo Medio	5 a 10
Riesgo Alto	10 a 15
Riesgo Muy Alto	15 a 20

			GRAVEDAD DE LOS DAÑOS		
			BAJO (Nivel de daños bajo)	MEDIO (Nivel de daños medio)	ALTO (Nivel de daños alto)
			1	3	5
PROBABILIDAD	MUY POCO PROBABLE (< 1 vez/500 años)	1	Escenario 1.5 Escenario 4.2 Escenario 5.2 Escenario 6.2 Escenario 7.2		
	POCO PROBABLE (1 vez/100 años - 1 vez /500 años)	2	Escenario 4.1 Escenario 5.1 Escenario 6.1 Escenario 7.1 Escenario 8.3		
	PROBABLE (1 vez/10 años - 1 vez /100 años)	3			
	MUY PROBABLE (1 vez/10 años	4			

Riesgo Bajo	1 a 5
Riesgo Medio	5 a 10
Riesgo Alto	10 a 15
Riesgo Muy Alto	15 a 20

# Anexo 5

Resumen no técnico (documento síntesis)

## Contenido

1.	Introducción	1
2.	Descripción del emplazamiento	1
2.1	Localización del emplazamiento	1
2.2	Usos del suelo en el emplazamiento	2
2.3	Infraestructura existente en el entorno del emplazamiento	3
2.3.1	Infraestructura de abastecimiento eléctrico	3
2.3.2	Infraestructura de abastecimiento de agua	4
2.3.3	Infraestructura de saneamiento	6
2.3.4	Infraestructura de telecomunicaciones	6
3.	Descripción del proyecto de Data Center “VDG1”	7
3.1	Edificios principales e instalaciones auxiliares del Data Center	8
3.1.1	Edificios principales	8
3.1.2	Sistema de climatización	9
3.1.3	Instalaciones auxiliares	9
3.1.4	Personal	10
3.2	Infraestructuras del Data Center	11
3.2.1	Red de fibra óptica	11
3.2.2	Red de suministro de electricidad	11
3.2.3	Infraestructura de suministro de agua	12
3.2.4	Infraestructura de la red de saneamiento	13
4.	Análisis de alternativas	15
5.	Efectos ambientales	15
5.1	Usos del suelo	15
5.2	Aprovechamiento de recursos naturales	16
5.3	Generación de residuos	16
5.4	Generación de aguas residuales	17
5.5	Contaminación producida por la emisión de gases y partículas	17
5.6	Emisiones sonoras	18
6.	Impactos ambientales	18
6.1	Impacto sobre la fauna	19
6.2	Impactos sobre el suelo y el subsuelo	19
6.3	Impactos sobre el agua	20
6.4	Impactos sobre el cambio climático	20
6.5	Impactos positivos	21
7.	Medidas preventivas, correctoras y compensatorias	21

7.1	Medidas preventivas incluidas en el propio diseño del Data Center	22
7.2	Medidas compensatorias	22
7.2.1	Programa de medidas agroambientales	22
7.2.2	Programa de seguimiento de avifauna	23
7.2.3	Campana de salvamento de nidos de aguilucho cenizo	23
7.2.4	Medidas específicas para cernícalo primilla	23
7.2.5	Medidas específicas para chova piquirroja	24
8.	Conclusiones	24

# 1. Introducción

Este Documento constituye el Resume No Técnico del Estudio de Impacto Ambiental del “Proyecto de Data Center VDG1”, el cual forma parte del Plan de Interés General de Aragón (en adelante, PIGA) promovido por Amazon Data Services Spain, S.L. (ADSS, en adelante) ubicado en el término municipal de Villanueva de Gállego (Zaragoza). Se presenta a continuación los datos del promotor asociados al proyecto objeto de estudio.

**Tabla 1. Datos de contacto**

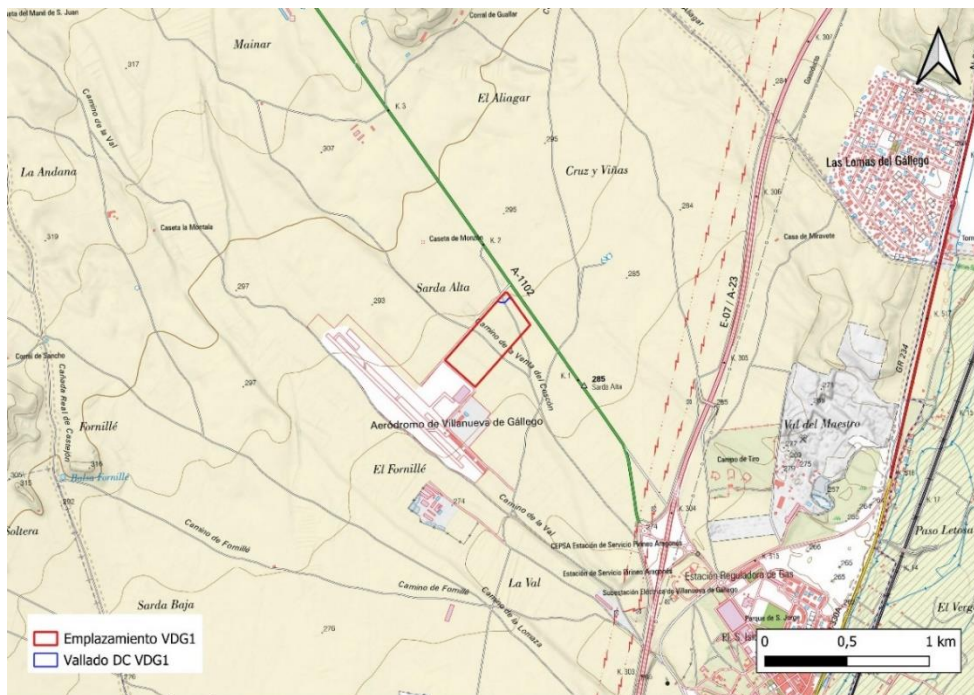
Fuente: Elaboración propia.

	Datos de contacto
Promotor	AMAZON DATA SERVICES SPAIN, S.L.
Número de identificación fiscal	B86339595
Domicilio social	Calle Ramírez de Prado 5, C.P. 28.045 (Madrid)
Registro Mercantil de Madrid	Tomo 29.509, Libro 0. Folio 20, Hoja M-531.067
Representante legal	Ernesto José Molina
DNI	24347702V
Cargo	ZAZ Clúster Manager
Persona de contacto	Eva Cortés Cabrera (TAUW Iberia, S.AU.)
Teléfono	+34 91 37 89 700/ 689005704
Email	<a href="mailto:eva.cortes@tauw.com">eva.cortes@tauw.com</a>

## 2. Descripción del emplazamiento

### 2.1 Localización del emplazamiento

El emplazamiento donde se ubica el proyecto objeto de estudio se ubica en el término municipal de Villanueva de Gállego (Zaragoza), concretamente en el Polígono de Industria de Tecnológicas de la Información.

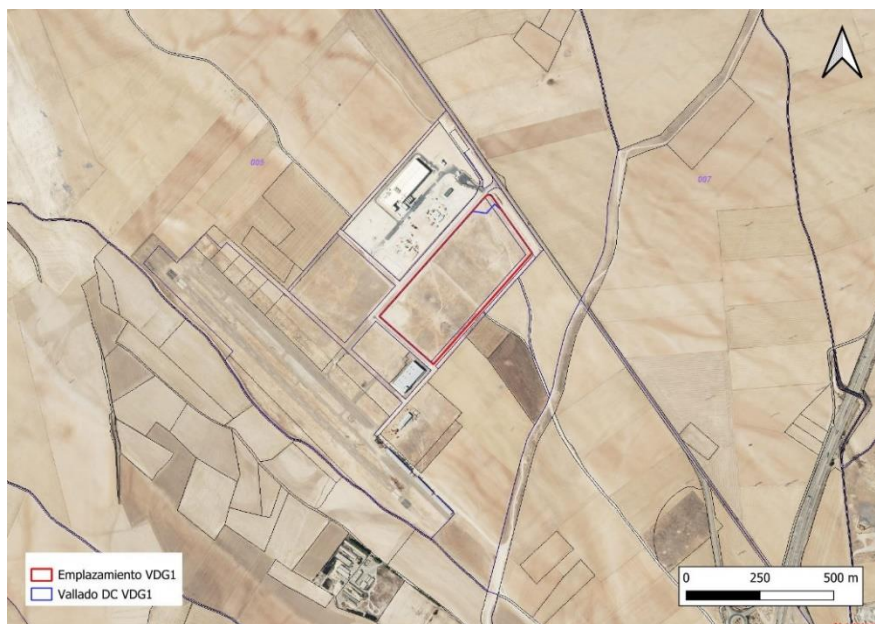


Fuente: Elaboración propia

**Figura 1. Localización del emplazamiento.**

El emplazamiento presenta un área aproximada de 13,1 ha y se localiza a una distancia de 2,2 km al noroeste del núcleo poblacional de Villanueva de Gállego. Las coordenadas aproximadas del punto central del emplazamiento en UTM ETRS89 H30 son: X: 679.304,64 metros e Y: 4.628.570,83 metros.

En cuanto a los datos catastrales, la parcela se corresponde con la finca número 8692, con referencia catastral 9088901XM7298N0000XG, la cual es propiedad de Amazon Data Services Spain, S.L.

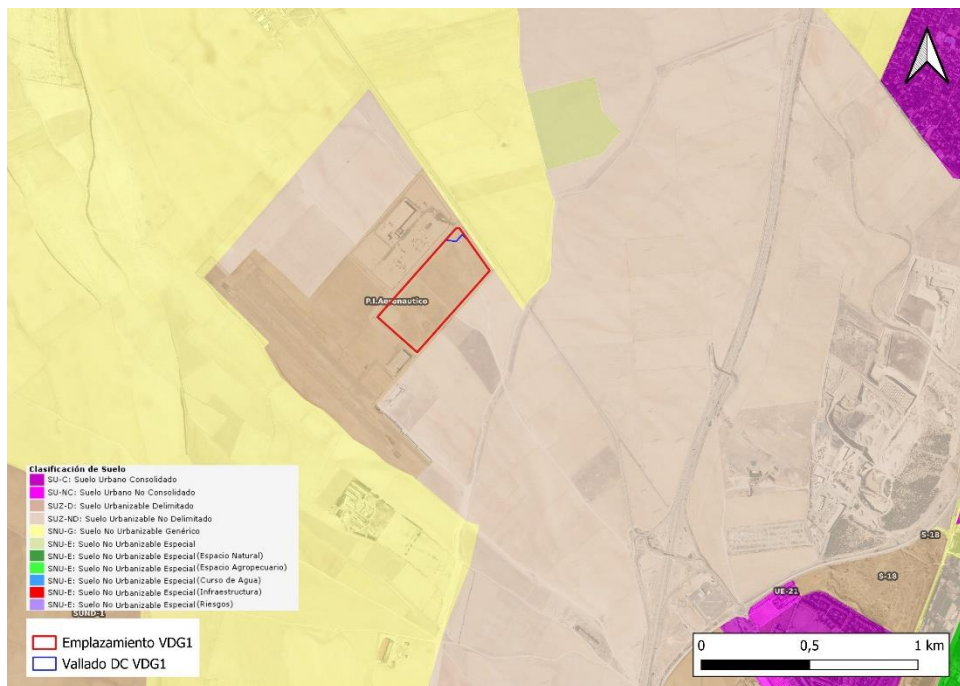


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Sede Electrónica del Catastro.

**Figura 2. Localización de la parcela catastral.**

## 2.2 Usos del suelo en el emplazamiento

El Data Center “VDG1” se ubica sobre terrenos cuyo uso es predominantemente agrícola (labranzas y cultivos de secanos). En la actualidad, los terrenos se clasifican según el Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Villanueva de Gállego como Suelo Urbano No Delimitado (SUZ-ND).



Fuente: ICEAragón

**Figura 3. Clasificación de usos del suelo según el PGOU vigente en Villanueva de Gállego**

## 2.3 Infraestructura existente en el entorno del emplazamiento

Se presentan a continuación las infraestructuras que actualmente se encuentran presentes en el entorno del emplazamiento. Además de éstas, el PIGA incluirá infraestructuras tanto interiores como exteriores, que son necesarias para garantizar el adecuado funcionamiento del centro de datos y que se describirán más adelante.

### 2.3.1 Infraestructura de abastecimiento eléctrico

Para la identificación de la infraestructura existente en el entorno del del emplazamiento se ha establecido un radio de 5 kilómetros en torno a la parcela de implantación y sobre esa base se han identificado las siguientes líneas eléctricas:

**Tabla 2. Líneas eléctricas en el entorno de ubicación del Proyecto**

Fuente: Red eléctrica de España

Línea Eléctrica	
132 kV VILLANUEVA DE GALLEGO VILLANUEVA OESTE	220 kV GURREA VILLANUEVA DE GALLEGO 2
132 kV VILLANUEVA OESTE ZUERA OESTE	220 kV VILLANUEVA DE GALLEGO ESCATRON 1
220 kV GURREA VILLANUEVA DE GALLEGO 1	220 kV VILLANUEVA DE GALLEGO ESCATRON 2
400 kV MAGALLON PEÑAFLO	







se ubica el DC existente en Villanueva de Gállego de la red municipal. El proyecto cuenta con las siguientes infraestructuras:

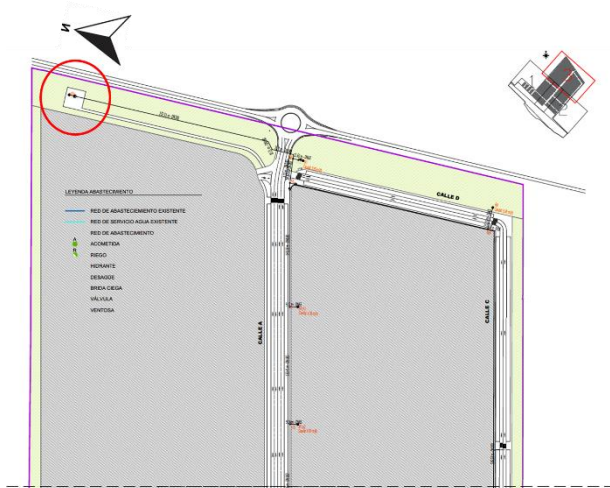
- Nuevo depósitos de agua potable junto al existente en el municipio con una capacidad de 2.400 m<sup>3</sup>.
- Mejora de la red de abastecimiento del depósito de agua existente y el nuevo propuesto.
- Nueva estación de bombeo para abastecer al Polígono de Industrias Tecnológicas de la Información y la red de abastecimiento municipal junto con un edificio de cloración.
- Nueva tubería de PEAD que conecta el nuevo depósito de agua hasta la conexión con la tubería existente que abastece al polígono y al DC existente en Villanueva de Gállego.



Fuente: SyVA, 2022.

**Figura 6. Trazado de la nueva tubería de abastecimiento desde el nuevo depósito hasta la arqueta de conexión con la tubería del PIGA.**

Finalmente, para asegurar el suministro de las futuras industrias que se ubicarán en el Polígono de Industrias de Tecnologías de la Información, se construirá otro depósito en el propio polígono, dicho deposito contará con una capacidad de 480 m<sup>3</sup> y se ubicará junto a la carretera.



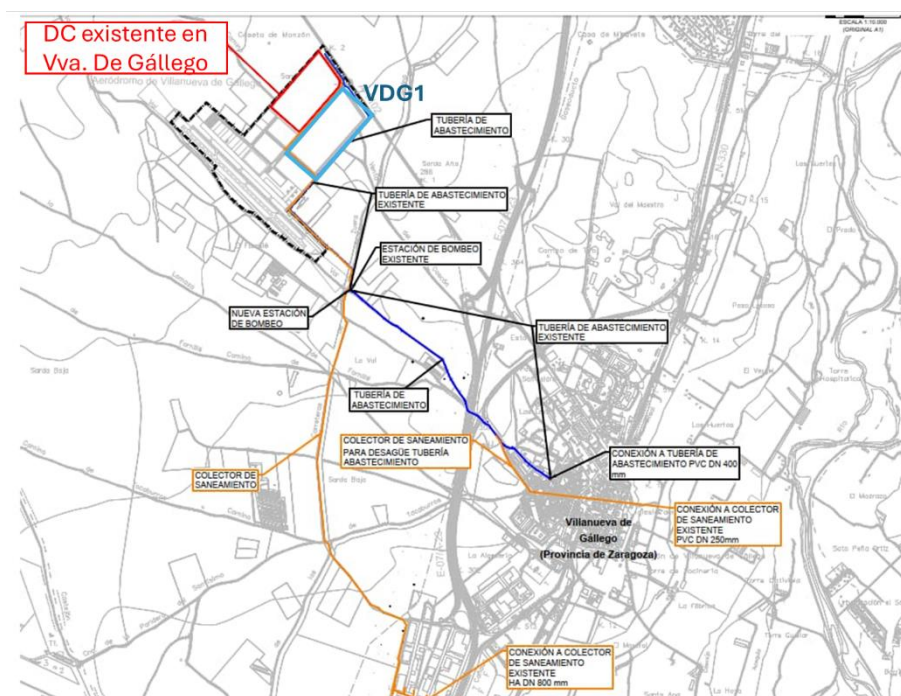
Fuente: Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de un polígono de industrias tecnológicas de la información en Villanueva de Gállego (Zaragoza). Proyecto de Urbanización. 2021.

**Figura 7. Ubicación del nuevo depósito de 480 m<sup>3</sup> en el polígono de industrias de tecnologías de la información.**

### 2.3.3 Infraestructura de saneamiento

Al igual que la red de abastecimiento, tampoco se cuenta con una conexión directa a la red de saneamiento municipal. Sin embargo, el desarrollo de la red de saneamiento del Polígono permitirá la conexión del nuevo Data Center a la red de saneamiento.

En la actualidad, el Polígono dispone de una red unitaria para los vertidos de aguas residuales y pluviales. Esta red recoge todas las aguas desde las parcelas y el viario del polígono y las conduce hasta la red municipal de saneamiento. Las aguas residuales son tratadas en la EDAR municipal y vertidas a 3 kilómetros del núcleo urbano.



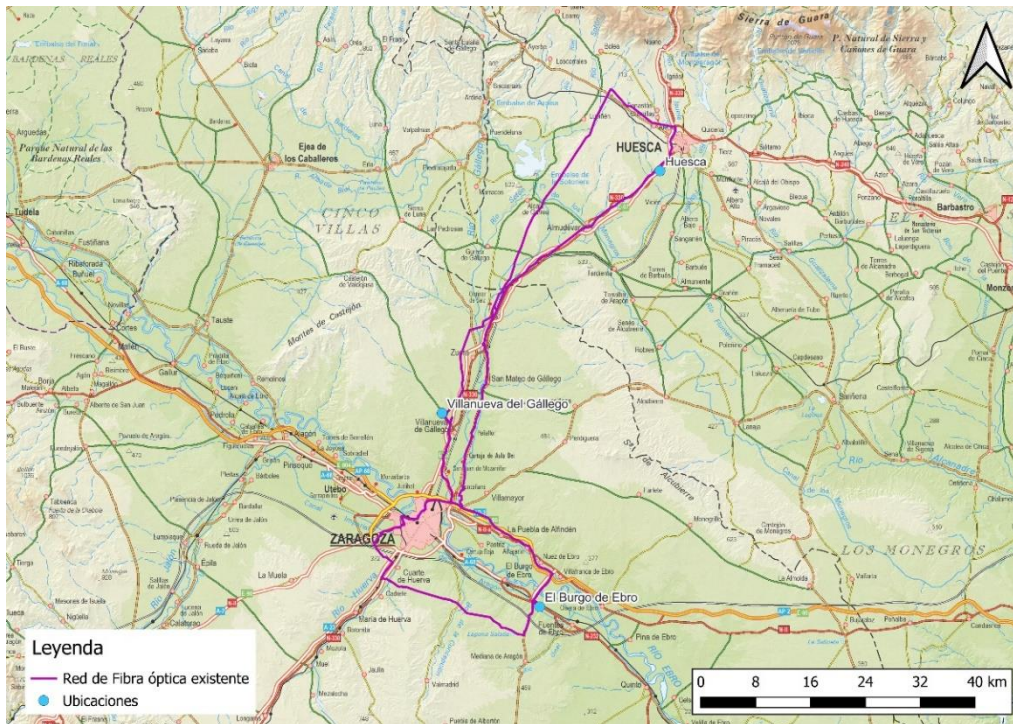
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8. Trazado actual del colector unitario del Polígono de Industrias de Tecnologías de la Información.**

### 2.3.4 Infraestructura de telecomunicaciones

En lo que se refiere a telecomunicaciones y conexión a fibra óptica, actualmente, no existe conexión directa a la red de fibra óptica en el emplazamiento. No obstante, muy próximo al emplazamiento se dispone de una red de fibra óptica consolidada utilizada en la actualidad por ADSS. Esta red tiene forma de anillo y une los tres Data Centers existentes de ADSS que operan en los municipios de Villanueva de Gállego, Huesca y El Burgo de Ebro.





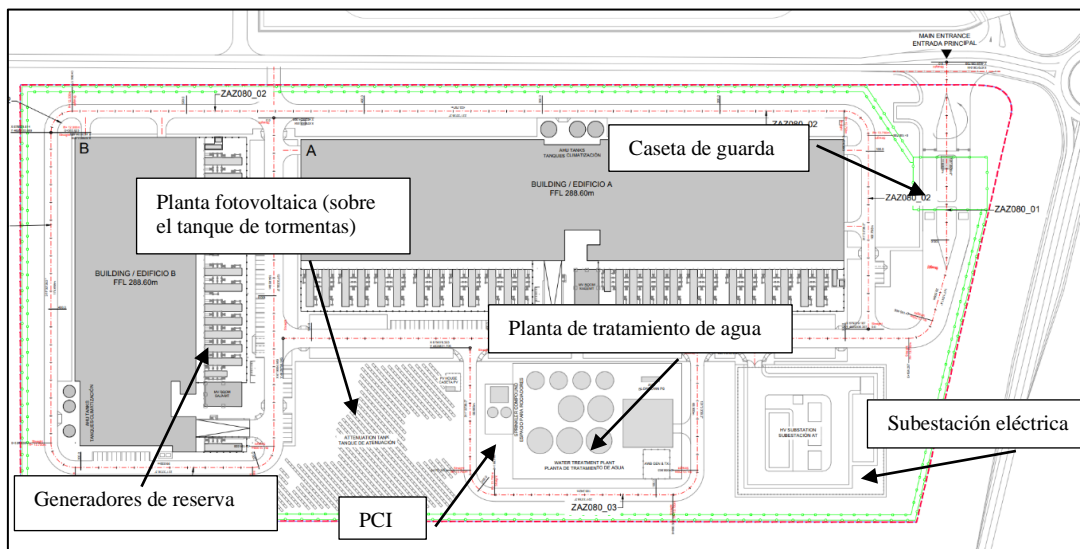
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9. Red de fibra óptica existente en las proximidades del emplazamiento.**

### 3. Descripción del proyecto de Data Center “VDG1”

El nuevo Data Center que ADSS tiene previsto desarrollar en Villanueva de Gállego (Zaragoza) tiene como objetivo principal proporcionar el soporte adicional a los DC que ya existen en España.

La nueva actividad a desarrollar en la instalación es el almacenamiento de datos, la cual podría encuadrarse en el código CNAE 6311, definido como “Procesos de datos, hosting y actividades relacionadas”, aunque desde el punto de vista urbanístico se puede encuadrar el proyecto en la categoría de “edificio industrial”.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10. Elementos principales del Proyecto.**

Tal y como se ha comentado el emplazamiento cuenta con una superficie de 13,1 Ha, de la cual 45.000 m<sup>2</sup> estarán pavimentados. Se presentan a continuación las superficies ocupadas por las diferentes instalaciones:

**Tabla 3. Superficies de los edificios principales del DC y edificios/instalaciones auxiliares.**

Fuente: Elaboración propia.

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Número de plantas
Edificio A, – edificio grande	25.500	1
Edificio B – edificio pequeño	13.900	1
Subestación	1.100	1
Planta de tratamiento de aguas	1.100	1
Área PCI y sistema de bombeo	90	1
Caseta de guarda	65	1
Carreteras y aceras	4.175,5	-

En cuanto a las fases de implementación del PIGA, el objetivo es realizar la implantación de cinco nuevos Data Centers (uno de ellos el VDG1, objeto de este EIA), por lo que su implantación tendrá lugar en 3 fases (denominadas 3, 4 y 5) a lo largo de un plazo estimado de 10 años.

La implantación del Data Center objeto de estudio, está prevista en la primera fase (fase 3) y de manera simplificada, la secuencia a seguir para su construcción es la siguiente:

- En primer lugar, se construirán las instalaciones auxiliares relativas al abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía eléctrica.
- En segundo lugar, se avanzará progresivamente, construyéndose edificio a edificio, los edificios que forman parte del Data Center hasta completar toda la construcción. Se acompañará con las necesidades de crecimiento de la compañía determinadas por la demanda del mercado.

### **3.1 Edificios principales e instalaciones auxiliares del Data Center**

#### **3.1.1 Edificios principales**

Dentro del emplazamiento, existen dos tipos de edificios principales, un edificio grande (edificio A) y un edificio pequeño (edificio B). En el interior de cada uno de ellos, se instalarán los servidores o racks cuya función principal es el almacenamiento de datos del cliente para ofrecer los servicios basados en la nube. Esta sala donde se alojan los servidores, es la sala más crítica para el desarrollo de la actividad y cuenta con estrictas medidas de seguridad en el acceso, así como las medidas de extinción necesarias para el desarrollo de la actividad.

Cada edificio principal cuenta además con:

- Galería de climatización AHUs/UTASs (air handling units/Unidades de Tratamiento de aire), donde se ubican los equipos para la climatización de los Data Halls. Las salas AHU se localizan a ambos lados de los Data Halls. En ellas se sitúan los equipos auxiliares para mantener la temperatura del Data Hall dentro de los márgenes óptimos de trabajo.
- Salas eléctricas que proporcionan soporte a todas las instalaciones
- Generadores para situaciones de emergencia. Se disponen a lo largo de la fachada de cada edificio principal y se alimentan con combustible (diésel o HVO, según disponibilidad). El almacenamiento de combustible se realizará en depósitos de 18 m<sup>3</sup> de capacidad para el edificio principal y de 5 m<sup>3</sup> de capacidad para la administración e instalaciones auxiliares. Estos depósitos se instalarán bajo los generadores *belly tanks*). Además se dispondrá un depósito principal de 40 m<sup>3</sup> de capacidad ubicado junto a cada edificio principal, utilizado para la carga de combustible de cada uno de los *belly tanks* (*top up tanks*).

Por último, en el área central de cada uno de los edificios principales se localizarán las zonas de administración que incluirán las oficinas y despachos, así como una serie de salas de formación y de

reuniones y áreas de almacenaje. En esta zona también se ubicaran una sala de control de seguridad, una sala de descanso, baños y duchas para el personal.

### 3.1.2 Sistema de climatización

La temperatura ambiente dentro del Data Hall es un factor crítico para la instalación, por lo tanto, se necesita un sistema de climatización durante los meses más calurosos del año. Por otra parte, se debe de contar con un sistema de calefacción para la comunidad del personal de administración.

Se describen a continuación los dos tipos de climatización presentes en la instalación:

#### 3.1.2.1 AHUs (Air Handling Units) o unidades de tratamiento de aire (UTAs)

Las AHUs son máquinas de tratamiento de aire que contienen ventiladores, filtros y elementos de climatización para enfriar los data hall. El aire caliente, que sale de los racks, es extraído por los ventiladores a nivel de azotea en verano y, en los meses más fríos, se devuelve a las AHUs para ser reciclado de nuevo en el Data Hall y evitar temperaturas muy bajas en el interior. El modo de funcionamiento de estas unidades se controla de forma automática y depende de la temperatura tanto del propio Data Hall como del aire exterior.

Este diseño contempla el modo de refrigeración libre o “*free cooling*” para los equipos de refrigeración. El modo *free cooling* es un método de enfriamiento que aprovecha las condiciones ambientales favorables para reducir la necesidad de utilizar sistemas de refrigeración mecánica, como los compresores de aire acondicionado. El *free cooling* utiliza el aire exterior fresco para enfriar las salas de datos. Normalmente, el sistema funcionará en modo *free cooling*, y únicamente cuando la temperatura exterior supera el umbral de los 29,4 °C es cuando el sistema de refrigeración utiliza agua para enfriar el aire. Esta situación tiende a producirse durante y en las proximidades de la época estival, siendo habitualmente en el mes de agosto cuando se produce el 40% del consumo anual de refrigeración en base a la estimación de temperaturas tenidas en cuenta.

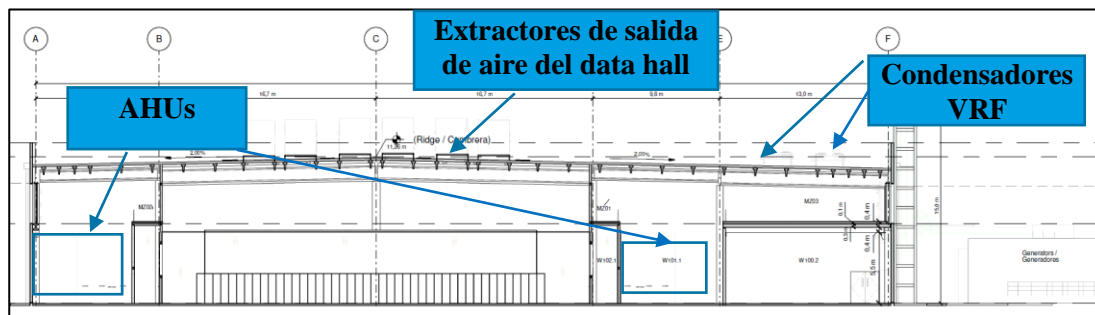
Además, la instalación contará con paneles evaporativos con sistemas de recirculación de agua de acuerdo con el BREF de sistemas de climatización. Está prevista una recirculación del agua de 5 ciclos, el máximo admisible para garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

Los edificios contarán con AHUs a ambos lados del data hall, aspirando el aire por el lateral de los edificios a través de rejillas de ventilación y distribuyendo el aire acondicionado a través de conductos a los data hall.

#### 3.1.2.2 Unidades VRF Condenser o condensadores del sistemas VRF

Los sistemas VRF son un tipo de sistema de tratamiento de aire que utilizan un refrigerante para enfriar el aire caliente generado en los cuartos eléctricos del interior de los edificios y en las zonas de administración.

Se instalarán unidades de condensadores VRF sobre el tejado de ambos edificios que darán servicio a los cuartos eléctricos y que emplearán un refrigerante distinto al agua (R410A/R32, no CFC) por lo que no contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11. Diagrama del sistema de climatización previsto.**

### 3.1.3 Instalaciones auxiliares

Además de los edificios principales, el Data Center cuenta con una serie de instalaciones auxiliares necesarias para su funcionamiento que se relacionan a continuación:



#### 3.1.3.1 Subestación eléctrica

Para proporcionar el soporte necesario para la actividad del Data Center, se instalará una subestación eléctrica conectada a la red exterior e 3 transformadores de aceite de media tensión. Esta instalación estará vallada y contará con las medidas adecuadas para la protección del suelo y las aguas subterráneas como un separador de hidrocarburos específico integrado en la red de saneamiento con un sistema de detección de hidrocarburos asociado. Además, como medida de prevención de incendios, la superficie de la subestación estará recubierta de una capa de grava tratada con herbicidas, que limiten el crecimiento de hierbas que puedan aumentar el riesgo una vez secas.

#### 3.1.3.2 Instalación de sistemas de Protección Contra Incendios (PCI)

El Data Center contará con un área pavimentada independiente que agrupará las instalaciones del sistema de bombeo necesarias para el funcionamiento de los rociadores del sistema de protección contra incendios.

#### 3.1.3.3 Tanque de tormentas

Con el fin de disponer de un elemento de regulación del vertido de las aguas pluviales, el Data Center cuenta con un tanque de tormentas de 2.400 m<sup>3</sup>, que actuará como sistema tampón ante posibles vertidos de agua en cantidades anormalmente altas y que pudieran suponer un problema para su incorporación a la red de saneamiento municipal.

#### 3.1.3.4 Planta solar

Se instalarán paneles fotovoltaicos sobre el tanque de tormentas de 410 kWp.

#### 3.1.3.5 Muelle de carga

Cada uno de los dos edificios principales contará con un muelle de carga con dos muelles para camiones, ubicado en el área central junto a la zona de administración. El muelle de carga se utilizará para las recepciones de equipos en el edificio.

#### 3.1.3.6 Planta de tratamiento de agua

Se instalará una planta de tratamiento de agua, en la que se llevará a cabo el pretratamiento del agua de abastecimiento antes de ser incorporada a los sistemas de refrigeración así como el tratamiento necesario, una vez utilizada en las AHUs, para poder reutilizarla en estos sistemas. Se reutilizarán las aguas no evaporada rechazadas tras el último ciclo de reutilización del agua de los paneles evaporativos. Este tratamiento se basa en un sistema de filtración por membrana.

Tanto el agua pretratada como el agua tratada, se almacenarán en depósitos exteriores específicos localizados junto a la planta de tratamiento para garantizar la continuidad del funcionamiento de la refrigeración. Así mismo, existirán depósitos exteriores para el almacenamiento del rechazo de la filtración por membrana del pretratamiento y del tratamiento.

#### 3.1.3.7 Depósito principal de almacenamiento de combustible (top up tank)

Cada depósito de combustible principal (*top up tank*) contará con tuberías de distribución superficial que proporcionarán el suministro de cada uno de los tanques individuales (*belly tanks*).

El abastecimiento de combustible se realizará en estos tanques principales de almacenamiento que posteriormente abastecerán a todos los grupos electrógenos del Data Center, reduciendo así los puntos de suministro de toda la instalación a estos lugares concretos y controlados.

#### 3.1.3.8 Caseta de seguridad

El Data Center contará con una caseta de seguridad junto al acceso principal desde la que se ejercerá el control de acceso a las instalaciones y se coordinarán los elementos de seguridad del emplazamiento.

#### 3.1.4 Personal

En cuanto al personal, está previsto que su número vaya aumentando con el avance de las fases de implementación hasta alcanzar un total de 60 trabajadores (30 por edificio) que se distribuirán en tres turnos de trabajo.

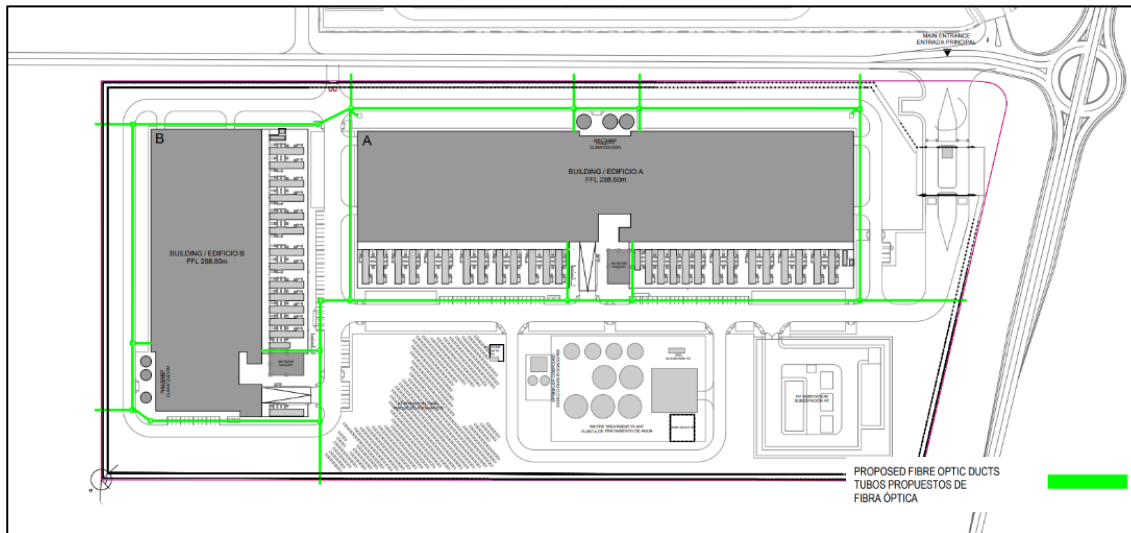
Diariamente, el emplazamiento acogerá treinta empleados a tiempo completo en cada uno de los edificios, además de personal externo adicional, personal de mantenimiento y visitantes, según sea necesario. El número de personal externo, personal de mantenimiento y visitantes será normalmente de 10 personas al día.

### 3.2 Infraestructuras del Data Center

A continuación se describen las principales infraestructuras con las que contará el Data Center y que son necesarias para su correcto funcionamiento.

#### 3.2.1 Red de fibra óptica

Para el correcto funcionamiento del Data Center, será necesaria conectarlo a la red de fibra óptica existente. Esta conexión se realizará conectando el DC VDG1 con el Data Center existente en Villanueva de Gállego. En la siguiente figura se muestra la red de fibra óptica interior del DC.



Fuente: elaboración propia

**Figura 12. Red de fibra óptica (en verde)**

#### 3.2.2 Red de suministro de electricidad

El suministro de electricidad se realizará a partir de tres fuentes principales:

- Sistemas de distribución principal de energía eléctrica (alta, media y baja tensión)
- Sistema de generación eléctrica de reserva (SAI, en adelante)
- Planta solar fotovoltaica en el interior del emplazamiento

##### 3.2.2.1 Sistema de distribución principal de energía eléctrica

Como ya se ha indicado, el Data Center contará con una subestación eléctrica propia conectada con el sistema de distribución de energía exterior. A partir de esta infraestructura se obtendrá la energía necesaria para dar soporte a la potencia instalada del Data Center, que será aproximadamente de 115,75 MWe, distribuidos de forma que 73,55 MWe alimentarán al edificio grande, 39,95 MWe de alimentación para el edificio pequeño y los 0,75 MWe restantes para la alimentación de las instalaciones auxiliares.

##### 3.2.2.2 Sistema de generación de energía de reserva

Con el fin de garantizar un suministro de energía eléctrica continuo para el ejercicio de la actividad de almacenamiento de datos, en el diseño del DC incluye un sistema SAI, el cual entraría en funcionamiento en el momento de que se produjese una interrupción en el suministro con el fin de impedir la parada de la actividad.

El sistema proyectado cuenta con los siguientes elementos:

- Grupos electrógenos (generadores) con motor de combustión diésel/HVO.

- Conjunto de baterías de litio almacenadoras de energía.

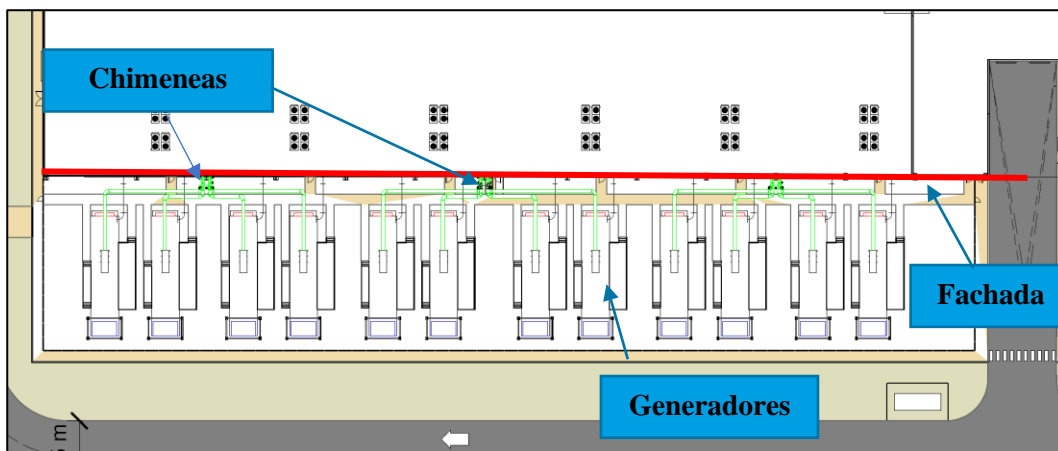
En el caso de que se produjera un fallo en el suministro de la red eléctrica, este sistema entraría en funcionamiento y la instalación continuaría operando sin paradas, ya que se proporcionaría inicialmente energía por parte de las baterías para posteriormente generarla a partir de los grupos electrógenos. La potencia térmica total aproximada de los grupos electrógenos será de aproximadamente 327 MWth.

### Baterías SAI

Las salas eléctricas contarán con baterías de ion litio incorporadas. Por su parte, las baterías de litio son sólidas y no contienen ninguna sustancia líquida o gaseosa que pudiera fugar.

### Grupos electrógenos

Se han proyectado un total de 45 generadores o grupos electrógenos de emergencia repartidos de la siguiente forma en el Data Center: 27 generadores en el edificio grande y 15 generadores en el pequeño. En cuanto a las instalaciones auxiliares, se instalarán dos en la planta de tratamiento de aguas y uno en la subestación.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13. Localización exterior de los grupos electrógenos y de las chimeneas de emisión de gases.**

#### 3.2.2.3 Planta fotovoltaica en el emplazamiento para producción de energía renovable

Se instalará una planta fotovoltaica de generación energía renovable de origen solar sobre el tanque de tormentas, la cual conectará con el sistema de media tensión de los edificios del DC.

#### 3.2.3 Infraestructura de suministro de agua

La infraestructura de suministro de agua del DC constará de los siguientes elementos, los cuales se han definido en función del uso que se le dará al agua:

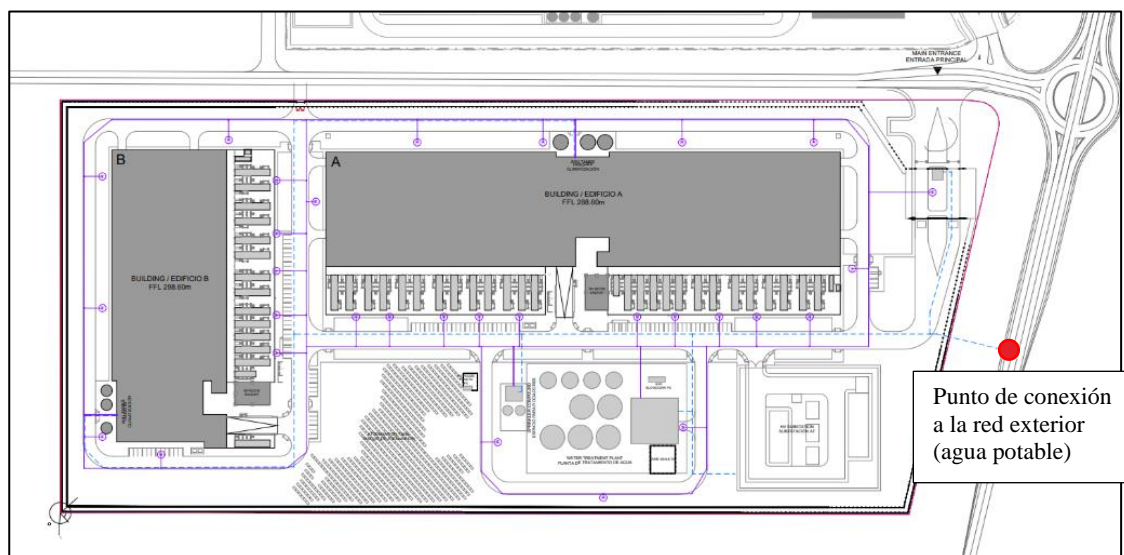
##### 3.2.3.1 Red de abastecimiento de agua sanitaria y PCI

El agua de abastecimiento sanitaria y para PCI será agua potable procedente de la red municipal. Para ello, se construirá una conducción y acometida que enlace el punto de conexión de agua potable del Polígono industrial con la red de suministro de agua potable del exterior. Esta red es existente actualmente y será mejorada gracias al proyecto promovido por SyVA (Suelo y Vivienda de Aragón).

Desde este punto, se conducirá a través de tuberías el agua potable hasta todos los edificios que precisen de agua potable para uso doméstico y agua para PCI.

Este sistema PCI se encuentra dotado con dos tanques de 250 m<sup>3</sup> de capacidad.

A continuación, se presenta la red de abastecimiento de agua potable (en azul) y de PCI (en rojo) que se instalará en el DC:



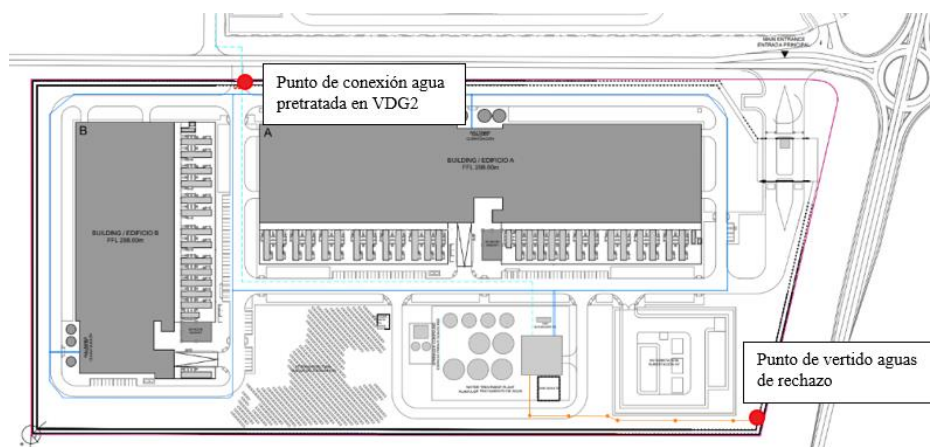
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14. Red de abastecimiento de agua potable y PCI.**

### 3.2.3.2 Red de suministro de agua industrial (refrigeración)

El agua destinada a la refrigeración del Data Center procede de diferentes fuentes, las cuales se especifican a continuación:

- **Agua tratada de origen municipal procedente de pozos y de la acequia Candevania:** para la utilización de esta agua será necesaria la ejecución de una nueva infraestructura además del uso de la ya existente. Para ello, se construirán tres nuevos pozos fuera del emplazamiento, en la zona urbana, que completarán al existente, y el agua extraída por estos se integrará en la actual infraestructura en la que es homogeneizada con el agua procedente de la acequia.
- **Agua potable** procedente de la red municipal de Villanueva de Gállego. Si bien esta fuente de abastecimiento ya se encuentra en funcionamiento en la actualidad, como parte del PIGA, se llevarán a cabo labores de mejora para reforzar esta infraestructura y garantizar su funcionamiento en condiciones óptimas, como la instalación de un nuevo depósitos, una nueva estación de bombeo y nuevos tramos de tuberías.
- **Agua de lluvia**, acumulada en los reservorios de agua que se construirán en el Data Center VDG2.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15. Red de suministro de agua industrial (refrigeración).**

### 3.2.4 Infraestructura de la red de saneamiento

La infraestructura de saneamiento del DC constará de los siguientes elementos, los cuales se han definido en función del tipo de efluente generado:

#### 3.2.4.1 Red de saneamiento de aguas sanitarias

Las aguas sanitarias comprenden el efluente generado en las zonas oficinas y en los baños de los edificios del Data Center.

Es por ello, que se deberá realizar la conexión a la red de aguas residuales del Polígono Industrial, que actualmente se encuentra en construcción. Esta red de aguas residuales conecta aguas abajo con el colector combinado existente del PIGA I. Dicho colector conecta con la red municipal en las cercanías del PI. San Miguel y finaliza en la EDAR municipal para su tratamiento y vertido final.

#### 3.2.4.2 Red de saneamiento de aguas del rechazo del sistema de tratamiento de agua por filtración de membranas

Las aguas del rechazo del sistema de tratamiento de agua por filtración de membranas integran los efluentes generados en los sistemas de tratamiento de agua necesarios para el funcionamiento de los sistemas de climatización existentes en los edificios, y que principalmente proceden de:

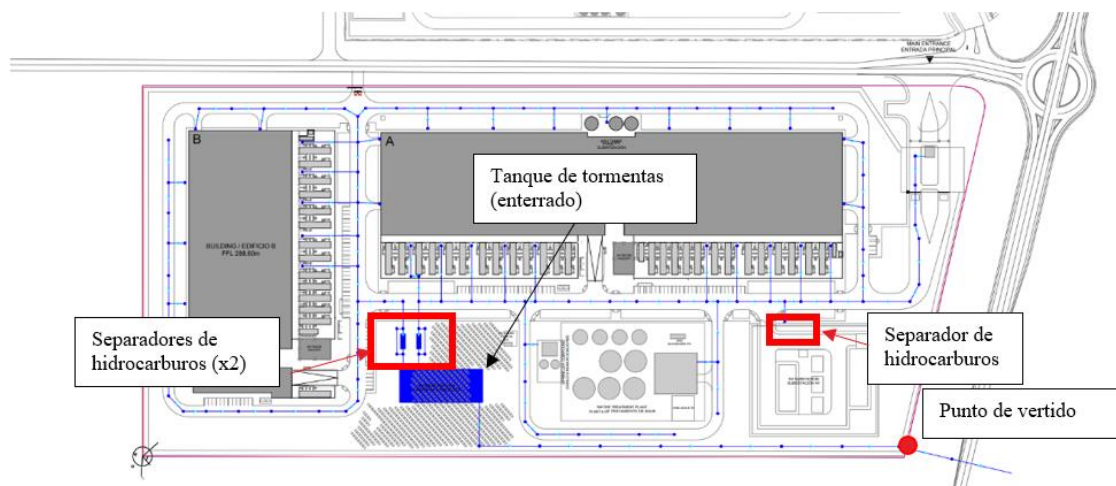
- Aguas residuales del pretratamiento del agua de entrada de los reservorios para su utilización en refrigeración (rechazo del pretratamiento).
- Aguas de rechazo de las planta de tratamiento de agua tras su utilización en el sistema de refrigeración

Las aguas de rechazo generadas por ambas instalaciones se conducirán a la planta de tratamiento de agua para posteriormente, se reutilizadas en la instalación. Tras el proceso de tratamiento, se genera un efluente (salmuera) que debe de ser desechado, por lo que se almacenará en unos depósitos específicos. Posteriormente, este efluente se verterá a la nueva red exterior de aguas pluviales que finalizará en el Río Gállego.

#### 3.2.4.3 Red de saneamiento de aguas pluviales

Las aguas pluviales generadas en la instalación provienen de diferentes áreas, como las cubiertas de los edificios, las zonas de carga y descarga de los *top-up tanks* (tanques principales de suministro de diésel) y la zona de generadores. Para gestionar estas aguas, se ha diseñado una red de drenajes, tuberías enterradas, separadores de hidrocarburos y tanque de tormentas.

En cuanto a la gestión, las aguas son recogidas por los drenajes y conducidas por gravedad al tanques de tormentas enterrado, previo paso por los dos separadores de hidrocarburos, de 70 m<sup>3</sup> cada uno. De esa forma, cualquier potencial fuga o vertido accidental quedaría retenido en estos sistemas sin llegar a alcanzar el punto de vertido final en el río Gállego.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 16. Red de saneamiento de aguas pluviales de VDG1.**



## 4. Análisis de alternativas

La normativa de Evaluación de Impacto Ambiental exige un análisis de las diferentes alternativas para la implantación del proyecto a desarrollar y promovido por el promotor, así como la justificación de la opción seleccionada. Las alternativas analizadas para este proyecto de Data Center se presentan a continuación:

- Alternativa a la implantación del Data Center, en la que se incluye la Alternativa Cero o de No acción.
- Alternativa de localización del Data Center.
- Alternativas técnicas al Data Center
- Alternativas de diseño del Data Center

Se ha valorado la alternativa cero o de no actuación y tras su comparación con la de ejecución del proyecto, se ha seleccionado esta última dado que se considera que la ejecución del proyecto de DC resulta positiva desde el punto de vista socioeconómico a escala nacional, regional y local.

Desde el punto de vista medioambiental, también se considera más adecuada la Alternativa 1 de implantación del proyecto ya que los DCs de esta escala son significativamente más sostenibles y eficientes en términos de consumo de energía, huella de carbono y utilización de IT en comparación con los servidores de datos locales/internos.

Por otra parte, se analizado diferentes localizaciones para el Data Center, de las que ha sido elegida nuevamente la alternativa 1 de implantación debido a que presenta menos impactos que la alternativa 2 de emplazamiento, ya que la ubicación de la alternativa 1 presenta mayor grado de urbanización.

En cuanto a las alternativas técnicas y de diseño, se ha seleccionado aquellas que presenta un diseño óptimo desde el punto de vista técnico y ambiental.

Finalmente se ha seleccionado la alternativa que consiste en un DC formado por varios edificios principales. Todos los edificios principales disponen de las mismas salas y funciones; únicamente se diferencian en el número de cuartos eléctricos y el espacio asociado al Data Hall.

Todos los edificios disponen de instalaciones exteriores de generación de energía eléctrica para emergencias (grupos electrógenos) a lo largo de una de sus fachadas.

La información detallada de la alternativa seleccionada se ha descrito en este capítulo y en el Capítulo 5 "Descripción del proyecto" del Estudio de Impacto Ambiental del Data Center.

## 5. Efectos ambientales

Se incluye en este apartado un resumen del análisis de los posibles efectos ambientales asociados a las diferentes fases del proyecto de Data Center. El análisis establece los aspectos que se consideran relevantes y precisaran de un análisis posterior.

### 5.1 Usos del suelo

La superficie de **implantación del Data Center** permanecerá ocupada durante la totalidad de la vida útil de la instalación. Los principales efectos se encuentran asociados al balance de tierras en las siguientes acciones del proyecto: movimientos de tierras; construcción de accesos y carreteras; cimentación; tuberías y soleras.

Por ello, se realizó un análisis *Cut&Fill* (vaciado y relleno) para el emplazamiento de forma coordinada con los otros emplazamientos promovidos por el solicitante, con el fin de valorar las cantidades de suelo a eliminar, reutilizar o incorporar y definir la situación óptima desde el punto de vista técnico, ambiental y económico.



Los resultados del análisis arrojaron que es necesario extraer 50.300 m<sup>3</sup> del emplazamiento. Parte de este volumen (aproximadamente 20%) deberá ser gestionado externamente debido a que su calidad no permite la reutilización en las zonas a rellenar dentro del emplazamiento. Es decir, de estas tierras habrá 10.060 m<sup>3</sup> que serán gestionados siguiendo la jerarquía de residuos, reutilizándose en canteras.

Durante la **fase operación**, el emplazamiento se encuentra ubicado en una zonas afectada urbanísticamente por el Proyecto de urbanización del Polígono de Industrias de Tecnologías de la Información, que se encuentra actualmente en desarrollo. Si bien en la actualidad no existe un desarrollo industrial del mismo, está previsto que en ella se desarrolle un importante tejido industrial y comercial. Por tanto, no se considera que la ocupación del suelo por parte del DC tenga un efecto ambiental significativo.

## 5.2 Aprovechamiento de recursos naturales

Durante la fase **construcción del Data Center**, se requiere el uso de ciertos recursos naturales, principalmente de combustible para maquinaria, agua, electricidad y materiales de construcción. Esta utilización de recursos naturales se encuentra ligada de forma significativa al uso de combustible por la maquinaria de obra. Se prevé un consumo de combustible de 223 m<sup>3</sup> durante esta fase.

Respecto al consumo de agua durante esta fase, en esta fase se encuentra asociado a tareas de limpieza y otros procesos auxiliares a la construcción. No obstante, este consumo no se considera significativo. El agua necesaria será obtenida de camiones cisternas hasta que se disponga de la acometida de la red de abastecimiento. Se prevé un consumo de agua de 2.970 m<sup>3</sup>.

Finalmente, en cuanto a la energía, también se considera que estos consumos no son significativos, ya que se encuentran ligados a los equipos información de casetas de obra, grupos de soldaduras y otros pequeños consumos. El suministro eléctricos necesario para esta fase se realizará desde grupos electrógenos móviles dentro de la obra. El consumo de combustible de los grupos electrógenos, se ha considerado ya en el consumo de combustible para esta fase.

Por lo tanto, en base a lo expuesto, se considera que el consumo de recursos durante esta fase no es significativo.

En cuanto al consumo de recursos durante la **fase de operación del Data Center**, se necesita un consumo de energía, combustible y agua para la actividad a desarrollar.

Para los consumos de electricidad el Data Center necesitará una infraestructura externa para tener acceso a la electricidad. Por tanto, será necesario conectarse a la subestación existente denomina SET de Villanueva de Gállego, en el polígono de San Miguel. Además, se construirá una estación de medida que estará situada a menos de 500 m de la subestación. Se espera una potencia instalada suministrada al Centro de Datos de 115,75 MWe al cabo de varios años, cuando finalice el desarrollo de todos los edificios. El consumo medio anual estimado de energía eléctrica es de 756,9 GWh.

En cuanto al consumo de combustible, durante esta fase la fuente de consumo será principalmente diésel/HVO para los diferentes equipos que requieren de combustible para su funcionamiento como son los sistemas de bombeo de la red PCI, o los motores de los generadores del SAI. Se prevé un consumo anual de 96 m<sup>3</sup> de combustible.

El consumo de agua durante la fase de operación del Data Center se encuentra relacionado con el abastecimiento de las aguas sanitarias y de limpieza, de la red PCI y de los equipos de refrigeración. Se prevé un consumo de agua nominal de 37.390 m<sup>3</sup> y de 56.980 m<sup>3</sup> teniendo en cuenta las previsiones climáticas para los próximos años en el peor escenario posible.

Esta demanda de agua se verá mitigada por la instalación de los reservorios de agua previsto en VDG2, que permiten recoger el agua de lluvia dentro de la huella del emplazamiento. El uso principal que se le dará a las aguas pluviales será el de fuente de refrigeración del campus.

## 5.3 Generación de residuos

Durante la **fase de construcción del proyecto**, los únicos residuos significativos derivarán de las tareas de construcción, y por ende, estos residuos serán los tipos que se generan en cualquier actividad de este tipo

(restos de excavación, cimentación, restos de montajes, etc.). Se ha estimado la producción de 3,72 toneladas de residuos peligrosos y de 19.017 toneladas de residuos no peligrosos.

Los cálculos de las estimaciones de residuos han sido recopiadas de datos reales de la construcción actual de los Data Centers propiedad de ADSS.

Por otra parte, durante la **fase de operación del Data Center**, se generarán los siguientes residuos:

- **Residuos similares a residuos domésticos.** La producción de estos residuos dependerá de la cantidad de personal y su segregación se hará en origen. Su gestión se realizará por la empresa municipal.
- **Residuos de oficina de tipo confidencial.** Asimilables a residuos domésticos y serán gestionado por una empresa especializada en la materia.
- **Pequeñas cantidad de aceite y grasas derivados de los trabajos de operación,** los cuales serán gestionados por el fabricante o proveedor del servicio.
- **Refrigerantes fuera de uso (R410A/R32).** Tendrá una vida útil de 5 años y sus sustitución los realizará un tercero
- **Baterías VLRA y de litio.** Cuya vida útil oscila entre 7 – 10 años y dependen del tipo de batería.
- **Residuos eléctricos.** Los equipos electrónicos que deban ser eliminados del DC serán manipulas y gestionados como residuos peligroso.

Finalmente, **durante la fase de desmantelamiento**, los únicos residuos derivarán de las tareas de demolición y por tanto, serán los típicos que se producen en cualquier actividad de este tipo.

## 5.4 Generación de aguas residuales

Durante la **fase de construcción del Data Center** se produce una generación de aguas residuales ligadas a las aguas sanitarias de los aseos. Se ha estimado una producción de 2.970 m<sup>3</sup> de aguas residuales, las cuales serán recogidas en un depósito estanco y vertidas posteriormente a la red municipal de aguas residuales existente en el emplazamiento.

Por otra parte, **durante la operación del Data Center**, se prevé una generación de las siguientes aguas residuales: agua sanitarias generadas por el personal de la instalación; aguas pluviales las cuales serán recogidas en el tanque de tormentas y cuyo efluente se integra todas las aguas del exterior de la instalación y, aguas residuales del sistema de refrigeración procedente del rechazo de la planta de tratamiento de agua.

Las aguas sanitarias verterán a la red exterior de aguas sanitarias del Polígono de las Industrias Tecnológicas mientras que las aguas del rechazo del sistema de tratamiento de agua por filtración de membrana, se conectarán fuera del emplazamiento con el sobrellenado de aguas pluviales en los reservorios de agua, vertiendo finalmente al río Gállego.

## 5.5 Contaminación producida por la emisión de gases y partículas

Se produce una generación significativa de estas emisiones durante la **fase de construcción**, las cual vendrá ligada a las operaciones la maquinaria empleada en las tareas de construcción. Las fuentes de generación de emisiones son: la maquinaria de obra; emisiones almacenamiento, manejo y transporte de minerales; y emisiones por transito sobre carretera sin pavimentar.

Las emisiones de maquinaria de obra, son las procedentes del consumo de combustible en la maquinaria móvil industrial, que es aquella que opera en los espacios abiertos. Además de la maquinaria móvil industrial se debe de tener en cuenta el uso de generadores auxiliares que tienen un consumo de diésel y constituyen una fuente emisora de GEIs. No obstante, esta cantidad generada se considera no significativa.

En cuanto a las emisiones por manipulación de productos minerales, se relaciones con aquellas actividades que manipulan materiales pulverulentos. Se debe de prestar atención a su almacenamiento, manejo y transporte. Se ha estimado una producción de estas emisiones de 74,5 kg/año.

Por otra parte, las emisiones por tránsito sobre carreteras sin pavimentar se producen cuanto un vehículo circular por una carretera sin pavimentar. Se ha estimado una cantidad de emisiones de polvo de 134 kg/año para material particulado menor de 10 micrómetros.

Finalmente, se ha realizado la estimación del cálculo de la huella de carbono durante la fase de construcción, teniendo en cuenta la producción de CO<sub>2</sub> y la contribución de otros GEIs como son los óxidos de nitrógeno.

Para el cálculo se han tenido en cuenta las emisiones directas, tratándose de las emisiones que provoca una empresa por el funcionamiento de las cosas que posee o controla, como son las operaciones de maquinaria, el uso del vehículo de transporte, o el consumo de energía para la calefacción de los edificios. Se ha estimado que las emisiones totales son 561.948 Kg de CO<sub>2</sub> eq.

En cuanto a la **fase de operación de la instalación**, las emisiones a la atmósfera se encuentran relacionada con los consumo de combustible a utilizar. Dado que no se dispone de datos reales de emisiones en relación con el funcionamiento de los focos de emisión proyectados, se han modelizado dichas emisiones teniendo en cuenta las características del diseño previsto y las estimaciones realizadas muestran que teniendo en cuenta los niveles de contaminantes establecidos, no se exceden los límites establecidos para la calidad del aire.

En cuanto a la estimación del cálculo de la huella de carbono se han tenido en cuenta tanto las emisiones directas, como las emisiones indirectas. Siendo estas últimas las emisiones creadas por la producción de la energía que una organización compra para los edificios y/o vehículos de su propiedad. La instalación de paneles solares o la obtención de energía libre de carbono en lugar de utilizar electricidad generada con combustibles fósiles, reduciría este tipo de emisiones. Teniendo en cuenta el consumo de energía de 756,9 GWh anuales, y el compromiso del promotor según el cual toda la energía consumida hasta el año 2030 será libre de carbono, se ha estimado las emisiones totales en 486,8 Tn de CO<sub>2</sub> eq, relacionadas principalmente con el consumo de combustibles fósiles para la puesta en marcha de los grupos electrógenos.

## 5.6 Emisiones sonoras

Durante la **fase de construcción**, las emisiones sonoras se encuentran estrechamente relacionada con la maquinaria pesada y dependerá del nivel de actividad y las operaciones realizadas. No obstante, se debe de tener en cuenta que son operaciones limitadas en el tiempo, además el emplazamiento se ubica relativamente alejadas de receptores sensibles.

Para la estimación de las emisiones sonoras se ha tenido en cuenta la maquinaria de obra empleada en el proceso de construcción del Data Center. El cálculo realizado ha sido muy conservador teniendo en cuenta que habrá en funcionamiento 20 máquinas con la máxima potencia sonora (85 dB). Por lo tanto, teniendo en cuenta la premisa descrita, se ha obtenido una presión sonora de 98 dB medidos a 15,24 metros de distancia.

En cuanto a la **fase de operación**, se ha llevado a cabo la modelización de la presión sonora en el Data Center, teniendo en consideración 2 escenarios: el primer escenario en condiciones de funcionamiento normal, en el que se encuentra en funcionamiento toda la maquinaria menos los generadores. El segundo escenario considerado es en operaciones de mantenimiento, en el que 2 de los generadores funcionan de manera continua las 24 horas y el resto de la maquinaria funciona en las mismas condiciones que en el escenario 1.

Los resultados del cálculo muestran que se produce un efecto significativo de la presión sonora, si bien teniendo en cuenta las medidas de mitigación planteadas en el diseño del DC, no se superarían los límites establecidos por la normativa vigente.

## 6. Impactos ambientales

En este apartado, se incluye un resumen de la identificación y valoración de los impactos ambientales asociados a las diferentes fases del proyecto del Data Center.

De los muchos métodos que existen para identificar y valorar los impactos ambientales, el seguido en el presente EsIA consiste en la elaboración de tablas o matrices causa – efecto, siguiendo un procedimiento que

contemplan sistemáticamente todas las posibles interacciones entre el proyecto y su entorno, para después distinguir entre las afecciones relevantes de aquellas poco significativa.

En este resumen no técnico se presentan aquellos impactos que son relevantes:

## 6.1 Impacto sobre la fauna

Se ha identificado dos impactos sobre la fauna durante la **fase de construcción** de los impactos el que produce mayor afección es el derivado de la ocupación del suelo y el balance de tierras. Como consecuencia de este impacto se produce una modificación de los hábitats y/o dispersiones y asilamiento de las poblaciones debido a las acciones del despeje y el desbroce de la cubierta vegetal, provocando la dispersión de las especies faunística del entorno.

Por otra parte, el proyecto se ubicará sobre el biotopo “agrosistemas mixtos”, un biotopo que presenta una calidad media – baja y es dependiente de las actividades antrópicas. No obstante, se trata de un biotopo que para ciertas especies es esencial para el desarrollo de diferentes etapas de su ciclo vital.

Es el caso de las ganas, cuya presencia ha sido confirmada en el entorno de implantación del proyecto. respecto a las aves rapaces, como son el alimoche, el cernícalo, el aguilucho cenizo o el milano real, cuya presencia ha sido también confirmada en el entorno, se producirá una reducción de la zona de campeo y alimentación, aunque esta zona no es un esencial para el desarrollo de su ciclo vital. Finalmente las aves paseriforme como son la chova piquirroja, debido a sus requerimientos de hábitats, se considera que el impacto no es significativo para esta especie.

Por lo tanto, la eliminación de la cubierta vegetal provocará una reducción del hábitat para ciertas especies, provocando la transportación del biotopo faunístico y disminuyen su interés. **La implantación del proyecto supone una pérdida de superficie de este biotopo de 13 Ha, lo que implica una reducción del 0,16%, tratándose de una reducción no significativa.** Además, el biotopo se encuentra muy bien representado el ámbito de estudio, por lo que disponen una gran superficie alrededor del proyecto donde nidificar y realizar el campo para la alimentación, siendo factible adoptar medidas para evitar la afección durante la nidificación y cría. Es por ello, que este impacto se valora como **MODERADO**.

Teniendo en cuenta la magnitud del impacto, se propondrán medidas preventivas y correctoras durante las obras y compensatorias durante la operación, que harán que el impacto residual final se valore como **COMPATIBLE**.

Durante **la fase de operación**, se han identificado cuatro impactos sobre la fauna, siendo el impacto producido por la ocupación de suelo y balance de tierras el más significativo. La presencia de la instalación producirá una reducción o degradación de los hábitats faunísticos, siendo las aves las especies más sensible a la alteración de estos hábitats, ya que ciertas aves verán reducida su zona de nidificación o su área para el campeo.

Por lo tanto, se produce un impacto por **reducción o degradación de los hábitats faunísticos, principalmente de las aves esteparias.** Se trata de un impacto directo, de extensión alta, no sinérgico, permanente y fácilmente reversible a medio plazo. Se considera un impacto de magnitud alta, debido a que aunque el biotopo afectado por el proyecto (agrosistemas mixtos) es de una calidad media – baja y se encuentra muy bien representado en el ámbito de estudio. Es por ello, que este impacto se valora como **MODERADO**.

Teniendo en cuenta la magnitud del impacto, se propondrán medidas preventivas y correctoras durante las obras y compensatorias durante la operación, que harán que el impacto residual final se valore como **COMPATIBLE**.

## 6.2 Impactos sobre el suelo y el subsuelo

Durante la **fase de construcción**, se han identificado impactos sobre este factor derivados de la ocupación del suelo y balance de tierra y sí como de la generación de residuos, aguas residuales y el riesgo de accidente.

El impacto derivado de la **ocupación de suelo y balance de las tierras se encuentra relacionado con la retirada de tierra vegetal del suelo y la impermeabilización del suelo donde se pretende ubicar el Data**

**Center.** Se prevé un vaciado de tierras de 50.300 m<sup>3</sup>, de esas tierras tal y como se ha mencionado anteriormente, el 20% deberá ser gestionado externamente, ya que no permite la reutilización dentro del emplazamiento. Por lo tanto, se gestionara un volumen de 10.060 m<sup>3</sup> de tierras. Estos volúmenes serán gestionados siguiendo la jerarquía de residuos, reutilizándose en canteras.

Por lo tanto debido a los movimientos de tierras a realizar y que la mayoría de la tierra extraída no pueden ser reutilizada en el relleno. Se ha valorado el impacto como **MODERADO**. Tras la ampliación de las medidas preventivas, **el impacto residual sobre la ocupación de suelo y balance de tierras se valora como COMPATIBLE**.

Respecto al **impacto producido por la generación de residuos, aguas residuales y el riesgo de accidente** durante esta fase, se encuentran relacionados principalmente por la **generación de residuos de obras y los grandes excedentes de tierras a gestionar**. Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, los residuos generados durante esta fase son los típicos de cualquier actividad constructiva. En el caso de los residuos peligrosos, si no se gestionan adecuadamente, podrían llegar al suelo y afectar su calidad. Debido a la posible contaminación potencial del suelo, **se ha valorado el impacto como MODERADO, que, tras la aplicación de medidas preventivas, el impacto residual se ha valorado como COMPATIBLE**.

Finalmente, durante la **fase de operación del Data Center**, se ha identificado un **impacto debido a la generación de aguas residuales y el riesgo de accidente**. Durante esta fase se el riesgo de contaminación del suelo y el subsuelo será como consecuencia de posibles vertidos, fugas o vertidos de sustancias que son potencialmente contaminantes. Que nuevamente debido a la potencialidad de la contaminación, se ha valorado como un impacto **MODERADO, que, tras la aplicación de medidas preventivas, el impacto residual se ha valorado como COMPATIBLE**.

### 6.3 Impactos sobre el agua

Los **impactos significativos sobre este factor se han identificado sobre la fase de operación** del Data Center. Durante esta fase se han identificado impactos por el aprovechamiento de recursos naturales, generación de aguas residuales y el riesgo de accidente.

De entre todos ellos, el que tiene un **mayor impacto sobre el agua es el impacto producido por el aprovechamiento de recursos naturales**, el consumo de recurso se encuentra asociado a los equipos de refrigeración que en el peor de los casos serie de 56.980 m<sup>3</sup>/año. Por lo tanto, considerando la intensidad del impacto producido por el consumo de agua se ha valorado el impacto como **MODERADO. Tras la aplicación de las medidas preventivas, el impacto residual se ha valorado como COMPATIBLE**.

Se debe de mencionar que la generación del aguas residuales implica un vertido sobre el río Gállego que puede producir una modificación de la calidad de las aguas del cauce. Tras el análisis del efecto del vertido sobre el medio receptor, se concluye que el efecto del vertido sobre la calidad de las aguas no será apreciable. Además, el vertido que se realizara sobre la ZEC “Bajo Gállego” cumplirá con el condicionado propuesto por la Confederación Hidrográfica del Ebro, valorándose el impacto como COMPATIBLE.

Otros de los impactos que pueden producir una afección significativa sobre las aguas es el derivado del **riesgo de accidente**. Aunque la instalación industrial presenta con una red de saneamiento adecuado, no se puede descartar el riesgo potencial de accidente y se pueda producir una contaminación de las aguas. El DC almacena materias primas peligrosas como son los combustibles que, en caso de derrame o fuga podrían llegar al río Gállego. Por lo tanto, en base al riesgo potencial de contaminación, el impacto se valora como **MODERADO. Tras la aplicación de las medidas preventivas, el impacto residual se ha valorado como COMPATIBLE**.

### 6.4 Impactos sobre el cambio climático

Los impactos producidos sobre el cambio climático se producen durante la **fase de operación** del Data Center como consecuencia de las **emisiones atmosféricas de gases y partículas**. El consumo de energía conlleva una emisión de GEIs, lo cual podría tener un impacto en el cambio climático. Además se debe de mencionar que las subestaciones tendrán además como aislante el gas hexafluoruro de azufre (SF6).

Esta emisión de GEIs, tal y como se ha comentado está relacionada con el consumo eléctrico del DC, que en todo caso, será significativo como consecuencia de la propia actividad de la instalación. El proyecto prevé el



consumo de energía eléctrica libre en carbono en sus operaciones hasta 2030 como mínimo, de tal manera que la generación de emisiones de GEIs se ven notablemente reducidas.

Por lo tanto, se ha valorado el impacto como **MODERADO**. **Tras la aplicación de las medidas preventivas, el impacto residual se ha valorado como COMPATIBLE.**

## 6.5 Impactos positivos

Los impactos positivos del proyecto se encuentran relacionados con los impactos producidos sobre la población derivado de las actividades inducidas.

Durante la **fase de construcción**, la ejecución de las obras tendrán repercusión sobre el empleo y las rentas del municipio y su entorno cercano. La construcción del Data Center implicará la realización de trabajos de diferentes tipos y ámbitos, relacionados con la construcción y la industria en diversas áreas de formación y capacitación. Por otra parte, teniendo en cuenta la alta tasa de desempleo en el sector servicios, el traslado de muchos trabajadores a la zona generará la necesidad de servicios como alojamiento y restauración. Por lo tanto, la construcción del Data Center podría contribuir a reducir el nivel de desempleo en varios sectores.

Durante la **fase de operación** conlleva trabajos de mantenimiento de las instalaciones, lo que implica la creación de puestos de trabajo para su desempeño. Por otro lado, una vez finalizada la construcción del Proyecto, se habrá conseguido una modernización de las infraestructuras de telecomunicación del entorno como la ampliación de la fibra óptica o la instalación de una línea eléctrica destinada a la población que permite la disponibilidad de electricidad sin interrupciones.

## 7. Medidas preventivas, correctoras y compensatorias

La legislación únicamente obliga a establecer medidas preventivas y/o correctoras para aquellos impactos severos o críticos. En este caso, los impactos identificados son compatibles, moderados y positivos.

De forma conservadora, se ha decidido proponer una serie de medidas aplicables con el fin de minimizar los impactos producidos. Estas medidas se estructuran de la siguiente manera:

- Medidas preventivas: aquellas que tratan de evitar que se produzca el impacto o al menos que éste ocurra en menor intensidad.
- Medidas correctoras: aquellas que tratan de corregir el impacto una vez que éste se ha materializado. No eliminan el impacto, pero sí lo atenúan. Estas medidas se adoptan cuando la afección es inevitable, pero existe una forma de minimizar el impacto.
- Medidas compensatorias: son las actuaciones aplicables cuando la afección es inevitable o de difícil corrección. Tienen un efecto contrario al de la acción impactante emprendida y genera un impacto positivo.

Se han establecido medidas preventivas y correctoras para los siguientes factores ambientales:

- Población
- Salud humana
- Vegetación (incluye hábitats protegidos)
- Fauna
- Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y otros espacios de interés
- Suelo y subsuelo (incluye geología e hidrogeología)
- Aire
- Agua

- Clima y cambio climático
- Paisaje
- Bienes materiales y Patrimonio cultural

Además de estas medidas preventivas y correctoras se han establecido las siguientes medidas incluidas en el propio diseño del Data Center.

## 7.1 Medidas preventivas incluidas en el propio diseño del Data Center

El diseño del DC cuenta con una serie de medidas ya incluidas incorporadas desde esta fase del proyecto, previa a la construcción, y que han sido aplicadas en el mismo con el objetivo de prevenir y minimizar los impactos ambientales.

Entre estas medidas destacan las siguientes:

- Implementación de placas solares fotovoltaicas generadores de energías renovable para reducir las emisiones
- Urbanismo y arquitectura sostenible, como la incorporación del tanque de tormentas
- Recuperación del agua de lluvia para su uso en el sistema de refrigeración
- Empleo de materiales que supongan un ahorro de carbono en los edificios principales
- Medidas de eficiencia energética en la selección de equipos en el Data Center, así como también los procesos operativos.
- Medidas de integración paisajística.
- Aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTDs)

## 7.2 Medidas compensatorias

Se ha elaborado un Programa de Medidas para compensar la afección que la instalación del proyecto de DC tendrá sobre hábitats naturales y la biodiversidad de la zona.

Se presenta a continuación el programa de medidas compensatorias a implementar en el Data Center VDG1:

- Programa de medidas agroambientales
- Programa de seguimiento de avifauna
- Campaña de salvamento de nidos de aguilucho cenizo
- Medidas específicas para cernícalo primilla
- Medidas específicas para chova piquirroja

Cabe destacar que estas medidas se llevarán a cabo en el área de los dos proyectos VDG1 y VDG2 debido a su cercanía y similitud, es decir, se llevarán a cabo en conjunto para los dos emplazamientos.

### 7.2.1 Programa de medidas agroambientales

Se propone una serie de medidas agroambientales con el fin de compensar por un lado la pérdida de hábitat generada por el proyecto y, por otro, favorecer las poblaciones de aves esteparias y el mantenimiento de éstas.

La medida consistirá en la implementación de una serie de **cambios en la gestión actual de zonas de cultivo cerealista** que favorezcan la presencia de aves esteparias:



- Prohibición de las acciones de laboreo (labrado, pastoreo...) durante los periodos de reproducción de las aves, con especial hincapié en el mantenimiento de los barbechos y otros sustratos potenciales de reproducción de las especies objetivo.
- Si el tamaño de la parcela lo permite (más de 10 ha), se establecerán fajas no cultivadas. Estas fajas no serán objeto de detracción por abandono en relación con las ayudas agrícolas de la PAC, ni implicarán modificación de la catalogación del territorio en el SIGPAC.
- Siembra de leguminosas, y no recolección parcial para permitir la existencia de alimento proteico durante todo el año, especialmente para la avutarda y el sisón. Se aplicarán las siguientes especificaciones:
  - Siembra de cereal de ciclo largo y talla alta, de modo que se permita a las diferentes especies que crían en el cereal completar su ciclo de reproducción completo.
  - Cosechado tardío para complementar la medida anterior por la misma razón, evitando así la destrucción de nidos con sus pollos por parte de las cosechadoras.
  - Rotación real de cultivos (barbecho, cereal, leguminosa y de nuevo cereal, por este orden). De este modo se mejora la conservación del suelo, y en general la productividad agrícola, sin necesidad de realizar aportes adicionales de nutrientes.

### 7.2.2 Programa de seguimiento de avifauna

El proyecto de Data Center VDG1 afectará a varias especies claves y por ello, se propone un estudio de seguimiento que va más allá del entorno de los emplazamientos afectados por el proyecto.

Esta medida consistirá en la realización de censos anuales de avifauna con el fin de poder vigilar a largo plazo los efectos del proyecto sobre las poblaciones de aves de su entorno, así como para evaluar la efectividad de las medidas compensatorias propuestas en el Programa de medidas agroambientales descritas en el apartado anterior.

### 7.2.3 Campaña de salvamento de nidos de aguilucho cenizo

En el supuesto caso que durante la realización del programa de seguimiento de avifauna se detectara la presencia de algún ejemplar de aguilucho cenizo, se llevará a cabo el correspondiente Programa de seguimiento y salvamento del aguilucho cenizo.

Para llevar a cabo la implementación, se deberán establecer acuerdos de colaboración similares a los del programa de medidas agroambientales con los dueños de las tierras donde se encuentren los nidos. A través de estos acuerdos, los propietarios se comprometerán a aplicar dichas medidas a cambio de las compensaciones económicas correspondientes.

De los resultados obtenidos en estas campañas se valorará la necesidad de continuar con ellas durante más tiempo.

### 7.2.4 Medidas específicas para cernícalo primilla

Se propone un programa de actuación en una colonia para mejorar el sustrato de nidificación de la misma y poder detectar posibles afecciones (limitación de huecos de nidificación, mortalidad de pollos por depredación y/o caídas) que disminuyan la productividad de las parejas. Esta medida complementa a las actuaciones dirigidas a la mejora del hábitat de alimentación (programa de medidas agroambientales) para asegurar su estabilidad y posibilitar el aumento de parejas.

Para ello, se realizará un trabajo de campo específico para localizar y revisar el estado de los primillares existentes con colonias activas en el entorno del proyecto. Una vez establecido un orden de prioridad (basado en el estado actual de la edificación y en el peligro de desaparición o merma de la colonia), se valorará la adecuación de las más prioritarias, mediante diferentes arreglos, mejoras o instalación de niales nuevos en aquellas cuyas estructuras estén deterioradas o que hayan visto reducidos sus puntos de nidificación.

Las mejoras a realizar en cada colonia podrían incluir, entre otras, las siguientes acciones:

- Reacondicionamiento del tejado o la estructura, en pequeñas construcciones

- Dotación de niales nuevos, en sustitución o complementando a los existentes (existen diferentes modelos de vasijas, cajas nido, tejas modificadas, etc.)
- Limitación de accesos y/o instalación de cámaras de vigilancia

Una vez establecidas las actuaciones necesarias para la mejora de estas colonias, se contactará con los propietarios de las edificaciones en las que se encuentre el primillar con el fin de obtener su permiso para realizar la adecuación.

En caso de encontrar problemas para la ejecución de esta adecuación (no acuerdos con propietarios de las edificaciones donde está la colonia), se modificará la medida en el sentido de crear una nueva colonia, mediante la construcción de un primillar y la realización de hacking con pollos de la especie.

#### 7.2.5 Medidas específicas para chova piquirroja

Dado el interés de la chova piquirroja a nivel regional y que se trata de una especie que utiliza los ambientes esteparios como zonas de alimentación, a los que el proyecto provoca afección, se propone un programa de actuación para mejorar el sustrato de nidificación o de descanso invernal de la especie.

Se propone realizar un trabajo de campo específico para localizar y revisar el estado tanto de las colonias como de los dormideros invernales de chova piquirroja existentes en el entorno del proyecto. El objetivo será detectar posibles afecciones que disminuyan la productividad de las parejas o comprometan la estabilidad de los dormideros invernales.

Una vez establecido un orden de prioridad (basado en el estado actual de la edificación y en el peligro de desaparición o merma de la colonia o dormidero), se valorará la adecuación de los más prioritarios mediante diferentes actuaciones de mejora, en aquellos cuyas estructuras estén deterioradas o que hayan visto reducidos sus puntos de nidificación.

Las mejoras a realizar en cada colonia o dormidero podrían incluir, entre otras, las siguientes acciones:

- Reacondicionamiento del tejado o la estructura, en pequeñas construcciones
- Dotación de niales nuevos, en sustitución o complementando a los existentes.
- Limitación de accesos y/o instalación de cámaras de vigilancia

Una vez establecidas las actuaciones necesarias para la mejora de estas colonias, se contactará con los propietarios de las edificaciones en las que se encuentren con el fin de obtener su permiso para realizar la adecuación.

Se propone el reacondicionamiento de al menos una colonia o dormidero de la especie en el ámbito de 5 km entorno al proyecto.

Las medidas detalladas se presentan en el Capítulo 12 “Medidas preventivas, correctoras y compensatorias” del EIA.

## 8. Conclusiones

El futuro Data Center evaluado en este documento se localiza a una distancia de 2,2 kilómetros al noroeste del núcleo población de Villanueva de Gállego, concretamente en el Polígono de Industria de Tecnológicas de la Información.

El emplazamiento presenta un área aproximada de 13,1 ha y se localiza a una distancia de 2,2 km al noroeste del núcleo poblacional de Villanueva de Gállego. Las coordenadas aproximadas del punto central del emplazamiento en UTM ETRS89 H30 son: X: 679.304,64 metros e Y: 4.628.570,83 metros.

En cuanto a los datos catastrales, la parcela se corresponde con la finca número 8692, con referencia catastral 9088901XM7298N0000XG, la cual es propiedad de Amazon Data Services Spain, S.L.

Se prevé que el Data Center VDG1 cuente con las siguientes infraestructuras asociadas a su actividad:

- Red de fibra óptica
- Red de suministro de electricidad
- Infraestructura de suministro de agua
- Infraestructura de la red de saneamiento

Por otra parte, se ha realizado un análisis de alternativas en el que se ha comparado la alternativa cero de no actuación con la alternativa 1 o de ejecución de proyecto, cuyo resultado ha evidenciado que la alternativa preferida es la Alternativa 1 por diferentes motivos.

En cuanto a las alternativas de ubicación del proyecto, se ha seleccionado la alternativa 1 (en los alrededores de los actuales DCs) debido a la cercanía con las instalaciones existentes en las que el promotor ya desarrolla su actividad.

Finalmente, respecto a las alternativas técnicas y de diseño, se ha seleccionado la alternativa que presenta un diseño óptimo desde punto de vista técnico y ambiental basándose en múltiples aspectos del proyecto propuesto.

En cuanto a los impactos identificados, la mayoría de los impactos identificados se han valorado como compatibles. No obstante, se han identificado impactos en los siguientes factores ambientales, siendo todos ellos moderados.

- **Impacto sobre la fauna:** tanto en fase de construcción como en fase de explotación, los principales impactos se encuentran relacionados como la ocupación y el balance de tierras.
- **Impactos sobre el suelo y el subsuelo:** los principales impactos sobre este factor se encuentran relacionados nuevamente con la ocupación y el balance de tierras que producirá durante la fase de construcción debido al volumen de tierras a manejar. Otros de los impactos producidos es el relacionado con la generación de residuos, aguas residuales y riesgo de accidente en ambas fases del proyecto, ya que existe un riesgo potencial de contaminación.
- **Impactos sobre las aguas:** se han identificado impactos durante la fase de operación del Data Center, en relación al aprovechamiento de recursos naturales derivados de los consumos de agua. Además se debe tener en cuenta el riesgo de accidente por contaminación de las aguas.
- **Impactos sobre el cambio climático:** durante la fase de operación del Data Center se producirán impactos como consecuencia de las emisiones atmosféricas de gases y partículas que conllevan una emisión de GEIs.

En cuanto a los impactos positivos se encuentran relacionados con la población y son derivados de las actividades inducidas y la creación de puestos de trabajos.

Es necesario remarcar el ámbito del proyecto no se encuentra dentro de espacios naturales protegidos relevantes como puede ser la Red Natura 2000. Si bien el punto del emisario de vertido se ubica dentro del espacio protegido ZEC “Bajo Gállego”, para la evaluación de las repercusiones sobre este espacio Red Natura y los espacios cercanos, se ha elaborado un capítulo específico (Capítulo 10 Red Natura 2000) en el que se concluye que no se producirá acciones que perjudiquen la integridad de los espacios Red Natura 2000.

En el capítulo 12 “Medidas preventivas y correctoras de impactos”, se definen una serie de medidas cuya aplicación minimiza la magnitud de los impactos ambientales negativos y mantiene o potencia la magnitud de los impactos ambientales positivos. Muchas de estas medidas son de carácter general y permiten actuar incluso sobre los impactos que se valoran como no significativos. Además se incluyen una serie de medidas compensatorias a ejecutar en el ámbito del proyecto.

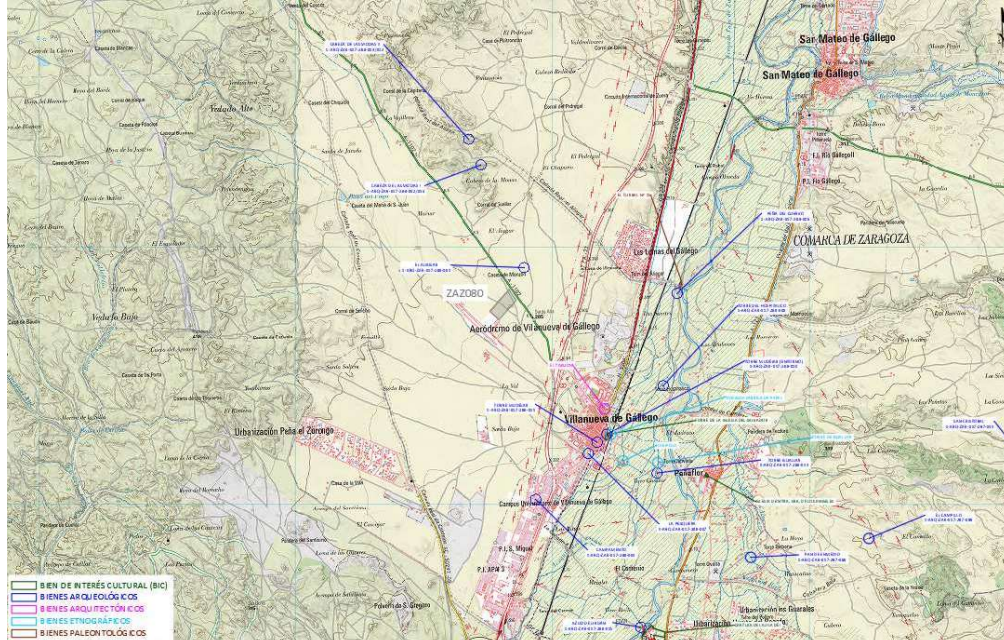
**Teniendo en cuenta todo lo anterior, se concluye que la ejecución del proyecto de Data Center VDG1 en los términos y condiciones descritos en este Resumen No Técnico y, con la aplicación de las medidas preventivas y correctoras contempladas, así como la de la aplicación de las medidas compensatorias acompañadas del Programa de Vigilancia Ambiental, es COMPATIBLE desde el punto de vista ambiental.**

# Anexo 6

## Estudio Arqueológico

**PROMOTOR**  
DATA SERVICES SPAIN S.L.U  
(AWS)

**CONSULTOR**



**DEPARTAMENTO**

**arqueología**

**TÍTULO**

ESTUDIO BASICO PATRIMONIAL

**PROYECTO**

DATA CENTER VDG1

**FECHA**

12/09/2024

**CLAVE**

24-116

**EXPEDIENTE**

---

**ARQUEÓLOGA**

MARTA ESCOLÁ MARTÍNEZ

**LOCALIZACIÓN**

TT.MM. DE VILLANUEVA DE GÁLLEGO (ZARAGOZA)

## ÍNDICE

<b><u>I. FICHA TÉCNICA</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>II. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>III. DATOS GENERALES DEL PROYECTO</u></b>	<b><u>4</u></b>
III.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO	4
III.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
III.4. PLANIMETRÍA	6
<b><u>IV. DATOS DE CARTA ARQUEOLÓGICA</u></b>	<b><u>8</u></b>
<b><u>V. CONTEXTO GEOPALEONTOLÓGICO</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b><u>VI. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ÁREA DE ESTUDIO</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>VII. CONCLUSIÓN</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>VIII. ANEXOS</u></b>	<b><u>21</u></b>
VIII.1. ANEJO PLANIMÉTRICO. PROYECTO Y BIENES PATRIMONIALES SOBRE TOPOGRÁFICO 1:50.000	22



## I. FICHA TÉCNICA

### TIPO DE OBRA

DATA CENTER VDG1

### TÉRMINO MUNICIPAL

VILLANUEVA DE GÁLLEGO (ZARAGOZA)

### PROMOTOR

DATA SERVICES SPAIN S.L.U  
(AWS)

### CONSULTORA



**TAUW Iberia, S.A.U.**

Avda. de la Albufera, 321 - 1º  
28031 Madrid

Eva Cortes Cabrera | [eva.cortes@tauw.com](mailto:eva.cortes@tauw.com)  
+34 91 37 89 71 5 | +34 68 90 05 70 4

### CONSULTORÍA ARQUEOLÓGICA



C/ Felipe Campos nº 3 · 28002-Madrid  
Tfno.: 91 510 25 55 | Fax.: 91 415 09 08 | [mescola@audema.com](mailto:mescola@audema.com)

### INTERVENCIÓN

ESTUDIO BÁSICO PATRIMONIAL

### ARQUEÓLOGAS

Marta Escolà Martínez y Piedad Villanueva Ortiz

## II. INTRODUCCIÓN

El presente informe recoge la información básica patrimonial del entorno próximo del proyecto denominado: **DATA CENTER VDG1**, en el término municipal de Villanueva de Gállego (Zaragoza).

La información patrimonial se ha solicitado a la administración correspondiente, en este caso, la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón. Los datos del SIPCA (Sistema de Información del Patrimonio Cultural Aragonés) están en continua actualización, por ello los resultados de la consulta tienen carácter informativo y provisional.

Actualmente, y de conformidad con lo establecido en la Ley del Patrimonio, la administración no puede facilitar la consulta de datos relativos a la situación de los yacimientos arqueológicos si no está debidamente justificada la consulta. Dicha autorización permitirá al interesado acceder a los datos relativos a cada yacimiento, pero deberá instarse la pertinente solicitud a través de los modelos y procedimientos especificados en cada caso.

Por lo tanto, se ha presentado una solicitud a través del Registro Electrónico de Aragón dirigido al Departamento de Presidencia, Interior y Cultura del Gobierno de Aragón.

También se ha revisado la normativa urbanística de los diferentes municipios afectados. Las normativas de planeamiento urbano consultadas son las siguientes:

TÉRMINO MUNICIPAL	NORMATIVA URBANÍSTICA	FECHA APROBACIÓN
VILLANUEVA DE GÁLLEGO	REVISIÓN DE PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA	2005

### III. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

#### III.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El DATA CENTER VDG1 linda con la actual infraestructura de AWS (ZAZ060) en el municipio de Villanueva de Gállego. Se encuentra a aproximadamente a 2,2 km al noroeste del núcleo urbano y aproximadamente a 16 km. al norte del centro de la ciudad de Zaragoza. La dirección es Sc Polígono Tecnológico Suelo I.1 PIGA Villanueva 50830, Villanueva de Gállego, Zaragoza.

Los terrenos están incluidos en el Polígono de Industrias de Tecnologías de la Información. Este polígono fue incluido en el Plan de Interés General de Aragón, aprobado por el Gobierno de Aragón el 29 de julio de 2021.

#### III.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Data Center VDG1 está compuesto por una parcela catastral de forma regular, con un área declarada de 13,1 has, cuya topografía es predominantemente plana con pendiente descendiente hacia el sur. La zona norte está situada aproximadamente a 291 msn.

La parcela 8692 tiene la consideración de suelo urbano, al contar ya con el Plan Parcial, proyecto de urbanización y reparcelación aprobados.

Se propone implementar la nueva infraestructura sobre este tipo de suelo debido a su proximidad con la infraestructura existente ZAZ060, a la cual se conectará. El proyecto aprovechará la ordenación del suelo existente, adaptándose a ella para facilitar la nueva implantación.

En fotografías aéreas históricas (1956) muestran que el uso del suelo de este terreno ha sido siempre con fines agrícolas y no se ha identificado otro tipo de uso. Los terrenos donde se propone la instalación pertenecen a la Cuenca Hidrográfica del Ebro, no están propuestos como Lugar de interés Comunitario (L.I.C), no hay humedales del convenio Ramsar, no existen Montes de Utilidad Pública, no hay espacios declarados como Zonas de Especial Protección para las Aves, tampoco está en el ámbito de aplicación de algún Plan de Ordenación de los Recursos Naturales, ni pertenece a ningún espacio de la Red Natura 2000.

No obstante, se encuentran áreas críticas dentro del ámbito de aplicación del Plan de conservación del Falco Naumanni, localizándose territorios de nidificación al norte de la instalación al oeste como al noreste de la instalación, por ello las tareas con elevados niveles sonoros durante las obras deberán realizarse fuera del periodo reproductor del cernícalo primilla. Este condicionado asociado al plan de conservación del Falco Naumanni, está reflejado en la Resolución de 27 de julio de 2020, del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, por la que se

formula declaración de impacto ambiental y se otorga autorización ambiental integrada del proyecto de centro de almacenamiento de datos a ubicar en el término municipal de Villanueva de Gallego (Zaragoza), promovida por Amazon Data Services Spain, S.L., (Numero Expediente INAGA 500301/02/2019/12453), y Amazon Data Services Spain tomara las mismas medidas que actualmente acomete para asegurar la protección de esta ave.

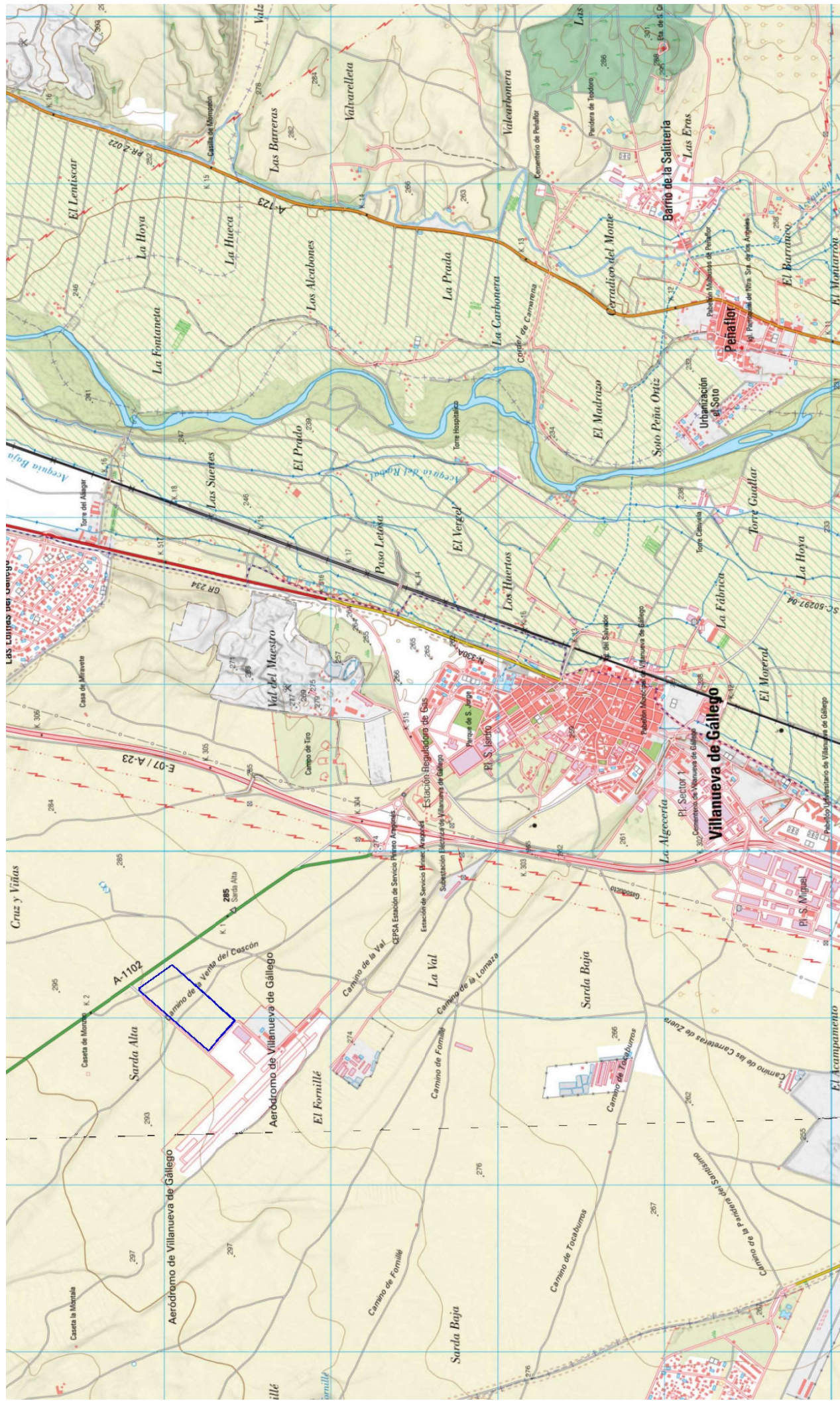
En un radio de 5-10 km de la instalación se localizan al noroeste la ZEPA ES0000293 Montes de Zuera, Castejón de Valdejasa y El Castellar, al este el LIC ES2430077 Bajo Gallego, al oeste el tomillo sanjuanero y tres vías pecuarias (Cañada Real Cinco Villas, Cañada Real de Castejón y Cañada Real de Huesca) situándose la más cercana a unos 2-2 km al norte, que no van a ser afectadas dadas las distancias señaladas.

A diferencia del resto de las parcelas incluidas en este Plan, ZAZ080 cuenta con una ordenación propia en el Plan de interés General aprobado el 29 de julio de 2021. En esta parcela, únicamente será necesario adaptar algunas de las determinaciones previstas, tales como la calificación, la altura y, en su caso, los requisitos de plazas de aparcamiento, siguiendo el precedente establecido en el anterior PIGA de AWS.



### III.4. PLANIMETRÍA







## IV. DATOS DE CARTA ARQUEOLÓGICA

El 25 de junio de 2024, se realizó la consulta del inventario patrimonial a la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón. El 12 de julio de 2024, nos remitieron vía correo electrónico un documento PDF con la información solicitada, advirtiéndonos de la necesidad de revisar todas las coordenadas recogidas debido a que contenían errores en el sistema de referencia y DATUM.

A continuación, incluimos las tablas que se han elaborado con la información disponible -Bienes de Interés Cultural (BIC), yacimientos arqueológicos, yacimientos paleontológicos, elementos etnográficos y elementos arquitectónicos -localizados en los términos municipales afectados por la implantación del proyecto. Se han omitido los bienes localizados en los cascos urbanos.

En el anejo planimétrico reflejaremos su localización en relación con el proyecto.




Los impactos que el proyecto puede producir sobre el patrimonio cultural se han clasificado como nulo, indirecto o directo, según la distancia que haya entre el elemento patrimonial y el proyecto objeto de estudio.

**Impacto Nulo:** los bienes patrimoniales se localizan a más de 50 metros del proyecto.

**Impacto Indirecto:** los bienes patrimoniales se localizan a 25-50 metros del proyecto.

**Impacto Directo:** los bienes patrimoniales se localizan a menos de 25 metros del proyecto.

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	TÉRMINO MUNICIPAL	CATEGORÍA	CRONOLOGÍA	TIPOLOGÍA	AFECCIÓN	FOTOGRAFÍAS
ANTIGUA FÁBRICA DE PAPEL EL BATÁN	---	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ETNOGRÁFICO	SIGLO XIX	FÁBRICA DE PAPEL	NULA	
AZUD DE URDÁN	1-ARQ-ZAR-017-288-002/015	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	INDETERMINADA	INFRESTRUCTURA HIDRAÚLICA	NULA	---
CABEZA DE LAS MODAS I	1-ARQ-ZAR-017-288-002/013	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	EPIPALEOLÍTICO-NEOLÍTICO EDAD DEL HIERRO	INDETERMINADA	NULA	---
CABEZA DE LAS MODAS II	1-ARQ-ZAR-017-288-003/012	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	ROMANO	INDETERMINADA	NULA	---
CAMPAMENTO	1-ARQ-ZAR-017-288-004	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	INDETERMINADA	INDETERMINADA	NULA	---
CARTUJA AULA DEI	---	PEÑAFLORE	BIC MONUMENTO	SIGLO XVI	CARTUJA GÓTICA BARROCA	NULA	
EL ALIAGAR	1-ARQ-ZAR-017-288-001	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	INDETERMINADA	MATERIAL DESPLAZADO	NULA	---
EL CAMPILLO	1-ARQ-ZAR-017-297-069	ZARAGOZA	ARQUEOLÓGICO	EDAD DEL HIERRO	INDETERMINADO	NULA	---

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	TÉRMINO MUNICIPAL	CATEGORÍA	CRONOLOGÍA	TIPOLOGÍA	AFECCIÓN	FOTOGRAFÍAS
EL TINAJÓN	PGOU VILLANUEVA DE GÁLLEGO (Nº 5)	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUITECTÓNICO	CONTEMPORÁNEO	DEPÓSITO DE AGUA	NULA	
EL TURBAL Nº 15		VILLANUEVA DE GÁLLEGO	PALEONTOLÓGICO	MIOCENO MEDIO-SUPERIOR	TURBERA	NULA	
HARIPOLO	---	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ETNOGRÁFICO	1906-1919	FÁBRICA DE HARINAS	NULA	
IGLESIA DE NUESTRA SEÑORA DE LOS ÁNGELES	---	PEÑAFLO	BIC MONUMENTO	SIGLO XVI	IGLAESIA MUDÉJAR	NULA	
LA PESQUERA	1-ARQ-ZAR-017-288-007	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	ROMANO	VILLAE	NULA	---
PAN DE ENMEDIO	1-ARQ-ZAR-017-297-068	ZARAGOZA	ARQUEOLÓGICO	ROMANO	INDETERMINADO	NULA	---
PEÑA DEL CUERVO	1-ARQ-ZAR-017-288-006	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	ALTO IMPERIAL ROMANO	VILLAE	NULA	---

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	TÉRMINO MUNICIPAL	CATEGORÍA	CRONOLOGÍA	TIPOLOGÍA	AFECCIÓN	FOTOGRAFÍAS
SAN CRISTÓBAL	1-ARQ-ZAR-017-297-044	ZARAGOZA	ARQUEOLÓGICO	EDAD DEL HIERRO ROMANO	INDETERMINADO	NULA	----
TORRE DE GUALLAR	----	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ETNOGRÁFICO	SIGLO XVII	FABRICA DE PAPEL MOLINO HARINERO	NULA	
TORRE DE LA IGLESIA DEL SALVADOR	----	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	BIC MONUMENTO	SIGLO XV-XVI	TORRE MUDEJAR	NULA	
TORRE GUALLAR	1-ARQ-ZAR-017-288-014	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	BAJA EDAD MEDIA XV-XVI	GRANJA CISTERCIENSE	NULA	----
TORRE MÚDEJAR	1-ARQ-ZAR-017-288-011	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	BAJA EDAD MEDIA XV-XVI	IGLESIA MÚDEJAR	NULA	----
TORRE MUDEJAR (ENTORNO)	1-ARQ-ZAR-017-288-010	VILLANUEVA DE GÁLLEGO	ARQUEOLÓGICO	BAJA EDAD MEDIA XV-XVI	IGLESIA MÚDEJAR	NULA	----

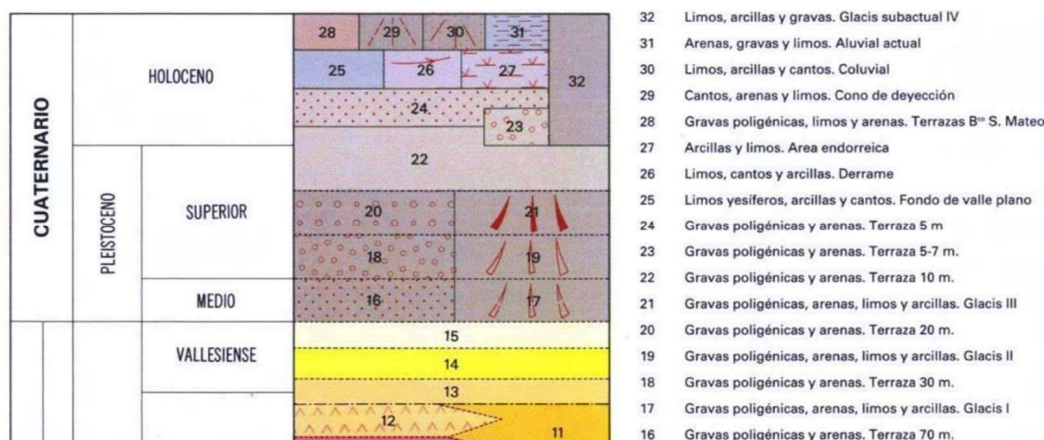
## V. CONTEXTO GEOPALEONTOLÓGICO

La zona de estudio se ubica al oeste de Villanueva de Gállego. Desde un punto de vista geológico se encuentra localizada sobre materiales pleistocenos y holocenos se corresponden a terrazas, glaciares coluviones actuales. Siendo estos de edad holocena y completamente azoicos.

Las terrazas pudieran albergar algún resto óseo fósil ocasional. Pero la bibliografía no muestra ningún indicio de hallazgo en estos depósitos, a lo que se puede añadir la baja capacidad de preservación de estos sedimentos. Por lo que respecta a los glaciares, la capacidad de preservación de restos fósiles, su litología, génesis y modernidad, excluyen completamente cualquier posibilidad de hallazgo paleontológico.

Las litologías de los materiales presentes en el área de estudio corresponden a sedimentos continentales pleistocenos y holocenos. Distinguiéndose:

- Pleistoceno: 18, 19, 20 y 21:
  - 18: Gravas poligénicas y arenas de **terrazza**
  - 19: Gravas poligénicas, arenas, limos y arcillas de **glacis**
  - 20: Gravas poligénicas y arenas de **terrazza**
  - 21: Gravas poligénicas, arenas, limos y arcillas de **glacis**
- Holoceno: 22, 24 y 31:
  - 22: Gravas poligénicas y arenas de **terrazza**
  - 24: Gravas poligénicas y arenas de **terrazza**
  - 31: Limos, arcillas y gravas **aluvial actual**



Hoja del MAGNA, 355; Leciñena

## VI. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El término municipal de Villanueva de Gállego presenta tres áreas bien diferenciadas y con particularidades específicas de cara a la conservación de los yacimientos arqueológicos:

- Un área de monte, especialmente árido, muy erosionado y fuertemente antropizado, en el que la localización exacta de los hallazgos arqueológicos se ve dificultada por la intensidad de los trabajos agrícolas. Tampoco parece una zona especialmente atractiva para el asentamiento humano, por la falta de cursos de agua, manantiales etc.

A esta zona pertenecen los yacimientos de El Aliagar y el Cabezo de las Modas (o monas, según la cartografía) I y II, que no han aportado materiales superficiales, por lo que se ha procedido a señalar el área donde debieron estar, a juzgar por la información existente.

- Un núcleo urbano, de gran dinamismo, con importantes nudos de comunicaciones y polígonos industriales en crecimiento. El desarrollo del núcleo urbano ha llevado a la destrucción total de uno de los yacimientos, el de Campamento (50-288-0005), y parcial del de La Pesquera. Existe también una problemática específica, más próxima a la de la arqueología urbana, en el entorno de la antigua torre mudéjar (Plaza de España).

- Por último, la zona de la huerta, que se encuentra en explotación desde antiguo, gracias a una importante red de acequias, aprovechando las aguas del río Gállego, que delimitan una parte del término.

La presencia del Gállego ha sido uno de los factores que ha llevado a una intensa ocupación, bien documentada desde época romana, pero también a través de la red de acequias ha servido de base a una importante industrialización en fechas antiguas, sobre la base de la fuerza hidráulica de la acequia de Rabal.

Con estas circunstancias nos encontramos con importantes yacimientos romanos, probablemente villae, completamente fosilizados por las nivelaciones para el riego, Peña del Cuervo, Torre del Hospitalico y Camino del Río, a las que habría que unir, los restos de la Pesquera.

Al proceso de “fosilización” y erosión de estos yacimientos, hay que unir la importante cubierta vegetal, a causa del monocultivo del “alfalze”, que dificulta extraordinariamente las delimitaciones.



Algunos de estos yacimientos, sólo se podrán conocer con precisión tras la retirada de importantes niveles de tierra vegetal, que sirven de base al laboreo agrícola.

Del mismo modo, las hipótesis sobre la función de la acequia de Rabal, que atraviesa el término, como acueducto romano para Caesaraugusta, no implican la presencia de obras de fábrica identificables. Por otra parte, las acequias del término de Rabal han sido recientemente reformadas, si bien el trazado original, se mantiene en lo fundamental.

A finales del siglo XVIII un viajero, de paso por Villanueva de Gállego, describía el lugar como “un pueblo de cien casas y una bella planicie bien cultivada”. Tenía entonces más de quinientos habitantes y contaba con varios molinos papeleros. Esta población se encuentra situada a 13 Kms. de Zaragoza, tal y como escribe Juan Bautista Lavaña, a 22º norte. Enclavada sobre un montículo en la desembocadura de una “Val”, que parte de los montes de Castejón de Valdejasa y desemboca el río Gállego.

Durante la dominación musulmana, este enclave será conocido como Burjazud, o “Torre defensiva del azud” y que resultaría ser un curioso enclave mozárabe en la zona, ya que por entonces se tenía una especial devoción a la “Virgen de Burjazud” cuya talla del siglo XII todavía se conserva y venera en Villanueva.

A finales del siglo XI la has huestes cristianas del rey aragonés Sancho Ramírez ocuparon la muela del Castellar. En 1092 este monarca se entrevistó con el Cid para tratar sobre una posición defensiva aragonesa que, situada sobre la “Val de Algora” (existe un término en Villanueva, frente al Castellar, con el nombre de Vajillera) que obstaculizaba el paso de la taifa zaragozana a sus posesiones en las Cinco Villas debido a su posición en lo que hoy serían los “Pinares de Zuera”, enclave habitado seguramente por un número indeterminado de colonos quienes, tras la conquista de Zaragoza por las tropas de Alfonso I el Batallador, se establecieron en lo que hoy es conocido por “Barrio alto” de la localidad, siendo el origen de la actual población de Villanueva de Gállego.

Pero la Villa-nueva no era el único enclave existente, además del poblado de Burjazud existían otros núcleos. Hacia 1153 un rico hombre de ascendencia francesa, Gerad de la Marque, decide otorgar unas tierras próximas a Burjazud y de las que era señor, a la orden del cister, siendo el origen de la casa convento o granja de Juncería, situado en la actual torre de Guallart, los cistercienses no estuvieron mucho tiempo en este lugar, tan solo la segunda mitad del siglo XII, ya que en 1202 los monjes deciden trasladar la orden al monasterio de Rueda, pero dejaron un imborrable recuerdo en la localidad, sobre todo en su economía.

Resultado de toda esta población dispersa a lo largo de la historia son las numerosas torres o casas de campo que todavía hoy se mantienen a lo largo de su término municipal como el caso de Torre Hospitalico, Torre Guallart y Torre Lindar.

La Torre del Hospitalico, que parece ser ya existía en el siglo XV y que se denomina así, al menos desde el siglo XVIII, por haber pertenecido al Hospitalico de niños huérfanos de Zaragoza. Según reciente investigación en este lugar el General Palafox y el coronel Perena, organizaron, en el mes de agosto de 1808, el ataque para romper el Primer Sitio de Zaragoza. También esta finca fue una de las primeras en Aragón donde se introdujo el cultivo de la remolacha ya que aquí, en los primeros momentos del siglo XX, se producía la simiente que luego se distribuía por la región.

La torre de Guallart se levanta sobre la antigua granja de Juncería, en ella existió una fábrica de papel y un molino harinero, poseía una cabaña de ganados mayores y menores “en cuyos pastos” se mantienen los ganados del resto del Estado Eclesiástico de Zaragoza”. Entre los siglos XVII y XVIII fue posesión de los Padres Jesuitas y era conocida como “Molino de los Padres de la Compañía”. Tras la expulsión revertió a manos del Arzobispado quien dividió la finca en dos, una para el Cabildo Metropolitano y otra para el Real Seminario de San Carlos. Tras el periodo desamortizador del siglo XIX pasó a manos de la familia Guallart, estando abandonada durante el último cuarto del siglo XX.

La torre Lindar es la cabecera del antiguo anexo rural de “San Bernabé”. La vieja torre del Conde de Aranda ya era conocida en el siglo XII y su construcción denota un pasado al menos medieval, junto a ésta se levanta el viejo batán de pelaires que con el tiempo se transformó en una de las muchas fábricas papeleras que existieron en Villanueva. Otra edición de la huerta es la “Torre del Conde de Robres” actual “Torre del Byle”. En el extremo sur, junto a la carretera, se encuentra la torre de San Miguel, ya documentada en el siglo XIII como torre de los Padres Mercedarios Calzados de San Pedro Nolasco. En esa época tenía un hospital, una capilla y varias dependencias monásticas y en 1529 aparece citado el “Caffero de San Miguel” de la torre de “San Miguel del monte”. Madoz cita la existencia de “alguna fuente de agua mineral hidrosulfurosa de la que se hace mucho uso con buen éxito en varias enfermedades”.

La Crónica General de España dice de este manantial que “existe un pozo del que brotan dos chorros de más de una pulgada cada uno”. El manantial brota a casi 14 grados y es rico en carbonato cálcico y magnesio, así como en sulfato y cloruro sódico.

Algunas edificaciones como la del Seminario o la venta de Coscón ya han desaparecido o tan solo quedan restos simbólicos de ellas. Otras, a pesar de encontrarse fuera del Término Municipal tienen una importante connotación local como es la Torre del Azud del Rabal, situada sobre la vieja Burjazud árabe, la del Aliagar, frontera entre Zuera y Villanueva o las Casas alta y baja del Castellar, terreno muy vinculado a la historia y economía de Villanueva. Todas ellas tienen en común multitud de leyendas e historias que permanecen en la memoria colectiva de los Villanovenses, pero sin duda la más extendida es una que habla de interminables pasadizos subterráneos que unen muchas de estas torres con la Cartuja de Aula Dei, leyenda que tiene su origen, seguramente, en desapariciones inexplicables, en intentos por controlar a la población o para intentar explicar los paseos que los cartujos realizaban frecuentemente por la huerta villanovense.

El príncipe barcelonés Ramón Berenguer IV otorga en octubre de 1138 la Carta de Colonización que establece el “territorum cesaragustanum” en el que queda incluida ...”aquella tierra yerma de Zaragoza que no pagara alfarda a sus acequias...” confirmando a quien la ocupara ...” dos yugadas de tierra y a cada peón una...” al igual que ....”todos aquellos huertos que no se regaran por aquellas acequias...” siendo este documento de aplicación -a todos hombres que habiendo retenido heredades en los extrarradios y sus almunias, y no teniendo casas pobladas en Zaragoza (ciudad) habían vecindad en la misma, con sus vecinos- dentro del territorio deleitado por Osera al este, Zuera al norte, Sobradiel al oeste y Cariñena al sur, quedando dentro de todo este espacio Villanueva que aparece mencionada por vez primera en un documento público fechado en 1148 como Vila Nuova.

El 24 de noviembre de 1247 los concejos “de Burjazud et de Villanova” entregan a la Seo de Zaragoza los terrenos situados alrededor de una plaza para edificar la Iglesia Parroquial de dicho lugar: se le llamará “Sancti Salvatoris”, también se entregará una abadía, un cementerio y diversos terrenos de cultivo alrededor de la población. A partir de ahora comienza a existir Villanueva de Burjazud y, junto al primitivo “Barrio alto” que rodeaba la antigua iglesia de Santa Catalina, se levantará el “Barrio Bajo” que se configurará entre la actual calle de Pradilla (antes calle Mayor), la Plaza y la calle del Horno.

Unos años después, en 1262, los jurados de la ciudad de Zaragoza determinan a favor de los vecinos de Villanueva; derechos para “boalar” y cazar en un monte conocido por el Vedao, noticia que se repetirá en 1312 y después a lo largo de los siglos hasta llegar casi a nuestros días, se trata de derechos para Villanueva consistentes en poder pastorear en todos los montes del reino dictaminando que rijan los mismos precios que existen en la ciudad “puesto que son barrio y cuerpo de la misma”.

En 1523 el Emperador Carlos V, con ocasión de una visita a Zaragoza, reconoce a los vecinos de Villanueva el derecho para poder pastar con sus rebaños y cazar exclusivamente en el monte del Vedao y en una superficie que abarca desde: “la balsa de la fuessa entre a Puey Fornittero así como talla el camino de Castellón enta suso ento al bal de Alfocea así como el dito boalar de sus ditas confrontaciones es terminado e concluydo asi lo damos e otorgamos a bos dito concello de Villanova” previo abono de 20 sueldos jaqueses pagaderos anualmente durante 20 años, pudiendo ser prorrogado por otros tantos años consecutivos.

En el siglo XVI es importante para Villanueva por otras muchas cosas, ya en 1495 se cita a un tal “Maese Guillen, papelero” y a Johan López del Frago quien poseía en la “Granja de Junquera” dos molinos, uno papelero y otro harinero. En el término de Merzalar también existía un molino harinero y otro de papel con su casa, una torre, un corral, un granero y dos huertos situados junto a la “acequia llamada de Rabal”. Según el historiador Manuel Pedraza llegó a existir por esa época un tercer molino papelero.

Testigo de este momento de bonanza nos ha llegado la “Torre Vieja” o campanario de la antigua Iglesia parroquial de la que se tienen noticias a partir de 1600. Se trata de un rectángulo cuadrado con tres cuerpos, de estilo mudéjar con decoración formada por rombos de ladrillo resaltado. La última restauración le arrebató el viejo reloj y el tejado a doble vertiente, fue sustituido por otro piramidal rematado por la bola del mundo y sobre ésta la cruz. La torre es toda ella de ladrillo y en su primer tramo, que ocupa casi la mitad de la estructura, es completamente lisa a excepción de un pequeño remate final compuesto por una pequeña estructura ajedrezada, que rompe la monotonía del paño y sirve de transición a la parte superior. Un dintel separa el primer tramo del segundo, subdividido a su vez en dos partes. El plano inferior compuesto de un lienzo cuadrangular dividido por figuras romboidales, cuadrado que aparece en tres de las cuatro caras, excepto en la occidental que daba a la Iglesia.

Si el siglo XVI lo es de alegrías, el XVII lo es de penas. El consistorio se verá hipotecado con varias órdenes religiosas y personas de la burguesía Zaragozana. Pero en 1639 se producirá la mayor enajenación de bienes propios de la comunidad villanovense con la hipoteca de éstos a favor del Hospital Provincial de Ntra. Sra. de Gracia por la cantidad de sesenta mil sueldos jaqueses, pagaderos anualmente cada 3 de noviembre, por una cantidad de tres mil y gravado sobre: “casa, viñas, campos, huertos, olivares, heredades, carnicería, hornos, montes, sotos, yerbas, pastos, leñas, agua, molinos, ventas, ganados y graneros.”

Por si fuera poco, las epidemias de peste que asolaron Aragón durante la mitad del siglo XVI dejaron la población de Villanueva casi a la mitad de sus habitantes, población que se vio recuperada gracias a la inmigración francesa

de la que muchos villanovenses todavía conservan sus apellidos de origen. Es también a lo largo de este siglo cuando el pueblo ira sustituyendo su apellido para pasar a ser conocido por su nombre actual Villanueva de Gállego, la tradición dice que se le impuso este nombre “porque regaba este río su término”, pero es muy probable que tuviera que ver el proceso de erradicación del pasado musulmán que evocaba el nombre de Burjazud y su sustitución por otro apellido de carácter cristiano.

En el siglo XVIII se producirá un acontecimiento de vital importancia para el destino villanovense que romperá el estado de ralentización en el que se había postrado la población tras los desastres del siglo anterior.

Ignacio de Asso escribe en su Historia económica de Aragón, como el marqués de Rafal, intendente del Ejército de Aragón, propone en 1746 a Fernando VI la formación de un Compañía “ para comerciar con los frutos del país y animar a las fábricas casi extinguidas” Sociedad que es creada en junio de ese mismo año, precisamente una de sus factorías se instalaría en Villanueva, aprovechando los antiguos molinos del Merzalar dando lugar a lo que hoy día es “ el barrio del Comercio”. Para tener una idea de lo que supuso el establecimiento de esta “empresa” basta con saber que Villanueva no sobrepasaba los 200 habitantes en 1745, diez años después, su población se había duplicado. En 1804 se registraban 724 vecinos.

En 1764 trabajaban en las fábricas 37 obreros papeleros, 8 indianeros y 5 que se podría calificar como de “ mantenimiento”. Además, el barrio, disponía de una tienda y una taberna. La empresa comenzó a tener dificultades hacia 1785. Pese a ello, hacia 1800 todavía existía producción, pero solamente de papel, por entonces daba empleo a unas 49 personas.

El año 1808 marcará un antes y un después para la población. Durante los sitios de Zaragoza será el escenario de acciones tanto de las tropas españolas como francesas, fue cuartel general de la División Gazán durante el segundo sitio. Sufrirá la represión por parte de las tropas napoleónicas, iniciando el proceso para convertirse en municipio, hecho que se materializa el 15 de agosto de 1813 con la jura de la Constitución de 1812 del primer Concejo Villanovense.

Durante un siglo la localidad se verá inmersa en una doble lucha, una por delimitar su término municipal, enclavado entre Zaragoza y Zuera, con la que tendrá su pelea más dura, para ver reconocidos sus derechos sobre el monte de “Vallones” para el aprovechamiento de leñas en lo que se conoce como “Pinares de Zuera”.

Este pleito se remonta a la Edad Media y tiene sus raíces en un conflicto originado por el uso del agua de la acequia de Candevanía. Este canal de riego, que nace aguas arriba de Zuera, suministraba a la antigua Burjazud “para que tuviese aquella, abundantes sobras por toda la semana”, mientras que el aprovechamiento de “Vallones” o “Montis Vallis” era una concesión real a los primitivos habitantes de Villanueva. En el momento en que los vecinos de Burjazud se desplazaron a Villanueva, el concejo de Zuera propuso al de Villanueva entregarle “toda aquella agua que viniera en la Acequia de Zuera, en el día del Domingo para siempre, para su provecho y utilidad de los dichos hombres de Burjazud..... y que no la quitaran ni impidieran el agua corriente de la dicha Acequia” a cambio de “cien sueldos jaqueses” que los villanovenses entregarían a los zufarienses y además “que concedieran los hombres del lugar de Bujazud un lugar llamado Sobello para que pazcan allí las ovejas, cabras y bestias de los hombres del Concejo de Zuera y las bestias de los hombres del Concejo de Burjazud, ni los unos a los otros se pudiesen vedar el pasto y uso”. Jaime II de Aragón reconocerá, con fecha 15 de septiembre de 1320, esta sentencia. Pero será el mediante pronunciamiento de la Audiencia Provincial de Zaragoza de 12 de febrero de 1880 cuando se establezca para Villanueva un séptimo del agua que baja por Candevanía, es decir, un día a la semana además de la sobrante los restantes seis días, quedando bajo jurisdicción de Zuera el monte de Vallones, pero con uso y disfrute de las leñas por parte de los de Villanueva, siempre y cuando se apara uso doméstico. El Ayuntamiento de Zaragoza reconoció enseguida los límites del término Villanovense, presionado seguramente por la Casa de Ganaderos, pleito por la propiedad de los montes de la Sarda y el Vedao hasta que en 1917 se reconoció la titularidad Villanovense de las parcelas. En señal de agradecimiento el municipio puso a una de sus calles principales el nombre del abogado que les defendió: Juan Gómez Acebo.

Una vez consolidado el espacio Villanovense vino el crecimiento económico, social y urbanístico de la población. De los escasos mil habitantes en 1900 se pasó a más de dos mil, treinta años después. Esto hizo necesario un replanteamiento urbanístico que se tradujo en un plan pionero en España, ya que fue aprobado en 1923 e inmediatamente puesto en práctica con la instalación de una importante red de fuentes públicas, depósitos y alcantarillado. Parte de este crecimiento se produjo sobre todo al incremento de la producción de remolacha y la intensa actividad roturadora, a la que se uniría en los años cuarenta del siglo, la explotación de los montes del Castellar y del Gato.

En 1930 el pueblo disponía de Secretario de Paz, Fiscal, un coadjutor, dos profesoras para niñas y otros dos profesores para niños, un servicio de correo regular, dos médicos, dos practicantes, una farmacia, un veterinario y un jefe de estación de ferrocarril, entre otros servicios.

Tras la Guerra Civil, la vida en Villanueva se ralentizó hasta la década de 1960 cuando se reactivó gracias a una incipiente actividad industrial. La expropiación del Castellar afectó sobre todo al sector agrícola, pero Villanueva en los años ochenta no terminaba de despegar.



## VII. CONCLUSIÓN

D<sup>a</sup>. Marta Escolà Martínez , arqueóloga, Licenciada en Prehistoria y Arqueología por la UAM, con DNI. 2911232F, con domicilio profesional en la Calle Felipe Campos nº 3 (28002-MADRID), teléfono 91 510 25 55, fax 91 415 09 08 y correo electrónico: mescola@audema.com

### DICTAMINA:

Que la actuación arqueológica realizada (ESTUDIO BÁSICO PATRIMONIAL) en relación con el proyecto DATA CENTER VDG1, en el término municipal de Villanueva de Gállego (Zaragoza) ha resultado negativa. No se ha localizado ningún bien patrimonial (yacimientos arqueológicos, yacimientos paleontológicos, elementos etnográficos y arquitectónicos) en el ámbito del proyecto.

Será la prospección arqueológica previa al inicio de las obras la que verifique el estado actual de los bienes patrimoniales inventariados, así como la existencia de otros elementos patrimoniales no documentados bibliográficamente. Además, el ajuste del proyecto en fases posteriores permitirá definir la potencial afección que sobre ellos pudiera haber.

ESCOLA  
MARTINEZ  
MARTA -  
02911232F

Digital Signer: ESCOLA MARTINEZ  
MARTA - 02911232F  
DN: CN=ESCOLA MARTINEZ  
MARTA - 02911232F, SN=ESCOLA  
MARTINEZ, G=MARTA,  
SERIALNUMBER=IDCES-  
02911232F, C=ES  
Date: 21/10/2024 12:04:28 +02:00

Fdo. Marta Escolà Martínez

## VIII. ANEXOS

## VIII.1. ANEJO PLANIMÉTRICO. PROYECTO Y BIENES PATRIMONIALES SOBRE TOPOGRÁFICO 1:50.000







# audema

inspección · medioambiente · arqueología

[www.audema.com](http://www.audema.com)

## madrid

Calle Felipe Campos, 3 (local)

28002 Madrid

telf: 915 102 555

fax: 914 150 908

## castellón

C/ Manuel Bellido, 22 Bajo

12006 Castellón

telfs: 964 243 961 / 964 204 392

fax: 964 916 002

# Anexo 7

## Estudio de emisiones atmosféricas





# EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA MODELIZACIÓN DE LA DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA ZAZ080

5 de noviembre de 2024


Versión 3.2



### HISTORIAL DEL DOCUMENTO

VERSIÓN	FECHA	MODIFICADO POR	PÁGINAS MODIFICADAS	DESCRIPCIÓN
1.0	26/08/2024		N/A	Versión inicial
2.0	30/08/2024	M.G.S.	Anexo III	Anexo III añadido
3.0	18/09/2024	M.G.S.		Cambios en escenario 4 Anexo III eliminado
3.1	18/10/2014	M.G.S.	Página 39	Tipo de receptor
3.2	05/11/2024	R.A.O	Página 8	Corrección de erratas

### QUIÉN HA PARTICIPADO EN EL DOCUMENTO

RESPONSABILIDADES	NOMBRE - FUNCIÓN	FECHA	FIRMA
EJECUCIÓN	Dra. M <sup>a</sup> Ángeles González Serrano <i>Project Manager</i>	26/08/2024	
	MSc. Rosana Almeida Orcha <i>Project Technician</i>	26/08/2024	
REVISIÓN	MSc. Ignasi Porras Alegre <i>Solutions Director</i>	26/08/2024	

*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

<b>Índice</b>	<b>4</b>
<b>Acrónimos</b>	<b>5</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>6</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>7</b>
1.1. Objetivo	10
1.2. Estructura	10
<b>2. Metodología y fundamentos de la modelización</b>	<b>11</b>
2.1. Información instrumental	11
2.2. Sistema de modelización	12
2.3. Modelización meteorológica	13
2.4. Factores de emisión	16
2.5. Modelización de la dispersión	16
<b>3. Inventario de emisiones</b>	<b>19</b>
3.1. Estimación de emisiones	20
<b>4. Caracterización meteorológica y validación</b>	<b>22</b>
4.1. Caracterización meteorológica	22
4.2. Validación de datos meteorológicos	27
<b>5. Configuración y validación del modelo de dispersión</b>	<b>35</b>
5.1. Escenarios de modelización	36
5.2. Fuentes de emisión	37
<b>7. Resultados</b>	<b>38</b>
6.1. Escenario 1	40
6.2. Escenario 2	48
6.3. Escenario 3	56
6.4. Escenario 4	64
<b>7. Conclusions</b>	<b>72</b>
<b>Anexo I</b>	<b>73</b>
<b>Anexo II</b>	<b>74</b>
<b>Referencias</b>	<b>91</b>
<b>Listado de figuras y tablas</b>	<b>92</b>
Figuras	92
Tablas	97

# 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 <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
Pb	Plomo
PM <sub>2,5</sub>	Partículas con diámetro inferior a 2,5 micras
PM <sub>10</sub>	Partículas con diámetro inferior a 10 micras
RMSE	Root Mean Square Error
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
SRTM	Shuttle Radar and Topography Mission
UTM	Universal Transverse Mercator
WRF	Weather Research and Forecasting

## Resumen ejecutivo

El presente estudio ha determinado el impacto ambiental que puede surgir de las actividades de combustión de múltiples generadores diésel de una ubicación en Aragón. 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 citado objetivo, se han utilizado de forma combinada técnicas de modelización meteorológica, información instrumental procedente 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.

El cliente ha proporcionado los parámetros físicos, la ubicación, las características de las fuentes emisoras, así como las variables de actividad asociadas requeridas para la generación del inventario de emisiones. Toda esta información ha sido confirmada, luego de su envío, recepción y análisis, por parte del cliente. Se han evaluado un total de 4 escenarios de modelización, correspondientes a 4 escenarios diferentes desde el punto de vista de la actividad de los generadores y, por lo tanto, de las emisiones. La modelización se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la información meteorológica de todo el año 2023.

De acuerdo con los resultados establecidos a través del modelo de dispersión de contaminantes, se puede observar que los niveles de los contaminantes considerados ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ) no exceden los valores límite de calidad del aire establecidos en la legislación vigente en ninguno de los receptores discretos específicos para cualquiera de los escenarios considerados.

Para los escenarios más desfavorables (escenarios 1 y 4) se ha realizado una modelización sinérgica combinando las emisiones de ZAZ060, ZAZ080 y ZAZ100. Los resultados se muestran en el Anexo II, donde se observa que no existen superaciones de los valores límite de calidad del aire establecidos en la legislación en ninguno de los receptores discretos específicos.



# 1. Introducción

METEOSIM SL ("Meteosim") ha sido contratado por TAUW IBERIA SAU (en adelante, "TAUW IBERIA") para realizar una modelización meteorológica y de dispersión atmosférica para evaluar el cumplimiento con todos los requisitos de evaluación de la calidad del aire de una ubicación de terceros en Aragón (España).

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 que podrían utilizarse en condiciones de operación normales y anormales. También se consideran las pruebas operacionales frecuentes del generador.

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
Enfoque de la solución	Modelización Numérica
Modelización de la Dispersión	Utilización del modelo CALPUFF
Periodo de modelización	1/1/2022 – 1/1/2023
Contaminantes considerados	NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , Pb, Cd, As, Ni, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Localización	Villanueva de Gállego
Site	ZAZ080

Se ha utilizado el modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos CALPUFF para simular la dispersión de emisiones atmosféricas de los contaminantes ya mencionados en 4 escenarios de fuentes múltiples asociadas a la combustión de generadores diésel en la localización estudiada. Hay un total de 44 chimeneas, esto es, una chimenea por generador. 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 TAUW IBERIA.

Tabla 2. Principales características del generador diésel (100% carga).

Características	Edificios 12-pod y 6-pod	CWIBO	Substation
Modelo de generador	Peor caso	Cummins C900D5NS	Cummins C900D5NS

Características	Edificios 12-pod y 6-pod	CWIBO	Substation
Cantidad	42	1	1
Potencia (kW)	3500kVA /900kVA	900kVA	900kVA
Altura de la chimenea (m)	15	9,3	0,05
Diámetro de la chimenea	600	300	120
Velocidad de salida de los gases (m/s)	33,95	34,85	0,018
Temperatura de salida de los gases (°C)	423	467	570

Tabla 3. Principales características del generador diésel (10% carga).

Characteristic	Edificios 12-pod y 6-pod	CWIBO	Substation
Modelo de generador	Peor caso	Cummins C900D5NS	Cummins C900D5NS
Cantidad	42	1	1
Potencia (kW)	3500kVA /900kVA	900kVA	900kVA
Altura de la chimenea (m)	15	9,3	0,05
Diámetro de la chimenea	600	300	120
Velocidad de salida de los gases (m/s)	9,51	31,97	0,018
Temperatura de salida de los gases (°C)	275,3	514	570

A continuación, se especifican los 4 escenarios a partir de los cuales se han evaluado sus valores de emisión, dispersión atmosférica, concentración y contribución de cada una de las fuentes:

- **Escenario 1:** 10 minutos por generador (quincenalmente, 26 al año). Funcionamiento total de 8 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento al 10% de carga. Dos generadores en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.
- **Escenario 2:** 1,5 horas por generador, dos veces al año (semestralmente, 2 al año). Funcionamiento total de 3 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento funcionando al 100% de carga. Dos generadores en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.
- **Escenario 3:** 1,5 horas por generador, por trimestre, después de tareas de mantenimiento específicas que requieran encender el generador. Funcionamiento total de 6 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento al 100% de carga. Un generador en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.

- **Escenario 4:** funcionamiento total de 250 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento funcionando al 100% de carga (escenario de emergencia).

La siguiente figura muestra la localización del estudio:

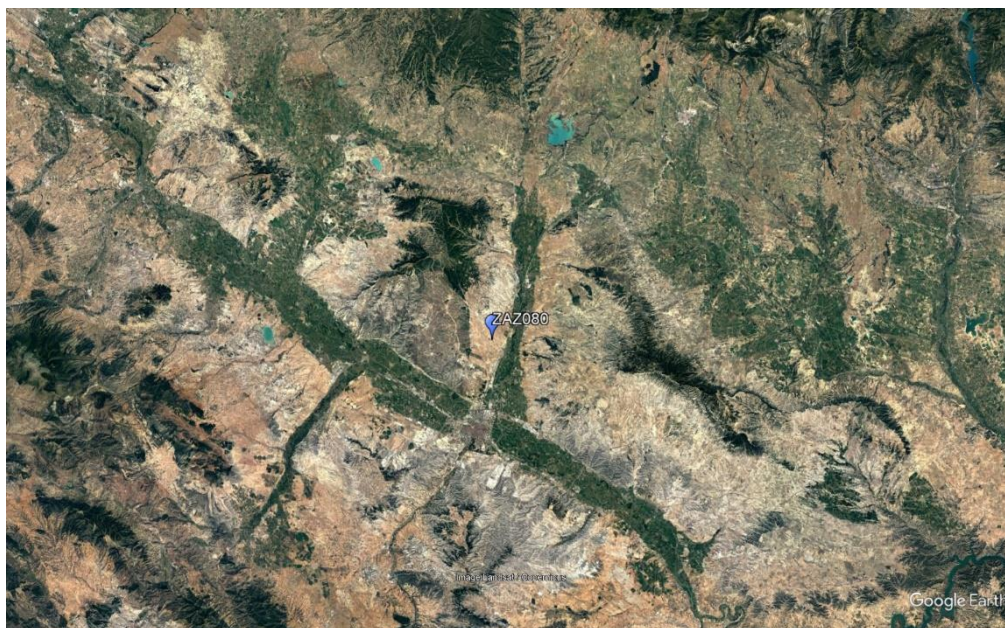


Figura 1. Localización del estudio.

En las siguientes secciones se indica el alcance del trabajo, así como la descripción de la estructura del informe final.

## 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 en una ubicación de terceros en Villanueva de Gállego (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 descripción de la configuración del modelo de dispersión CALPUFF utilizado se presenta en la sección 5.

Por último, los principales resultados obtenidos en el análisis y las conclusiones alcanzadas se presentan en las secciones 6 y 7.

## 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.
- 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). La localización de las estaciones meteorológicas consideradas en el análisis se presenta en la Figura 2.

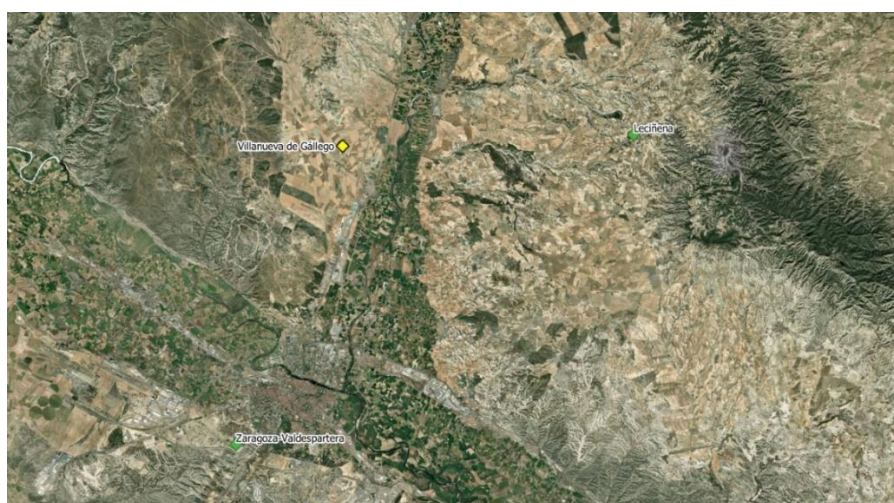


Figura 2. Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas como información instrumental.

Tabla 4. Descripción general de la estación meteorológica utilizada. Las coordenadas geográficas se encuentran en la proyección UTM, Zona 30, Datum WGS84.

Red	Estación	Periodo	Variables meteorológicas	UTM X (m)	UTM Y (m)
AEMET	9434P – Zaragoza-Valdespartera	1/1/2022 – 1/1/2023	Temperatura, precipitación, velocidad y dirección del viento, humedad relativa	672034.3	4609738.4
AEMET	9495Y – Leciñena	1/1/2022 – 1/1/2023	Temperatura, precipitación, velocidad y dirección del viento, humedad relativa	697969.6	4629945.6

## 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.

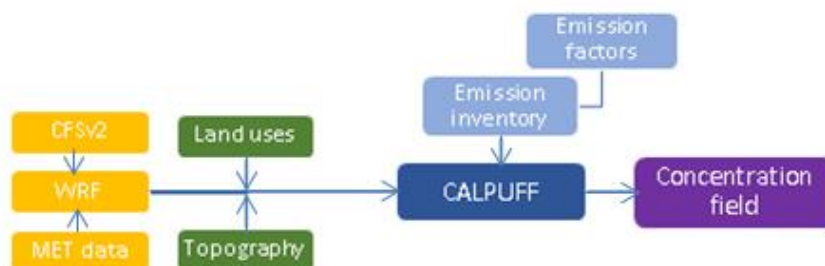


Figura 3. Descripción de los diferentes modelos y módulos utilizados para el desarrollo del proyecto

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* (WRF<sup>1</sup>) 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.
- 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

---

<sup>1</sup> 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.

para la inicialización del modelo WRF. CFSv2 <sup>2</sup> 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.

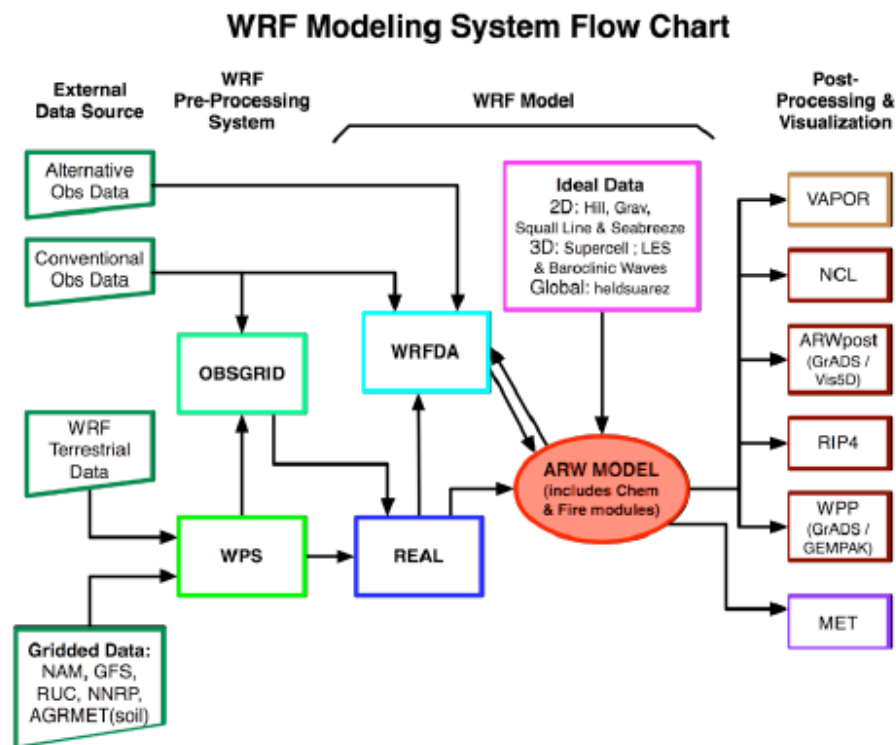


Figura 4. Representación esquemática de funcionamiento de WRF-ARW.  
[http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user\\_guide\\_V3/contents.html](http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/contents.html)

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 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, mesoscala, microscala), 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

<sup>2</sup> 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.

Tabla 5. 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 <sup>2</sup>	576 x 576 km <sup>2</sup>	192 x 192 km <sup>2</sup>	64 x 64 km <sup>2</sup>

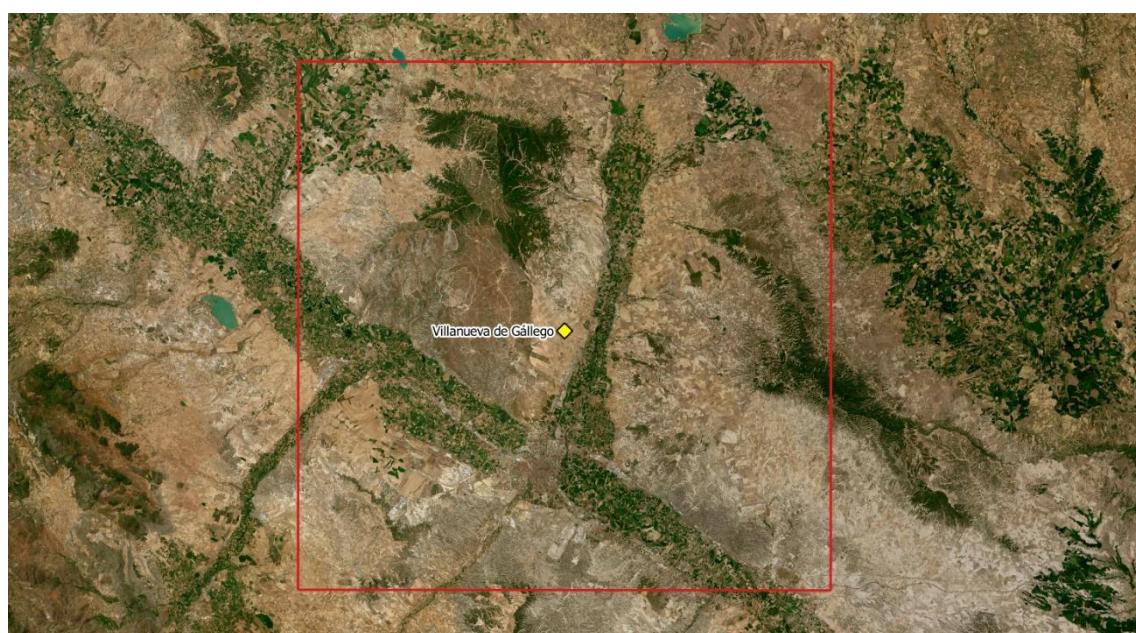
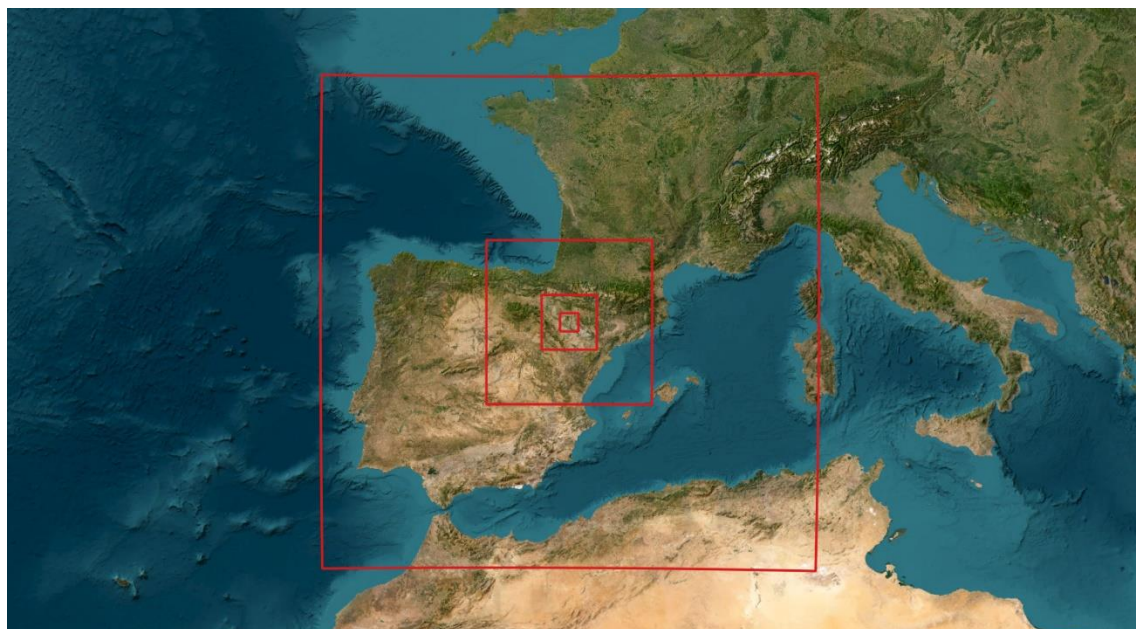


Figura 5. Dominios de modelización. Dominios D01, D02, D03 y D04 (superior). Dominio D04 (inferior).

## 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 y más importante a nivel europeo es la guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA 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](http://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.

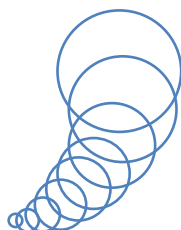


Figura 1. Comportamiento teórico del modelo CALPUFF.

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 éstas 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 TAUW Iberia. Cada fuente (generador) se consideró como una fuente puntual, y se incluyó en las simulaciones de CALPUFF que detallan todas las características de cada generador (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 dos escenarios. En la Figura 6 se muestra la ubicación de las diferentes fuentes sobre el plano del edificio.

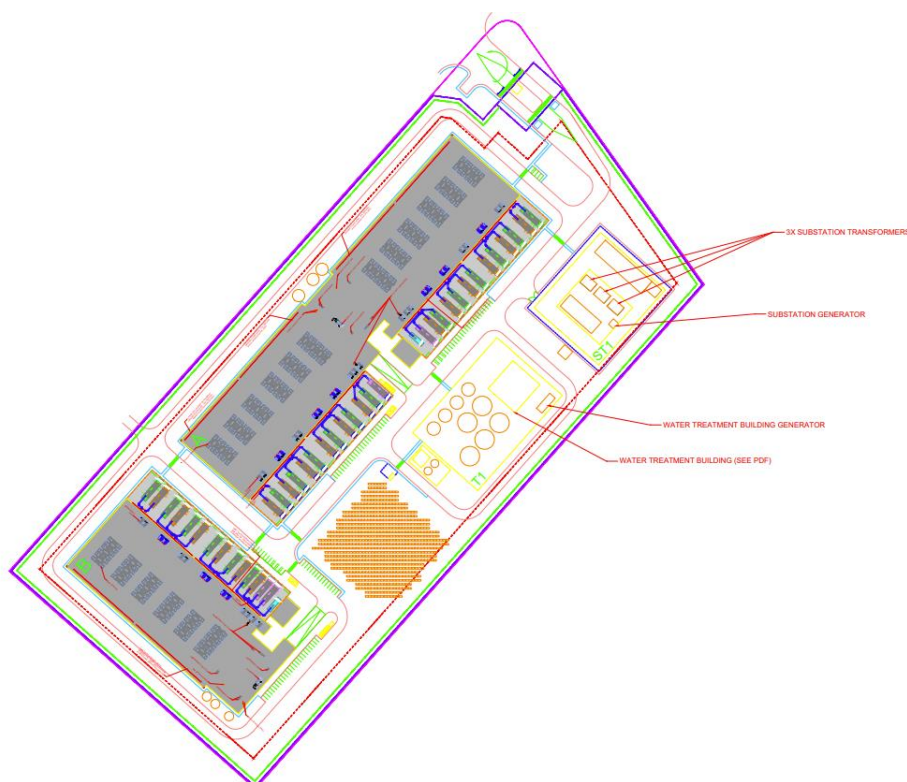


Figura 6. Ubicación de las fuentes consideradas.

### 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). 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.

Esta sección proporciona factores de emisión de contaminantes para procesos de combustión en generadores. La información para las emisiones de NO<sub>2</sub> y CO utilizadas en este proyecto se ha extraído de la ficha técnica de cada tipo de generador (suministrada por TAUW IBERIA); para el resto de contaminantes, los datos de las emisiones se han extraído de la guía EMEP/EEA, que resume todos los factores de emisión (apartado 1.A.1.a). Esta información se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 6. Factores de emisión para todos los contaminantes considerados en las simulaciones.

Factores de emisión (g/kwh)	3500kVA		900kVA	
	100% carga	10% carga	100% carga	10% carga
NO <sub>x</sub> (como NO <sub>2</sub> )	6.78E+00	9.18E+00	10.14E+00	10.10E+00
CO	4.68E-01		4.68E-01	
SO <sub>x</sub> (como SO <sub>2</sub> )	1.67E-01		1.67E-01	
PM <sub>10</sub>	8.06E-02		8.06E-02	
PM <sub>2.5</sub>	7.81E-02		7.81E-02	
Pb	1.47E-02		1.47E-02	
Cd	4.90E-03		4.90E-03	
As	6.52E-03		6.52E-03	
Ni	4.90E-03		4.90E-03	
Benceno	4.18E-04		4.18E-04	

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 7, se muestran las emisiones totales para todos los generadores, para los cuatro escenarios.

Tabla 7. Emisiones totales para cada escenario, estimadas para cada contaminante.

Contaminante	EMISIONES TOTALES (g/s)			
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
NO <sub>2</sub>	1.63E-02	4.51E-03	4.51E-03	7.81E+00
CO	8.31E-04	3.12E-04	3.12E-04	5.33E-01
SO <sub>x</sub>	2.97E-04	1.11E-04	1.11E-04	1.91E-01
PM <sub>10</sub>	1.43E-04	5.37E-05	5.37E-05	9.18E-02
PM <sub>2.5</sub>	1.39E-04	5.20E-05	5.20E-05	8.89E-02
Pb	2.60E-05	9.76E-06	9.76E-06	1.67E-02
Cd	8.69E-06	3.26E-06	3.26E-06	5.57E-03
As	1.16E-05	4.34E-06	4.34E-06	7.42E-03
Ni	8.69E-06	3.26E-06	3.26E-06	5.57E-03
Benceno	7.42E-07	2.78E-07	2.78E-07	4.75E-04

La emisión de cada contaminante no solo se calculó considerando todos los generadores, sino que también se distribuyó para las simulaciones CALPUFF teniendo en cuenta cada generador (o grupo de generadores). Cada contaminante se emite a la temperatura y velocidad descrita en la Tabla 2.

Tabla 8. Emisiones para cada escenario, estimadas para cada contaminante, para cada generador.

Contaminante	EMISIONES POR GENERADOR (g/s)							
	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
	3500 kW	900 kW	3500 kW	900 kW	3500 kW	900 kW	3500 kW	900 kW
NO <sub>2</sub>	8.15E-03	2.31E-03	2.26E-03	8.68E-04	4.51E-03	1.74E-03	3.76E-01	1.45E-01
CO	4.16E-04	1.07E-04	1.56E-04	4.01E-05	3.12E-04	8.01E-05	2.60E-02	6.68E-03
SO <sub>x</sub>	1.49E-04	3.82E-05	5.57E-05	1.43E-05	1.11E-04	2.87E-05	9.29E-03	2.39E-03
PM <sub>10</sub>	7.16E-05	1.84E-05	2.68E-05	6.90E-06	5.37E-05	1.38E-05	4.47E-03	1.15E-03
PM <sub>2.5</sub>	6.94E-05	1.78E-05	2.60E-05	6.69E-06	5.20E-05	1.34E-05	4.34E-03	1.11E-03
Pb	1.30E-05	3.35E-06	4.88E-06	1.25E-06	9.76E-06	2.51E-06	8.13E-04	2.09E-04
Cd	4.35E-06	1.12E-06	1.63E-06	4.19E-07	3.26E-06	8.38E-07	2.72E-04	6.99E-05
As	5.79E-06	1.49E-06	2.17E-06	5.58E-07	4.34E-06	1.12E-06	3.62E-04	9.30E-05
Ni	4.35E-06	1.12E-06	1.63E-06	4.19E-07	3.26E-06	8.38E-07	2.72E-04	6.99E-05
Benceno	3.71E-07	9.53E-08	1.39E-07	3.58E-08	2.78E-07	7.15E-08	2.32E-05	5.96E-06

## 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 2023. 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, Villanueva de Gállego, 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 en Villanueva de Gállego.

Del ciclo diario de la velocidad del viento obtenida con el modelado (Figura 7 a la izquierda) se infiere una velocidad constante a lo largo del día, que varía en promedio entre 2.5 y 4.0 m/s. 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 4 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 15% de los datos. Las rosas de los vientos mensuales muestran que los vientos son, en general, de carácter débil, aunque en meses como enero o mayo la componente NO es predominante con vientos generalmente moderados o incluso fuertes.

La Figura 10 muestra que la componente NO es la predominante durante el día. Aun así, durante la noche también domina la componente NNE con una frecuencia entre el 20% y el 25%.

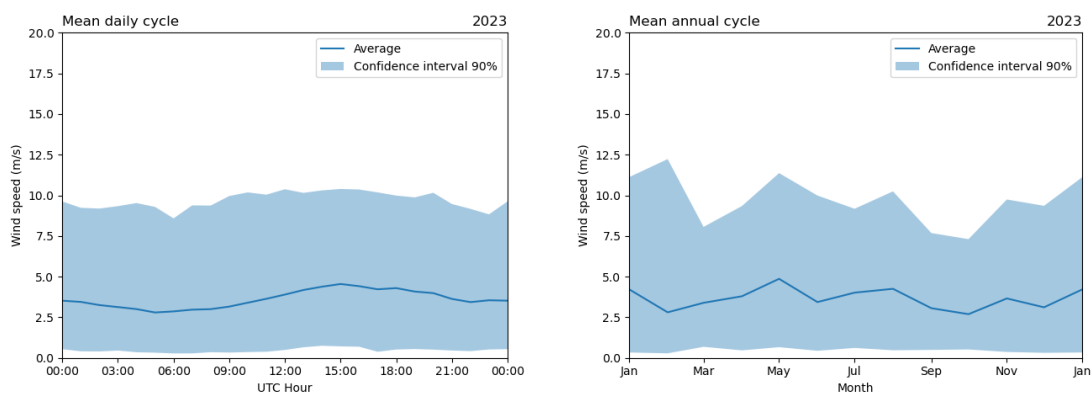


Figura 7. Ciclo diario (izquierda) y ciclo anual (derecha) de la velocidad del viento simulada en el punto de análisis.

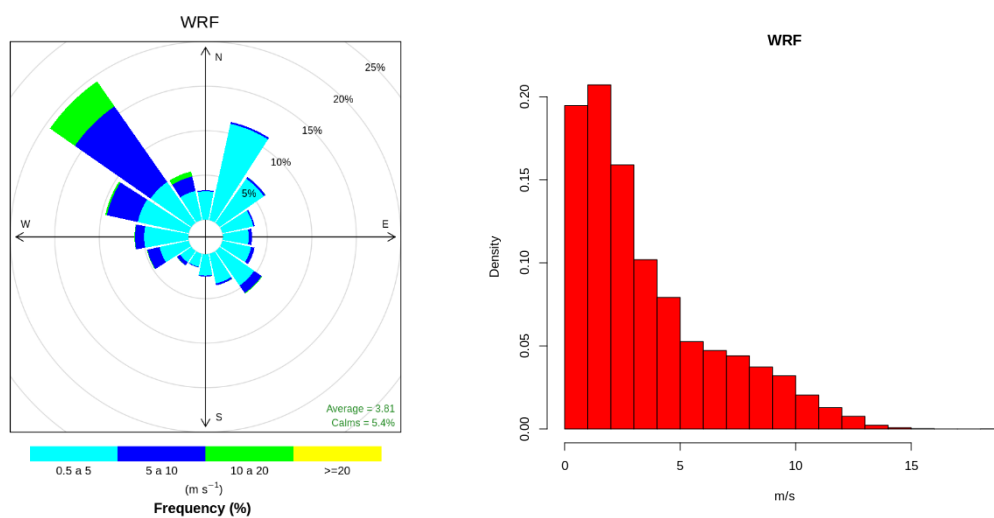


Figura 8. Rosa de vientos (izquierda) e histograma de frecuencia de intensidad de viento anual (derecha) simulado en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de ocasiones en un año en que se reproduce una dirección e intensidad del viento, respectivamente.

# WRF

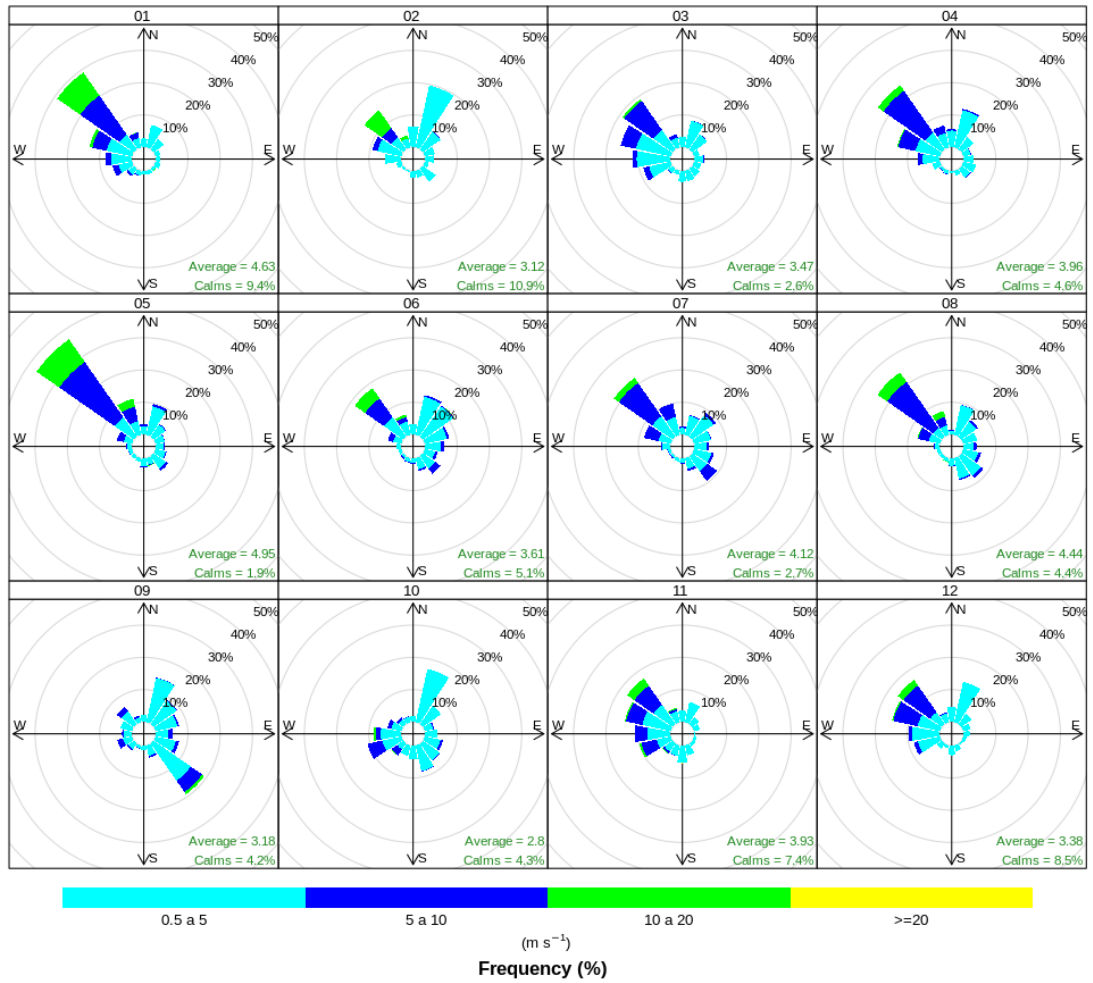


Figura 9. Rosas de viento mensuales en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de veces en un año que se reproduce una dirección del viento.



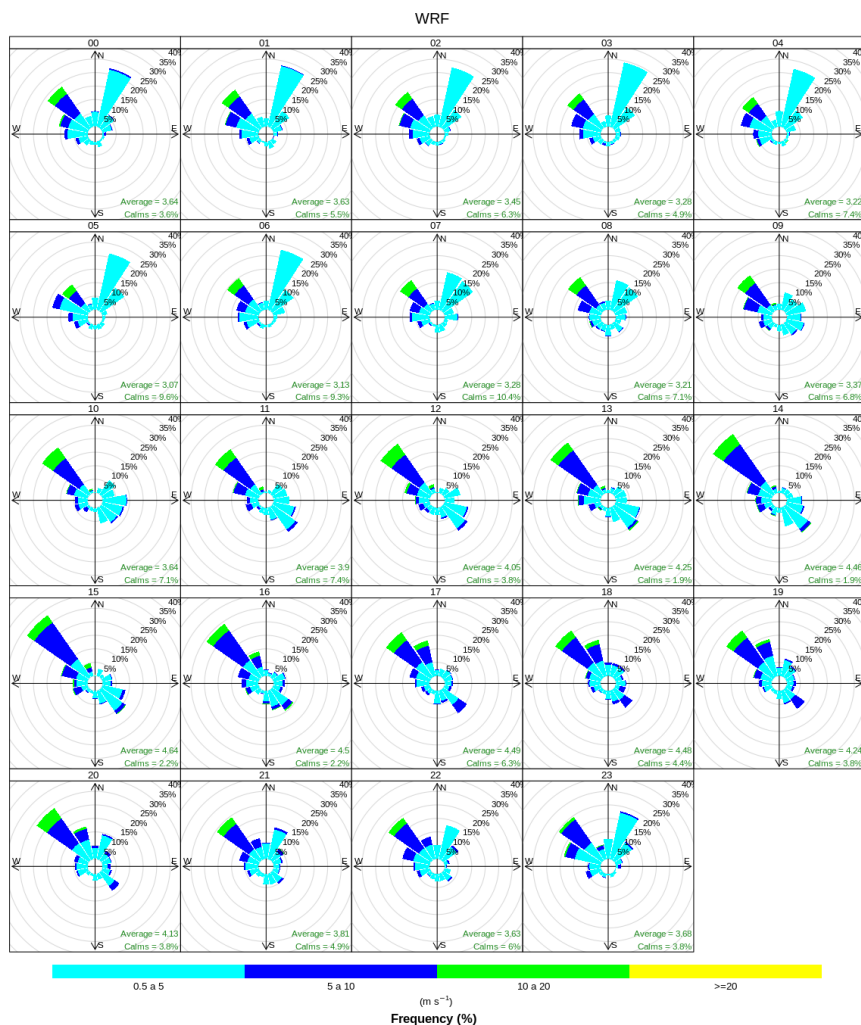


Figura 10. Rosas de viento horarias en el punto de análisis. Los porcentajes indican el porcentaje de veces en un año que se reproduce una dirección del viento..

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los valores medios mensuales de temperatura y los valores mínimos y máximos de cada mes del período estudiado. Las temperaturas mínimas ocurren en febrero, con valores mensuales promedio de 5.0 °C y una media mensual mínima de -3.2°C. Las temperaturas máximas ocurren en julio, con valores mensuales promedio de alrededor de 25.6 °C. Los valores máximos son superiores a 39 °C con un máximo absoluto en julio (43.3 °C). Sobre una base diaria (Figura 11), la oscilación de la temperatura es de 10 a 22 °C en promedio.

Table 9. Average, maximum and minimum monthly temperature records (in °C) simulated at the point of analysis

Temperatura	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Media	5.0	5.1	11.3	14.2	17.0	22.8	25.6	25.3	21.9	17.9	11.0	6.8
Max.	14.8	17.7	24.6	29.6	29.4	37.0	42.3	38.8	32.5	31.4	21.9	17.2
Mín.	-3.2	-1.7	-2.2	-0.5	3.5	12.9	13.7	11.7	11.3	7.0	1.9	-0.3

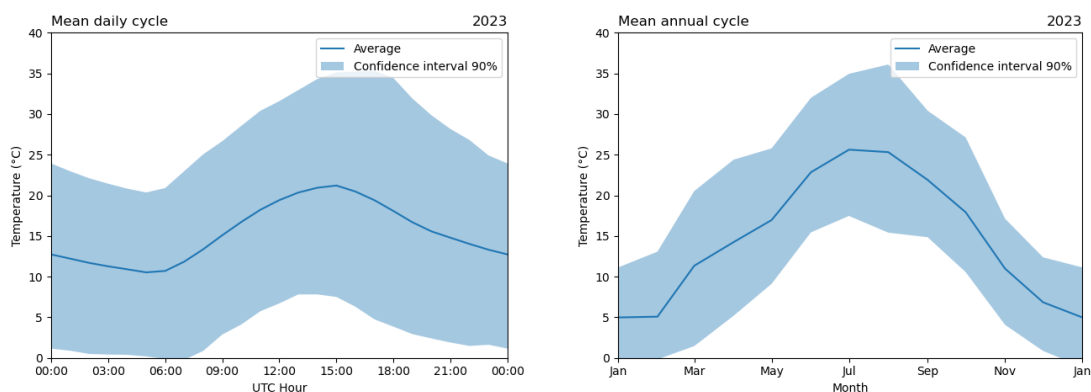


Figura 11. Temperatura simulada del ciclo diario (izquierda) y anual (derecha) en el punto de análisis.

De la Figura 12, correspondiente a los valores de precipitación acumulados para cada mes, se infiere que los meses más lluviosos fueron junio, septiembre y octubre, con valores acumulados mensuales superiores a 60 mm, siendo julio y agosto los meses más secos donde la precipitación acumulada fue menor a 10 mm.

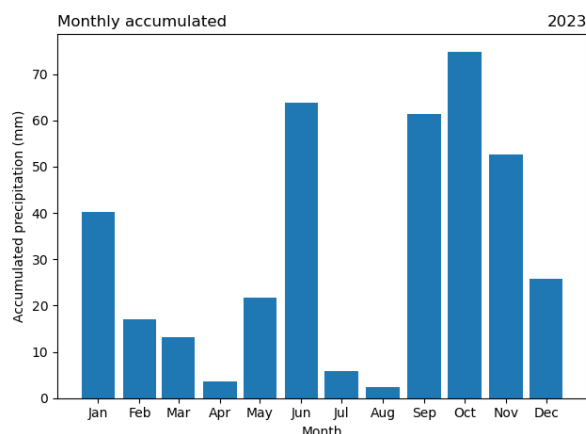


Figura 12. Precipitación mensual acumulada durante el año 2022 en el punto de análisis.

La Tabla 10 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 98% a 100%, a excepción del mes de julio que baja hasta el 96%. Por otro lado, el valor mínimo se registra también en julio y mayo (6%).

Tabla 10. Registros promedio, máximo y mínimo de humedad relativa mensual (en %).

Humedad relativa	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Media	71	71	65	59	57	58	51	51	58	64	75	75
Max.	99	99	98	99	99	98	96	99	99	99	100	100
Mín.	30	31	22	15	9	16	9	15	17	21	33	30

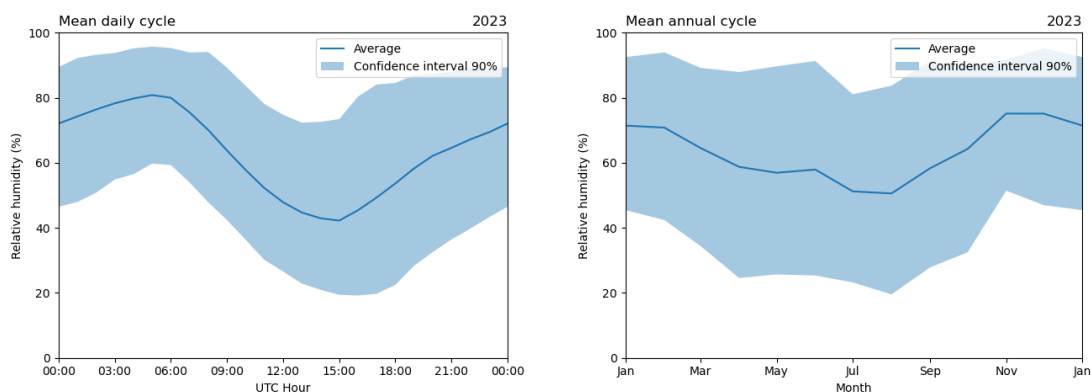


Figura 13. Ciclo diario (izquierda) y anual (derecha) de humedad relativa simulada en el punto de análisis.

En el ciclo diario (Figura 13) se observa una oscilación de la humedad relativa entre el 45% durante la hora central del día y el 80% durante la noche.

## 4.2. 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)<sup>3</sup> y Tesche et al. (2002)<sup>4</sup>.

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:

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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.

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

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

$$\text{Mean root square error:} \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M_i - O_i)^2} \quad (3)$$

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

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 11. 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 9434P – Zaragoza- Valdespartera	AEMET 9495Y– Leciñena	Todas
Velocidad del viento horaria	MB (m/s) (<±0.5) RMSE (m/s) (<2) IOA (≥0.60)	1.5 2.5 0.76	1.2 2.6 0.75	1.1 1.9 0.79
Dirección del viento horaria	MB (°) (<±10) MAGE (°) (<30)*	-7 39	8 48	6 45
Temperatura horaria	MB (°C) (<±0.5) MAGE (°C) (<2) IOA (≥0.80)	-1.3 2 0.98	-0.6 2 0.98	-1.1 2 0.97
Humedad relativa horaria	MB (%) (<±10) MAGE (%) (<±20) IOA (≥0.60)	8 12 0.84	-2 9 0.90	3 10 0.88

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 1.9 m/s (RMSE) y 45° (MAGE), respectivamente. La velocidad del viento muestra una tendencia a sobreestimar (valores positivos de sesgo medio) para ambas 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. Los resultados mostrados en la tabla anterior, por

tanto, determinan que la configuración del modelo WRF utilizada ofrece resultados fiables, ajustándose adecuadamente a las observaciones.

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.

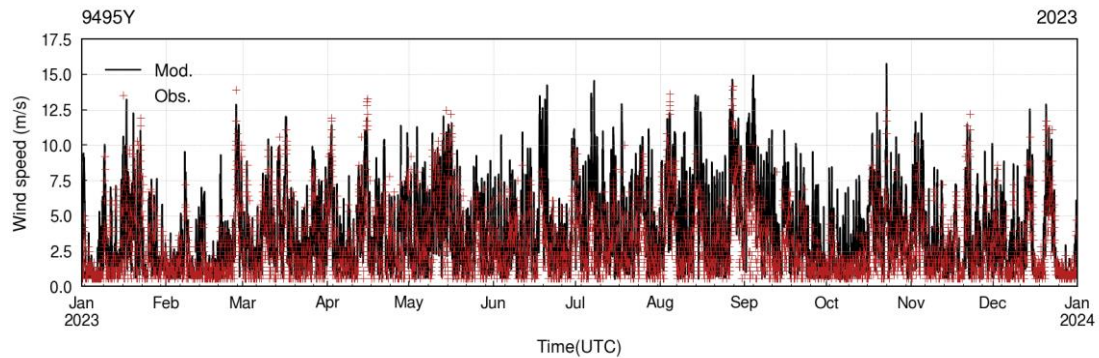


Figura 14. Serie anual de velocidad del viento medida en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

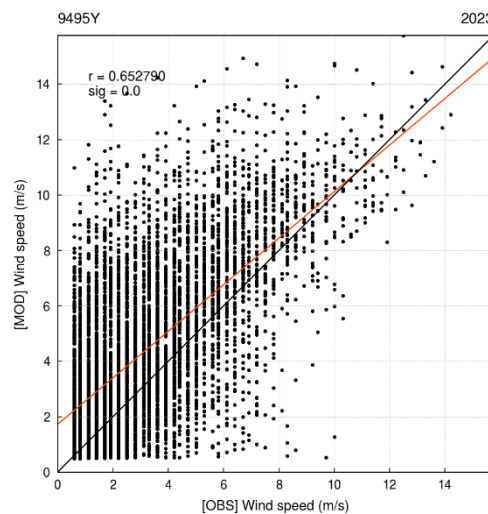


Figura 15. Diagramas de dispersión de velocidad del viento medida la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

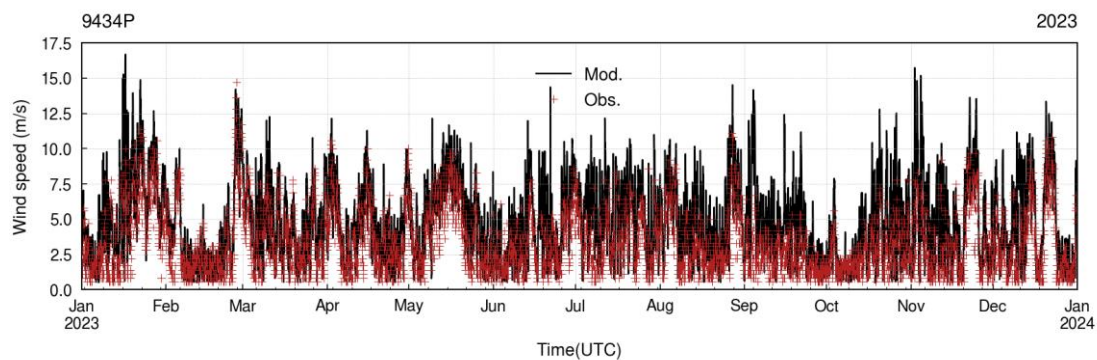


Figura 16. Serie anual de velocidad del viento medida en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

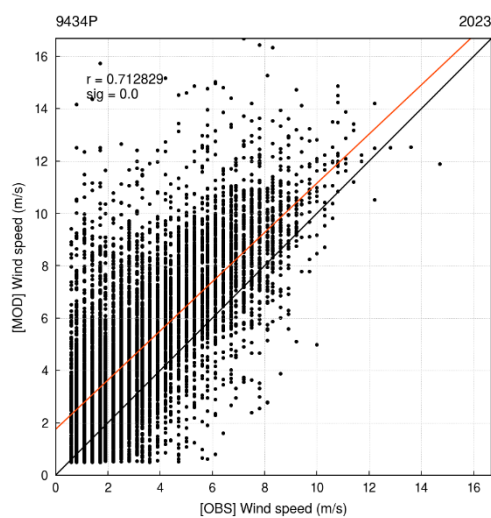


Figura 17. Diagramas de dispersión de velocidad del viento medida la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.



Justo debajo 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 0,97 obtenido.

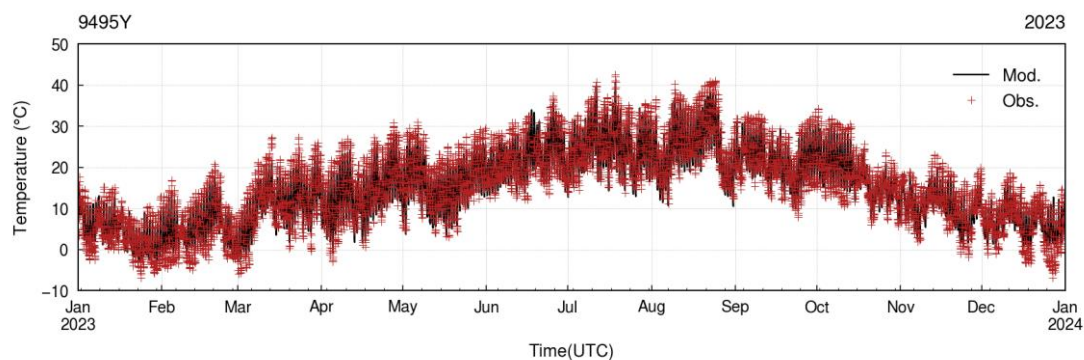


Figura 18. Serie anual de temperatura medida en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

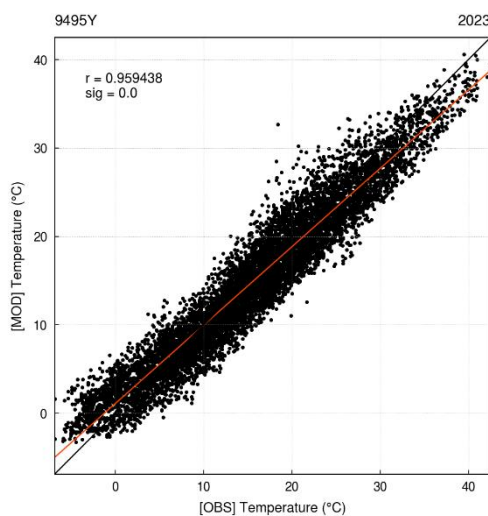


Figura 19. Diagrama de dispersión de temperatura medida en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

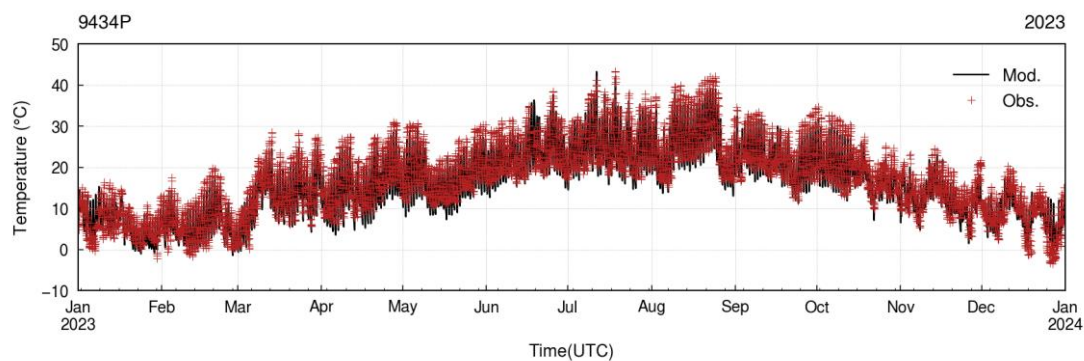


Figura 20. Serie anual de temperatura medida en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

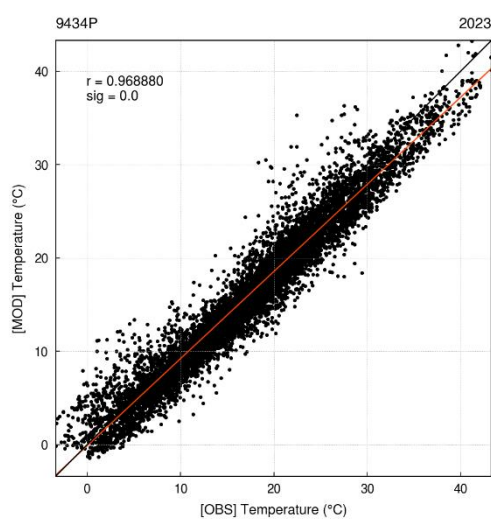


Figura 21. Diagrama de dispersión de temperatura medida en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

Las figuras 19 y 20 muestran el diagrama de dispersión de las series temporales y el diagrama de dispersión de la humedad relativa, donde se puede comprobar la concordancia entre el modelo y la observación ( $r = 0,87$ ).

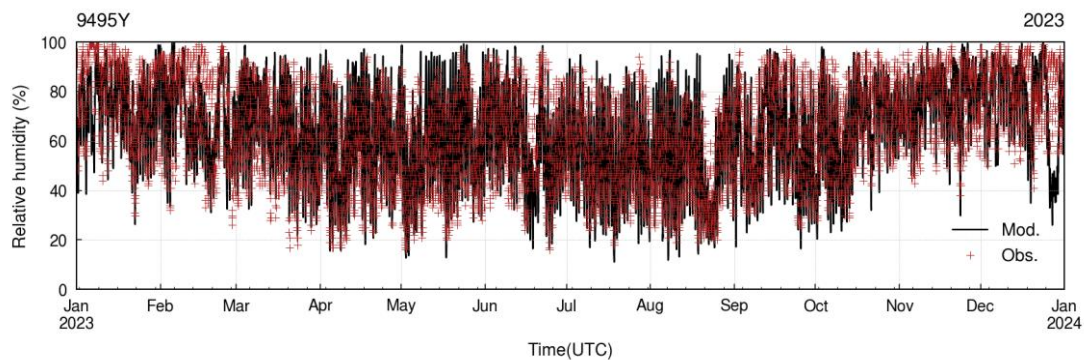


Figura 22. Serie anual de humedad relativa en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

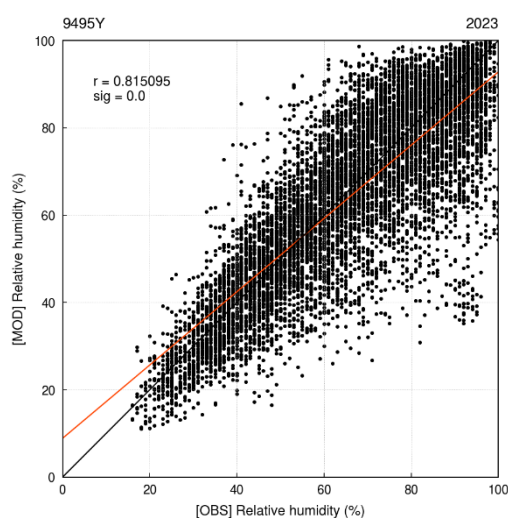


Figura 23. Diagrama de dispersión de humedad relativa en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

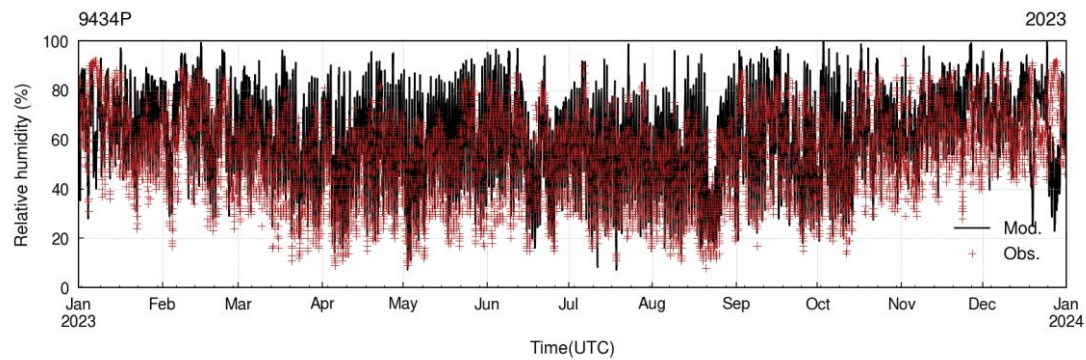


Figura 24. Serie anual de humedad relativa en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

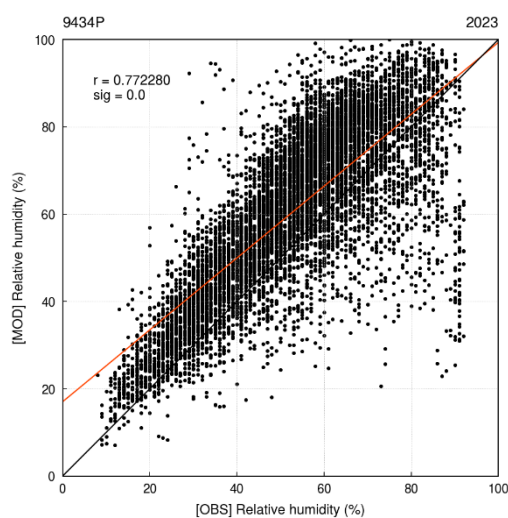


Figura 25. Diagrama de dispersión de humedad relativa en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.

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

## 5. Configuración y validación del modelo de dispersión

La simulación con el modelo de dispersión de contaminantes CALPUFF se ha realizado en un dominio de 20x20 km<sup>2</sup>, de 500 metros de resolución. Este dominio está centrado en el emplazamiento ZAZ080. A continuación se muestran las características del dominio de modelización.

Tabla 12. Propiedades del dominio de simulación CALPUFF. UTM zona 30 y WGS-84.

Campo	Dominio CALPUFF
Rango XUTM (m)	658991 – 678991
Rango YTUM (m)	4609195 – 4629195
Extensión	20 x 20 km <sup>2</sup>
Número de celdas	40 x 40
Espaciamento	500 m
Niveles verticales	20

La Figura 26 muestra el dominio de simulación y los usos del suelo de la zona. 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.

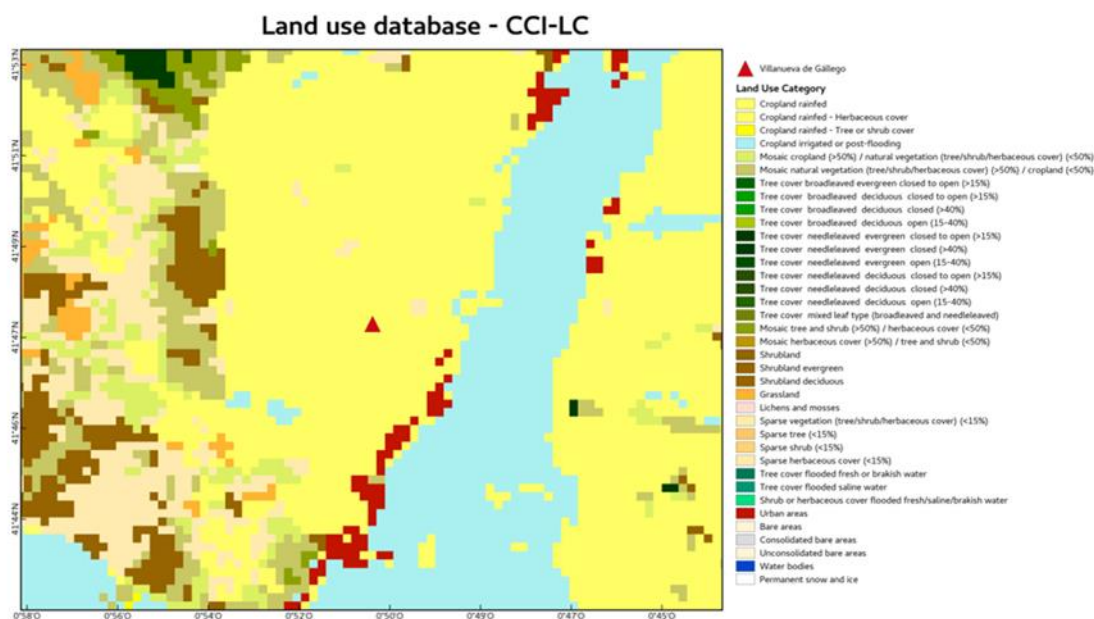


Figura 26. Usos del suelo considerados en la modelización.

De la misma manera en la siguiente figura (Figura 27), se muestra el dominio de simulación y la topografía de la zona utilizada, con resolución aproximada de 90 metros (3 arc-sec), extraída de la base de datos SRTM (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>).

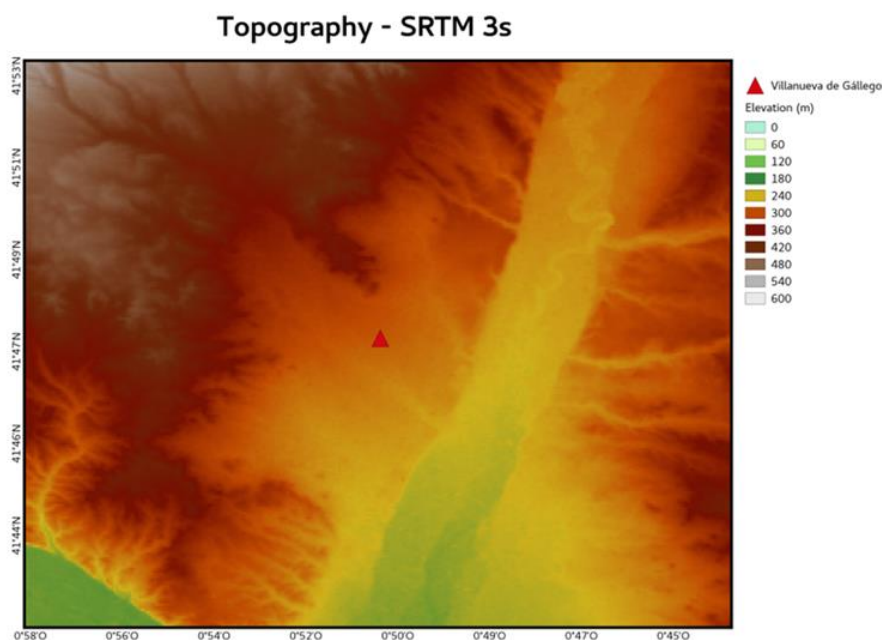


Figura 27. Topografía considerada en la modelización.

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.

## 5.1. Escenarios de modelización

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

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

- **Escenario 1:** 10 minutos por generador (quincenalmente, 26 al año). Funcionamiento total de 8 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento al 10% de carga. Dos generadores en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.
- **Escenario 2:** 1,5 horas por generador, dos veces al año (semestralmente, 2 al año). Funcionamiento total de 3 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento funcionando al 100% de carga. Dos generadores en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.
- **Escenario 3:** 1,5 horas por generador, por trimestre, después de tareas de mantenimiento específicas que requieran encender el generador. Funcionamiento total de 6 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento al 100% de carga. Un generador en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.
- **Escenario 4:** funcionamiento total de 250 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento funcionando al 100% de carga (escenario de emergencia).



El período de simulación abarca todo el año 2023. La simulación se ha llevado a cabo para el NO<sub>2</sub> (Dióxido de nitrógeno), CO (Monóxido de carbono), SO<sub>2</sub> (Dióxido de azufre), PM<sub>10</sub> (Material particulado < 10 µm), PM<sub>2.5</sub> (Material particulado < 2.5 µm), Pb (Plomo), Cd (Cadmio), As (Arsénico), Ni (Níquel) and C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (Benceno), estimando su dispersión con el modelo CALPUFF.

Para elegir qué generador o generadores se prueban en cada escenario, se ha seguido el siguiente procedimiento:

1. Se ha realizado el escenario 4, ya que considera que todos los generadores funcionan al mismo tiempo. Esto nos permitirá saber qué generador contribuye más a la contaminación del medio ambiente.
2. Dado que los resultados deben analizarse en un punto receptor concreto, se ha revisado el trabajo realizado en 2022 para localizar el punto receptor donde se obtuvieron los peores resultados. Se han analizado los valores del máximo horario de NO<sub>2</sub> por ser el contaminante con valores más elevados.
3. A partir del escenario 4 se han analizado por separado los resultados de cada fuente de emisión (generador). El receptor elegido para analizar estos resultados es el obtenido en el punto 2.
4. Los generadores con peores valores en este punto receptor en el escenario 4 son los que se analizarán en el resto de escenarios.

## 5.2. 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, 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.

## 6. 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 X<sup>5</sup>: 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.

Los óxidos de nitrógeno serán evaluados como NO<sub>2</sub>, puesto que es el contaminante legislado.

Tabla 13. Límites de inmisión actuales (Real Decreto 102-2011 y la Directiva Europea EC/2008/50).

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

<sup>5</sup> 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 14 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.

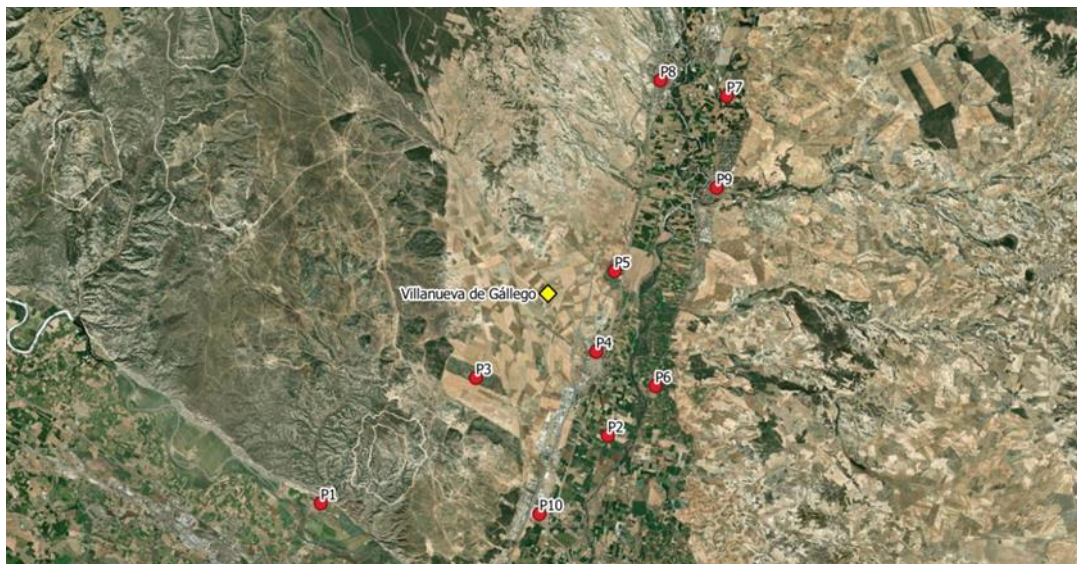


Figura 28. Puntos receptores de interés considerados.

Tabla 14. Localización geográfica de los receptores puntuales de interés que representan receptores sensibles a analizar. Huso geográfico 30 y elipsoide de referencia WGS-84.

Receptor	Tipo de receptor	XUTM (m)	YUTM (m)
P1	Área residencial / centro ciudad	670146	4621028
P2	Área residencial	681322	4623655
P3	Área residencial	676186	4625909
P4	Área residencial / centro ciudad	680868	4626935
P5	Área residencial	681585	4630067
P6	Área residencial / centro ciudad	683171	4625596
P7	Área residencial	685950	4636889
P8	Área residencial / centro ciudad	683369	4637497
P9	Área residencial / centro ciudad	685555	4633314
P10	Área industrial	678659	4620610

A continuación, se realiza una breve descripción de los resultados que se muestran:

- Campos de concentración georeferenciados: se presenta el campo de concentración georeferenciado 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.

El procedimiento y los resultados de la elección de los generadores que se elegirán en cada escenario figuran en el Anexo.

6.1. Escenario 1

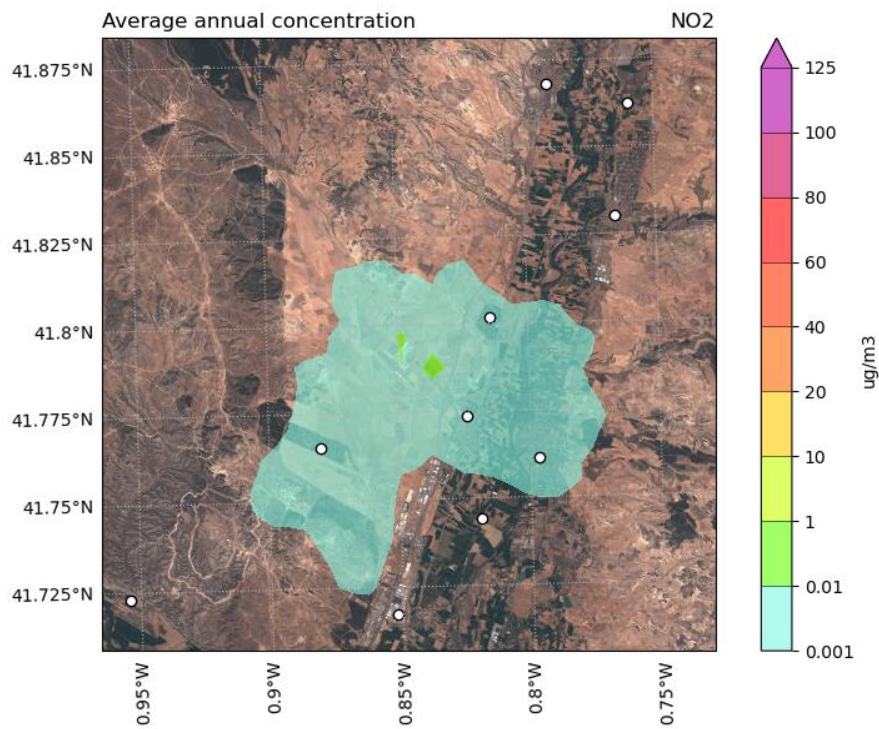


Figura 29. Campo de concentración anual de NO<sub>2</sub> en el escenario 1.

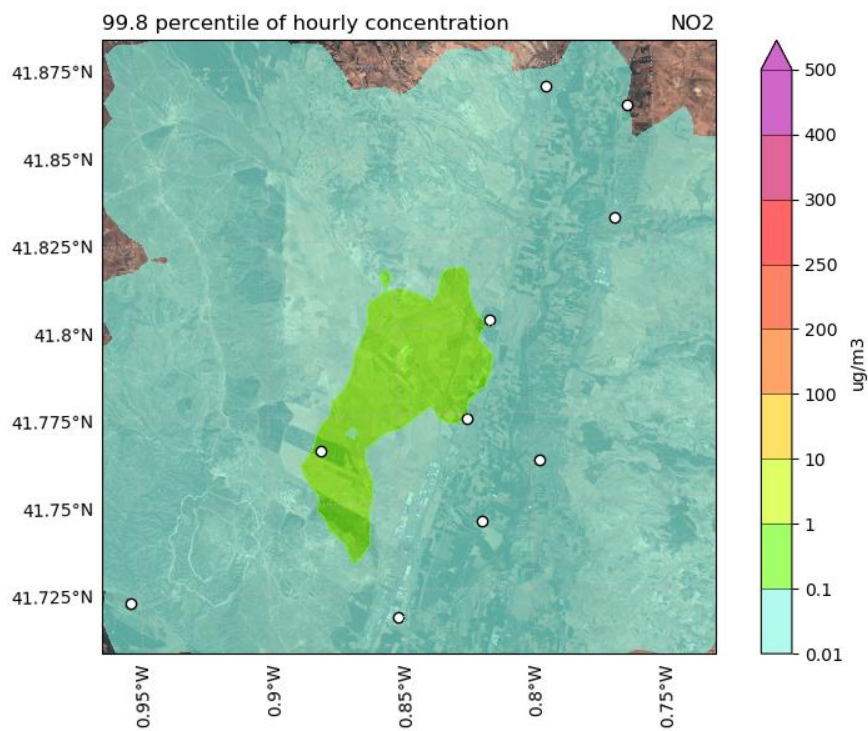


Figura 30. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 1



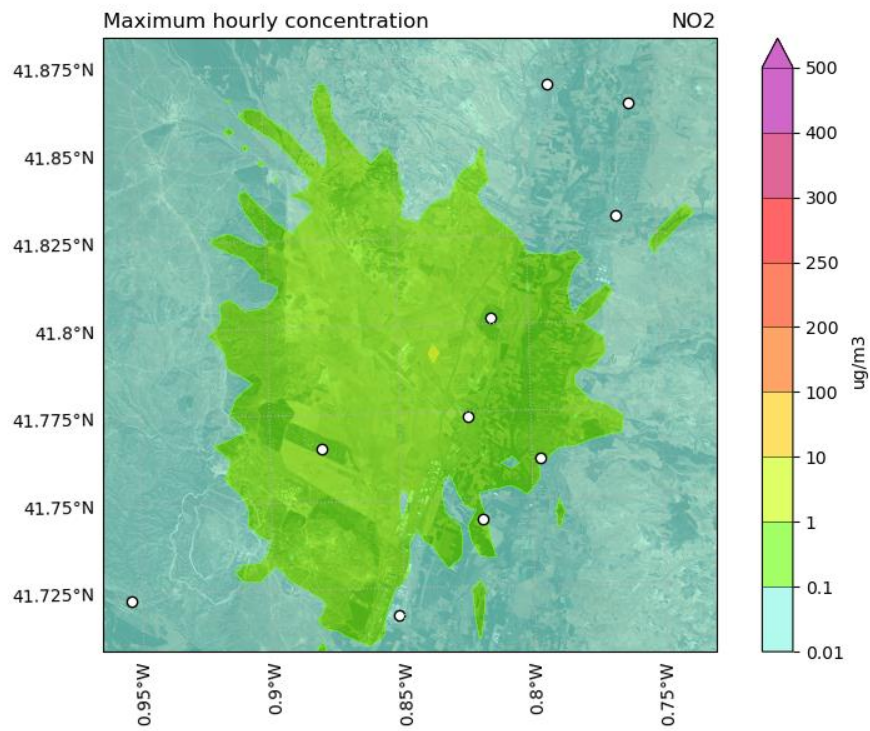


Figura 31. Campo de concentración máxima horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 1

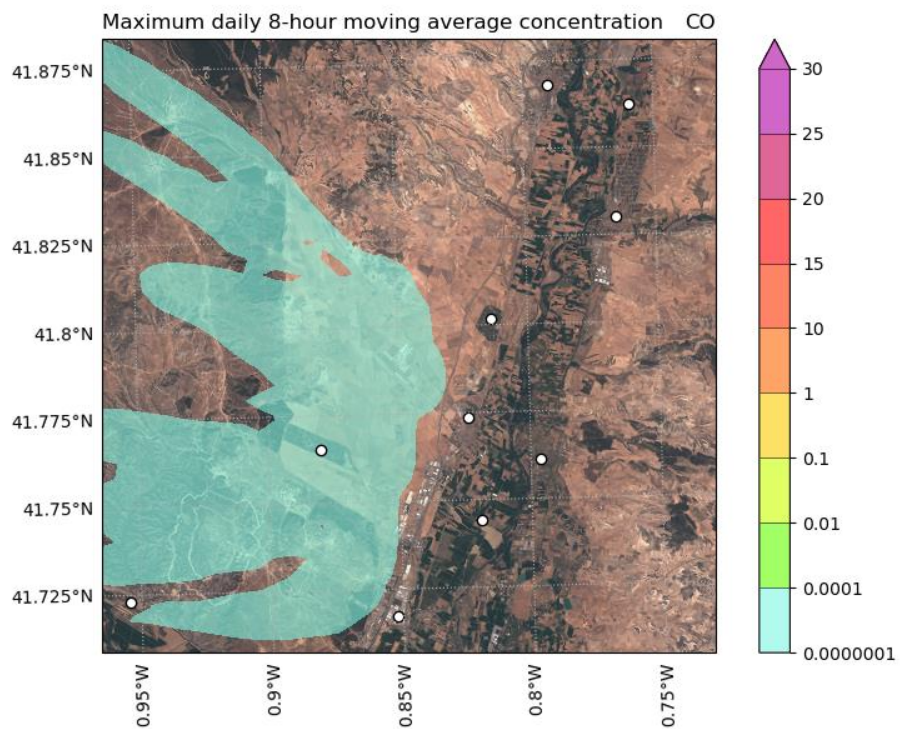


Figura 32. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 1

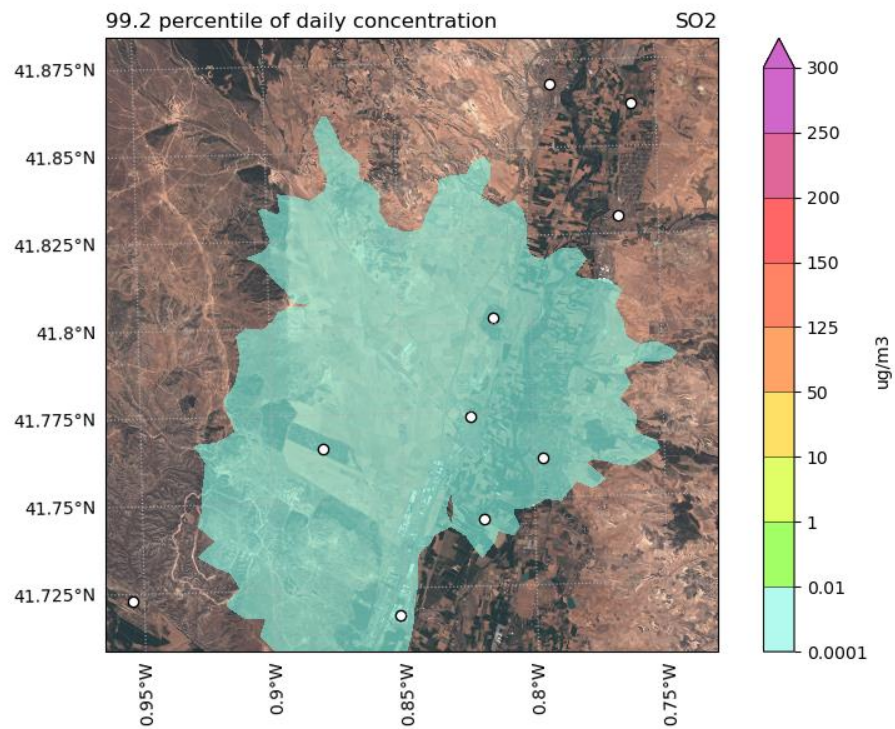


Figura 33. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 1

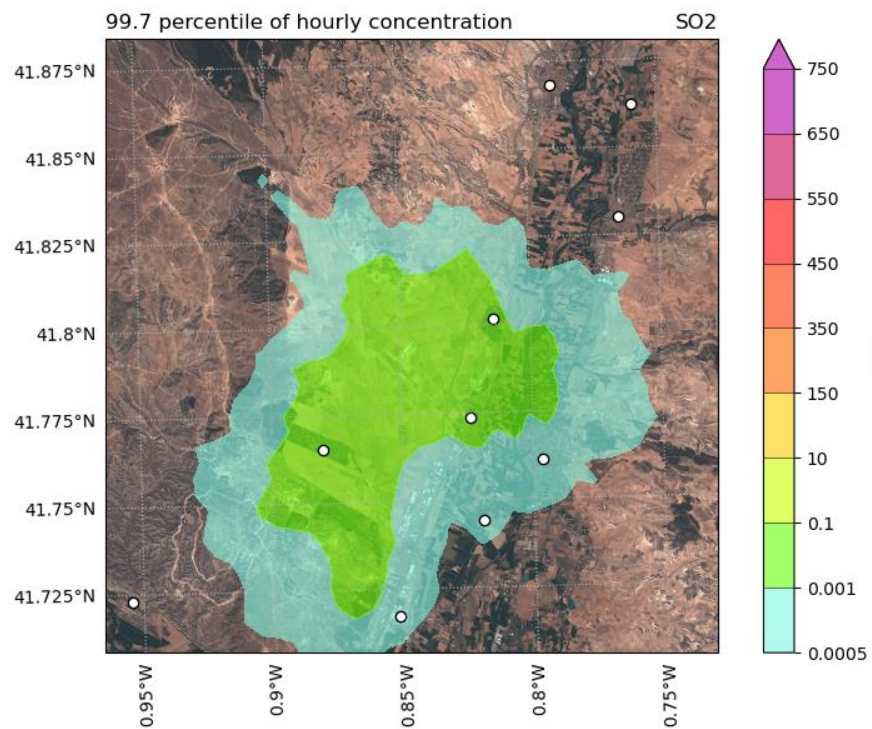


Figura 34. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 1



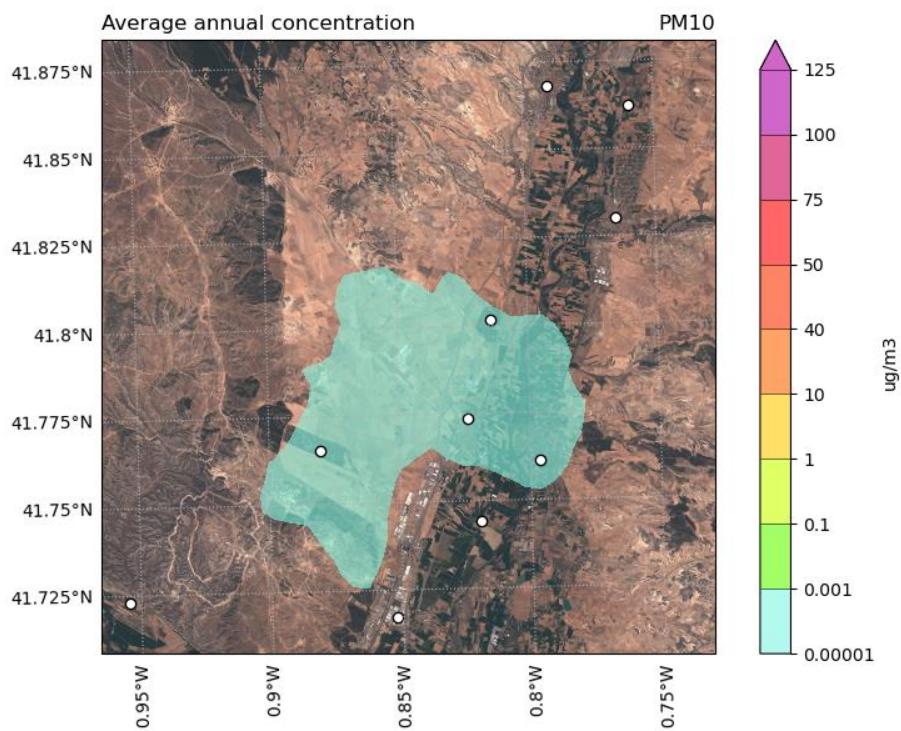


Figura 35. Campo de concentración anual de PM<sub>10</sub> en el escenario 1

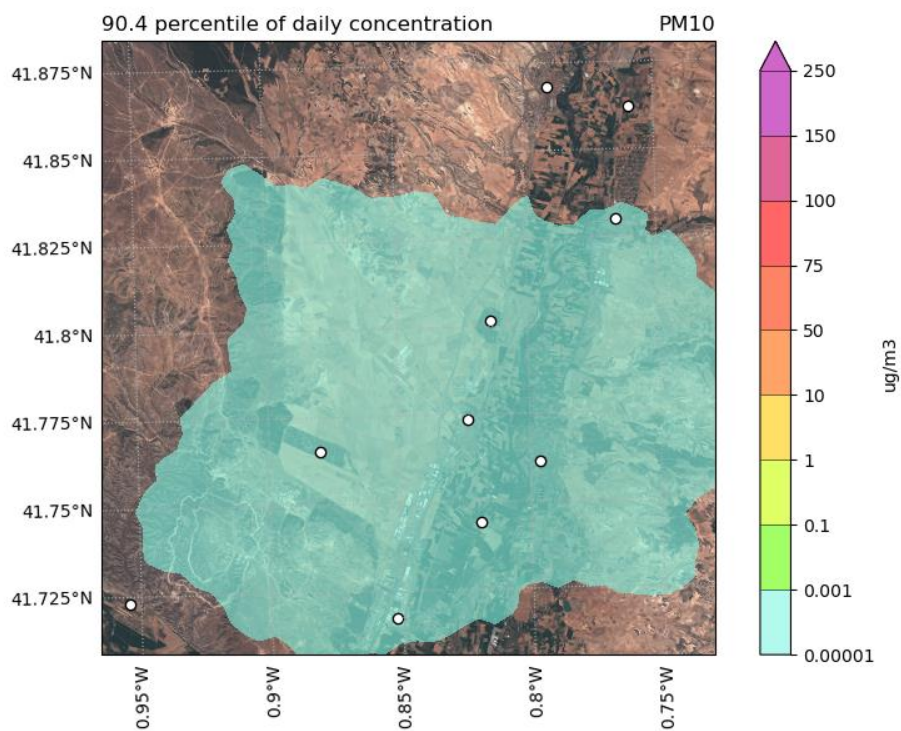


Figura 36. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM<sub>10</sub> en el escenario 1

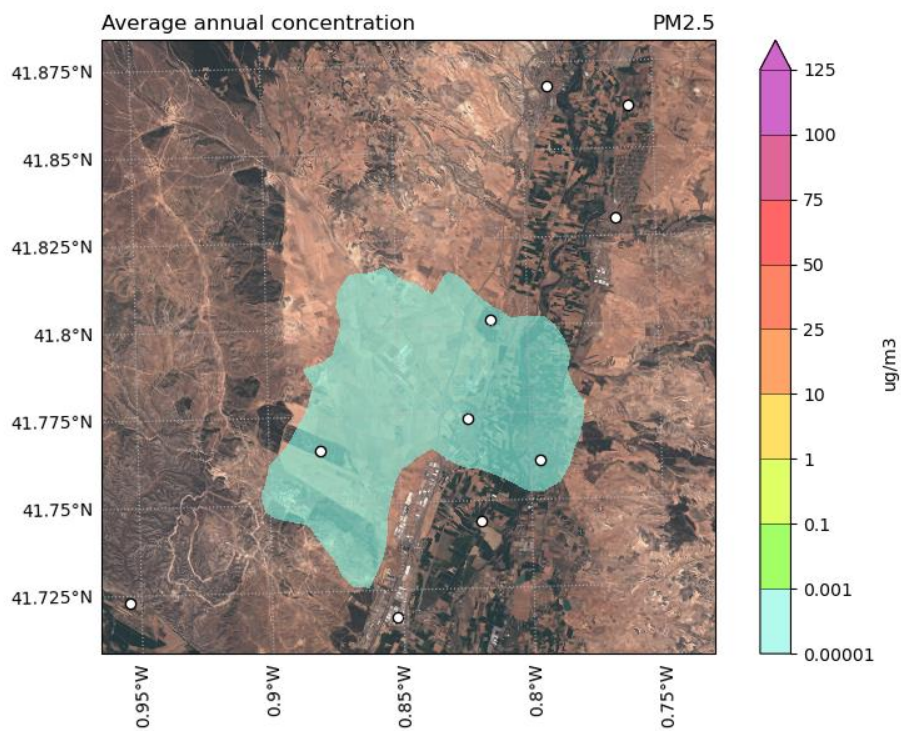


Figura 37. Campo de concentración anual de  $PM_{2.5}$  en el escenario 1

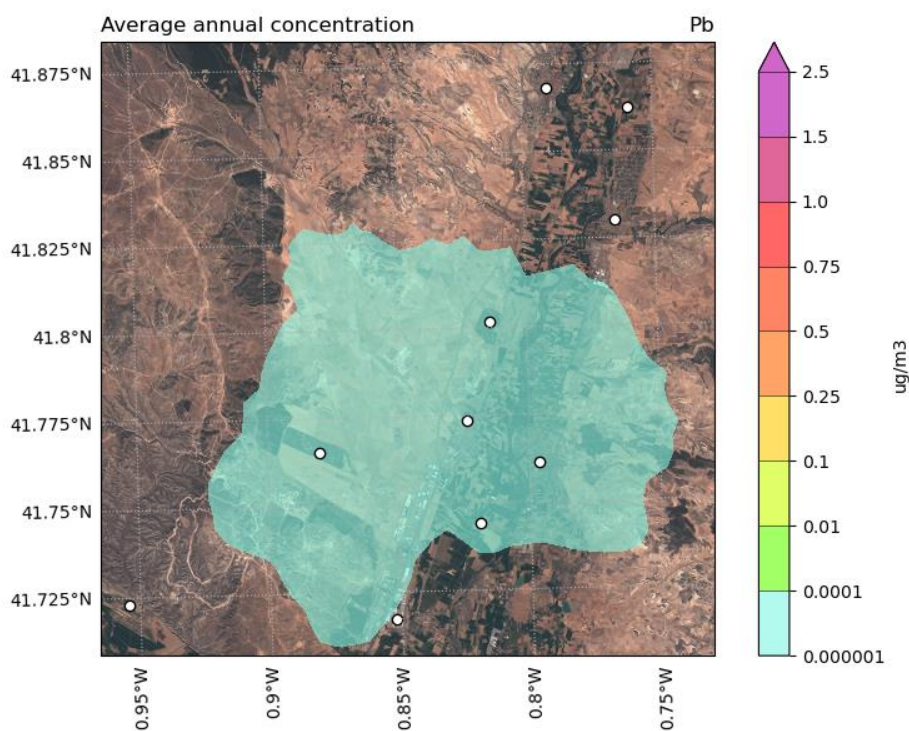


Figura 38. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 1



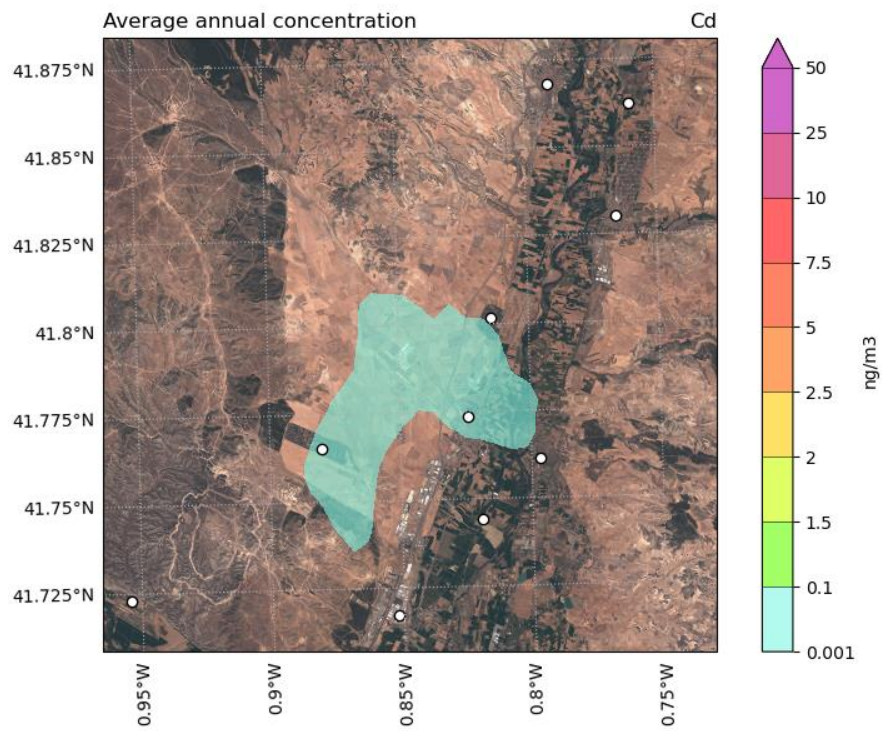


Figura 39. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 1

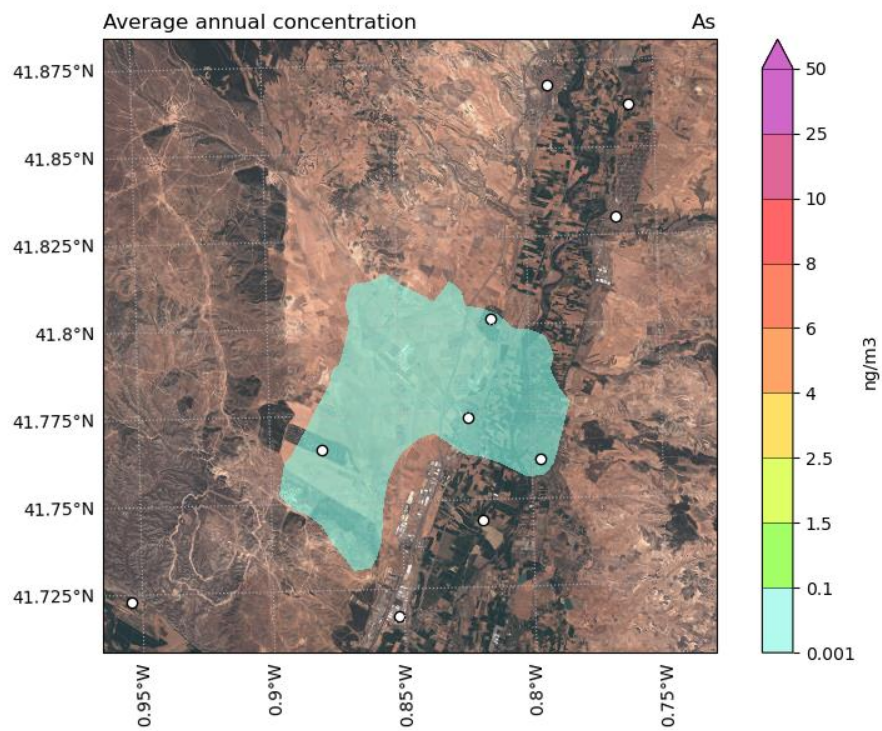


Figura 40. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 1

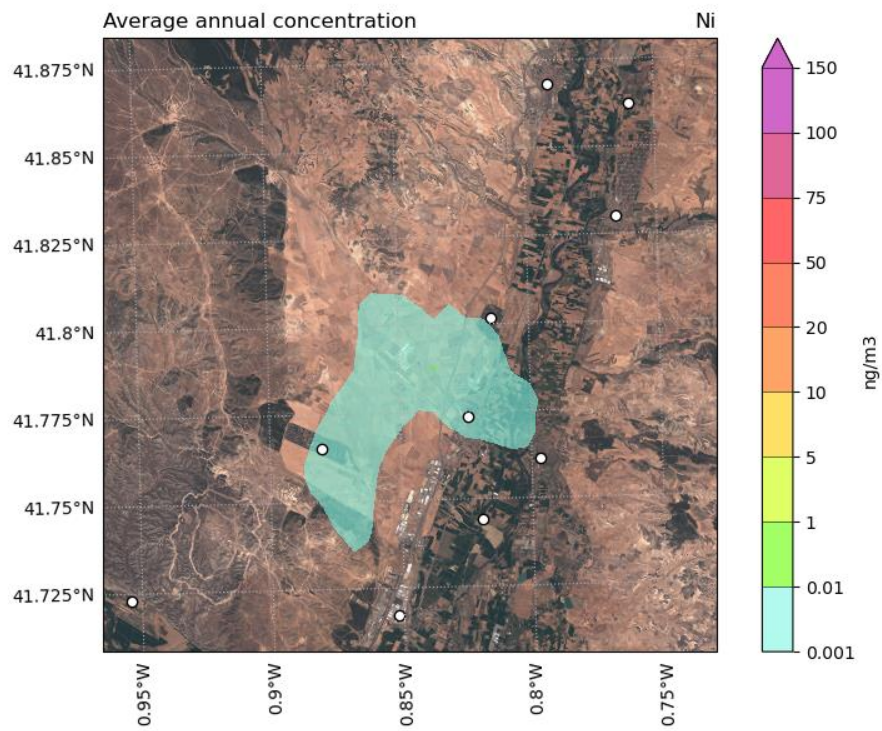


Figura 41. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 1

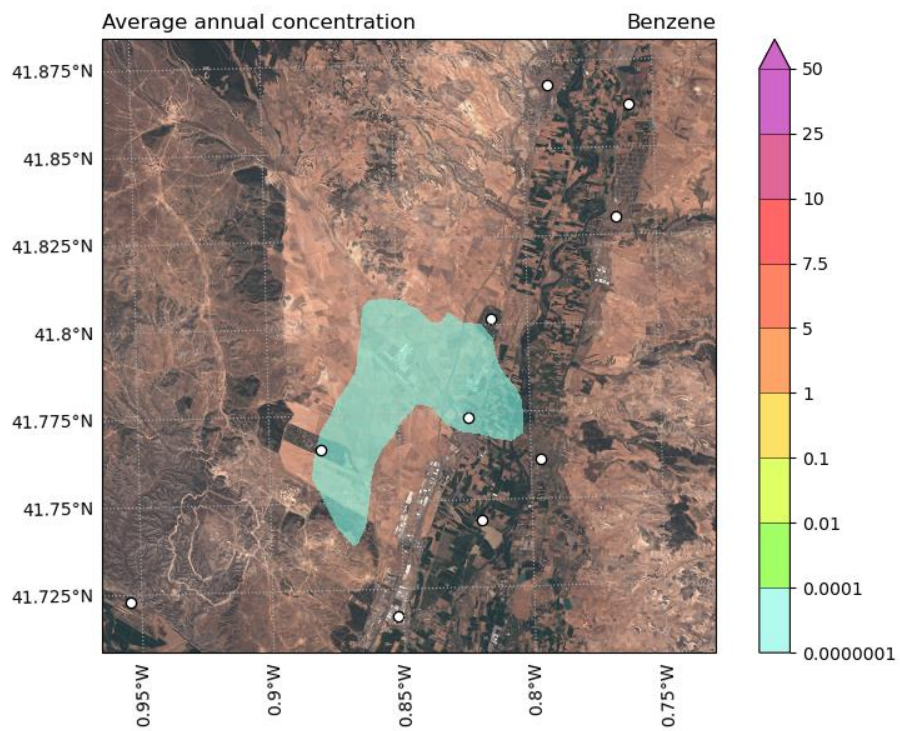


Figura 42. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 1

Tabla 15. 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	NO <sub>2</sub> Anual	NO <sub>2</sub> Horario (P99.8)	NO <sub>2</sub> Máximo Horario	CO 8-hr	SO <sub>2</sub> Diario (P99.2)	PM <sub>10</sub> Anual	PM <sub>10</sub> Diario (P90.4)
P1	1.77E-04	1.16E-02	4.40E-07	4.30E-05	1.83E-04	1.60E-06	5.76E-06
P2	7.45E-04	4.03E-02	1.79E-06	1.38E-04	5.92E-04	6.57E-06	2.04E-05
P3	2.17E-03	1.05E-01	5.57E-06	3.90E-04	1.71E-03	1.95E-05	6.02E-05
P4	2.98E-03	8.77E-02	2.22E-06	2.83E-04	1.45E-03	2.62E-05	7.05E-05
P5	1.68E-03	9.36E-02	2.65E-06	3.49E-04	1.34E-03	1.44E-05	4.68E-05
P6	1.56E-03	4.67E-02	1.07E-06	1.44E-04	7.31E-04	1.32E-05	3.53E-05
P7	1.40E-04	9.44E-03	5.03E-07	2.77E-05	1.42E-04	1.16E-06	3.77E-06
P8	1.55E-04	1.26E-02	4.90E-07	4.92E-05	1.73E-04	1.28E-06	3.68E-06
P9	3.97E-04	2.54E-02	8.23E-07	6.93E-05	3.84E-04	3.39E-06	1.20E-05
P10	5.28E-04	4.04E-02	1.53E-06	1.41E-04	6.54E-04	4.73E-06	1.38E-05
<b>Valor límite</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>200 µg/m³</b>	<b>10 mg/m³</b>	<b>125 µg/m³</b>	<b>350 µg/m³</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>50 µg/m³</b>

Tabla 16. 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.

Receiver	PM <sub>2.5</sub> Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
P1	1.58E-06	2.98E-07	9.97E-05	1.33E-04	9.97E-05	9.08E-09
P2	6.66E-06	1.25E-06	4.19E-04	5.58E-04	4.19E-04	3.97E-08
P3	1.91E-05	3.59E-06	1.20E-03	1.60E-03	1.20E-03	1.06E-07
P4	2.68E-05	5.03E-06	1.68E-03	2.24E-03	1.68E-03	1.49E-07
P5	1.43E-05	2.68E-06	8.97E-04	1.19E-03	8.97E-04	8.42E-08
P6	1.37E-05	2.58E-06	8.62E-04	1.15E-03	8.62E-04	7.84E-08
P7	1.17E-06	2.19E-07	7.34E-05	9.77E-05	7.34E-05	7.64E-09
P8	1.30E-06	2.45E-07	8.21E-05	1.09E-04	8.21E-05	8.77E-09
P9	3.39E-06	6.37E-07	2.13E-04	2.84E-04	2.13E-04	2.07E-08
P10	4.69E-06	8.82E-07	2.95E-04	3.93E-04	2.95E-04	2.70E-08
<b>Valor límite</b>	<b>25 µg/m³</b>	<b>0.5 µg/m³</b>	<b>5 ng/m³</b>	<b>6 ng/m³</b>	<b>20 ng/m³</b>	<b>5 µg/m³</b>



## 6.2. Escenario 2

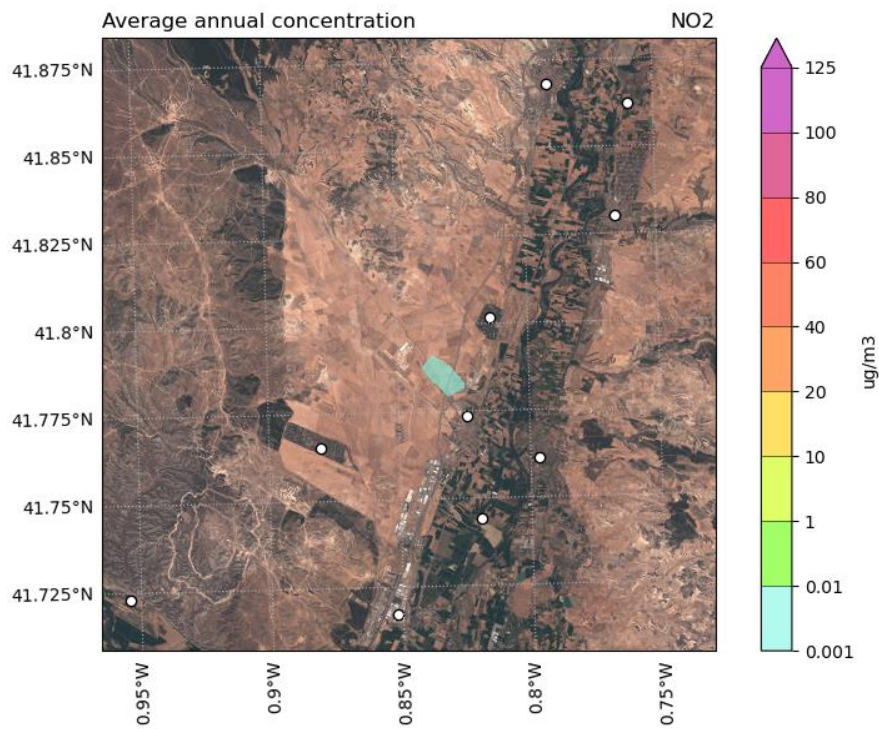


Figura 43. Campo de concentración anual de NO<sub>2</sub> en el escenario 2

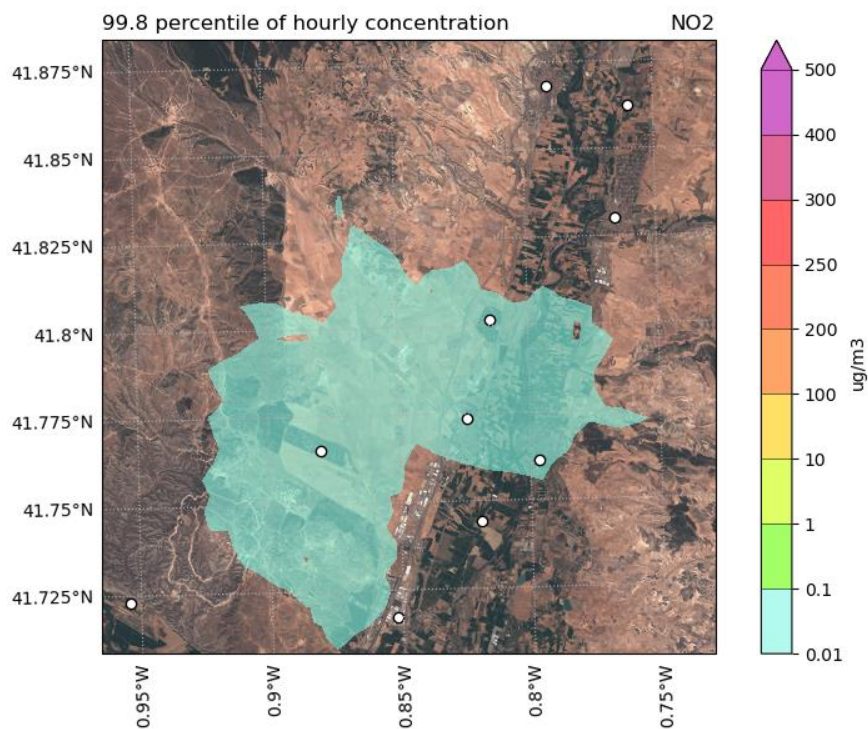


Figura 44. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 2



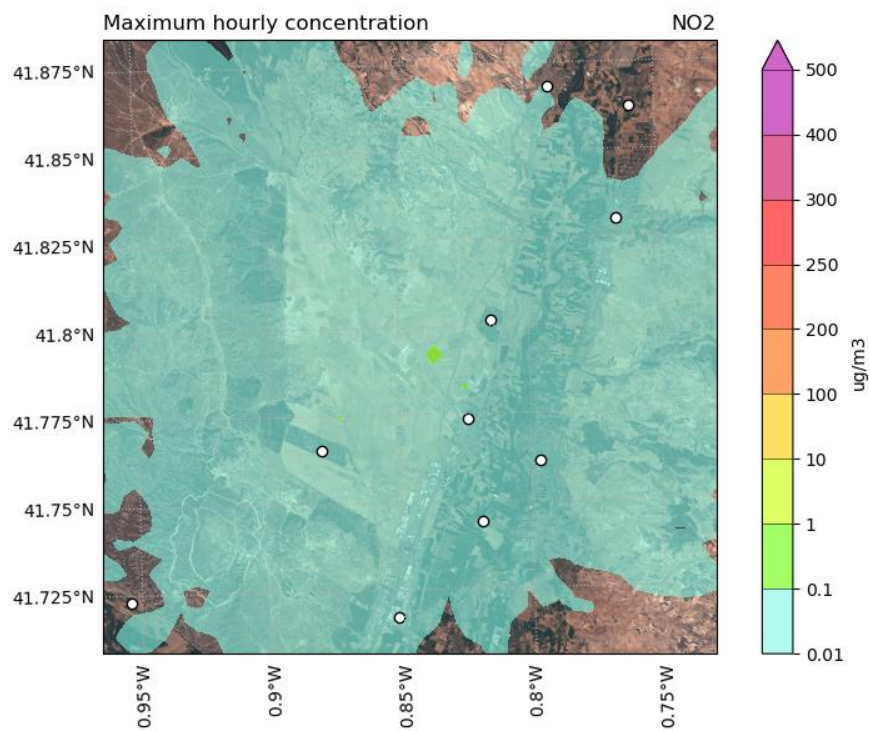


Figura 45. Campo de concentración máxima horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 2

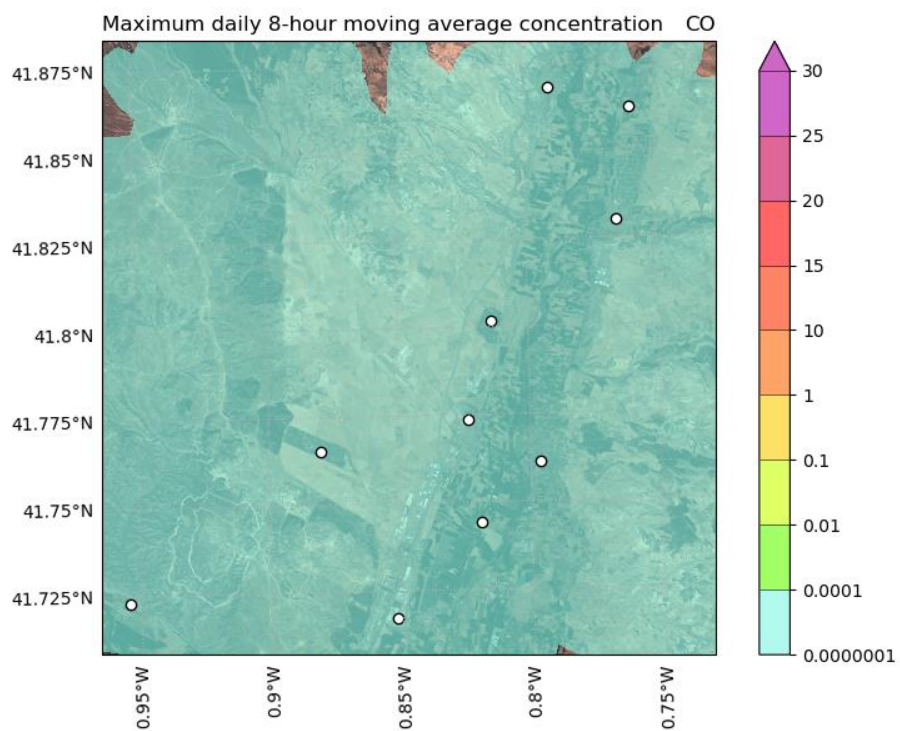


Figura 46. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 2

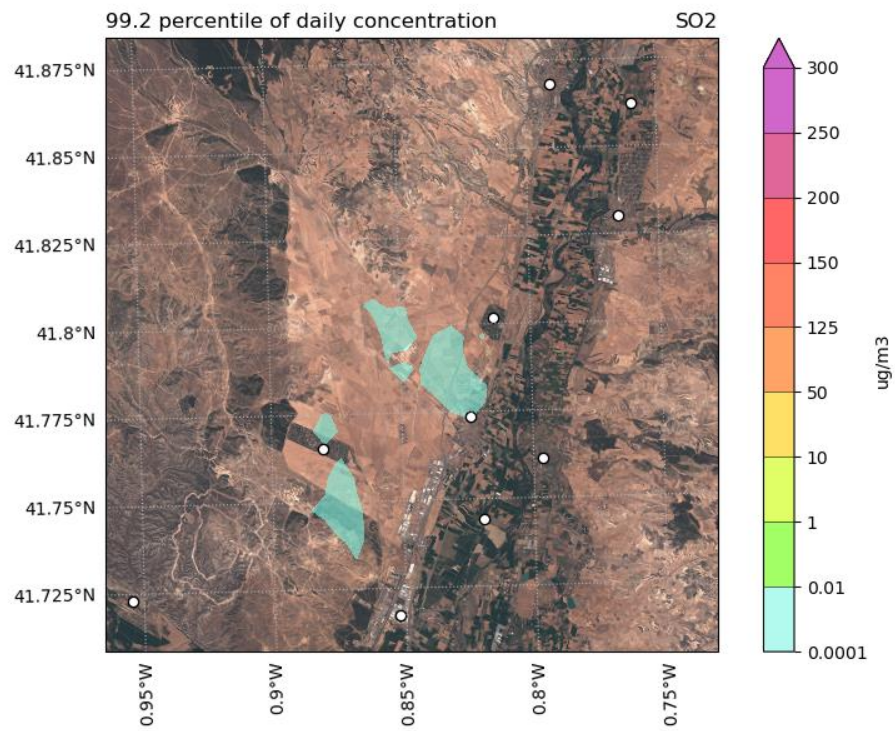


Figura 47. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 2

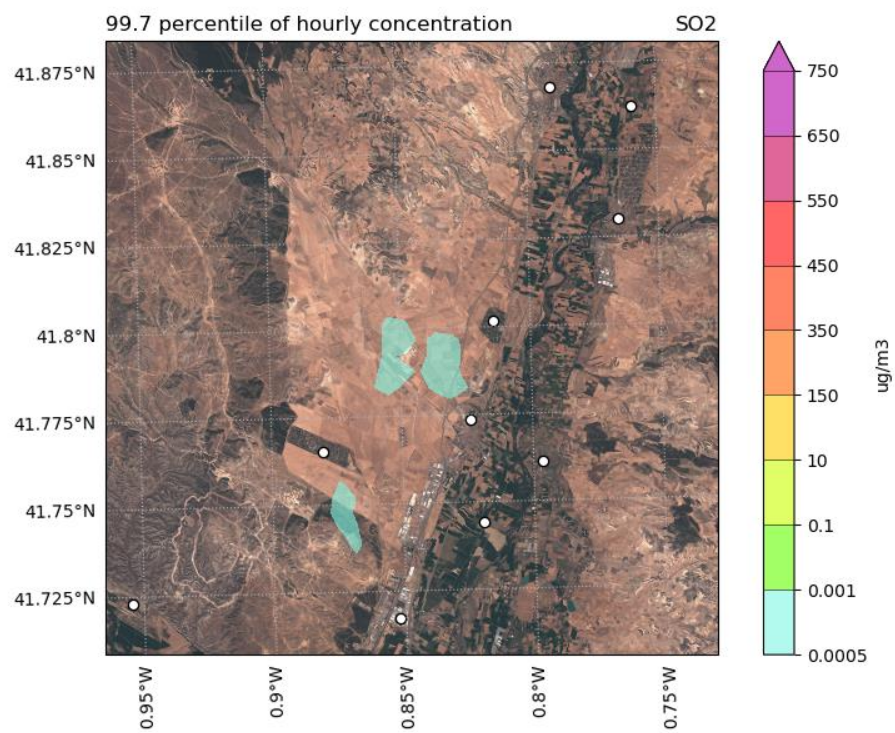


Figura 48. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 2



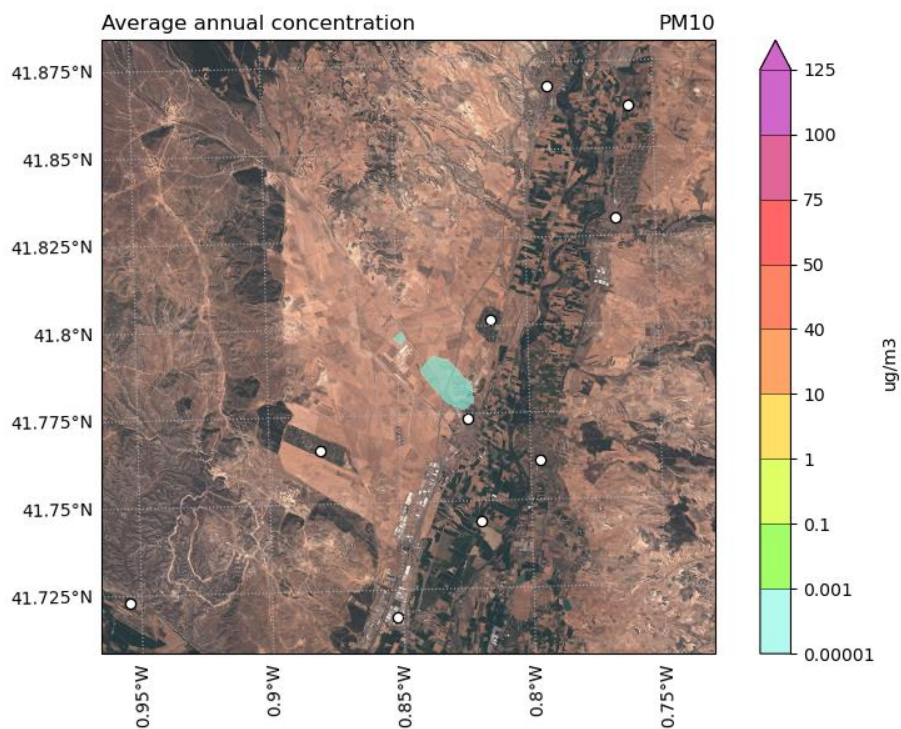


Figura 49. Campo de concentración anual de PM<sub>10</sub> en el escenario 2

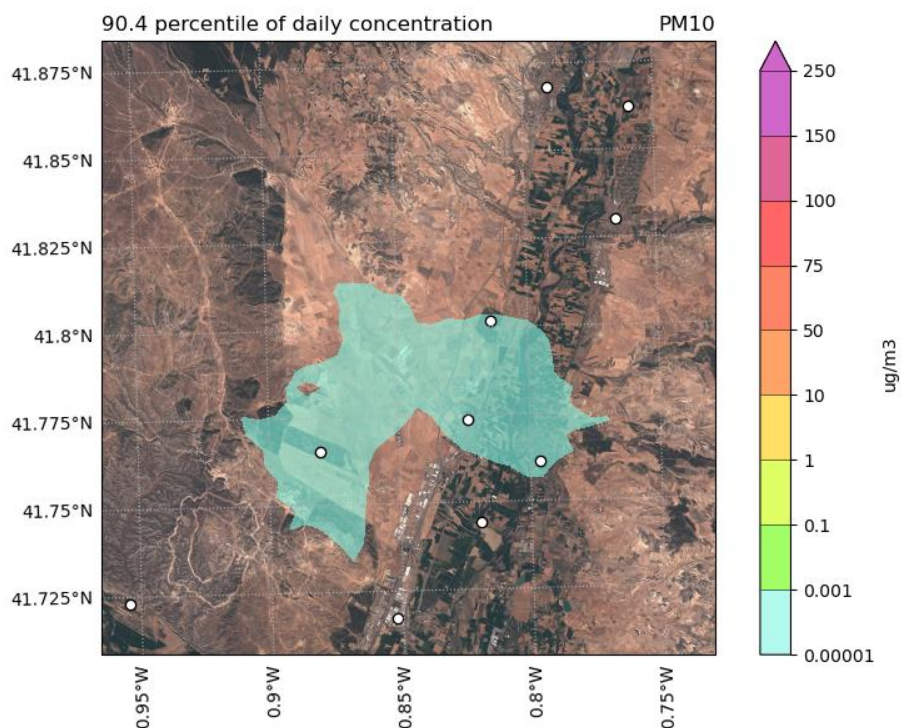


Figura 50. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM<sub>10</sub> en el escenario 2

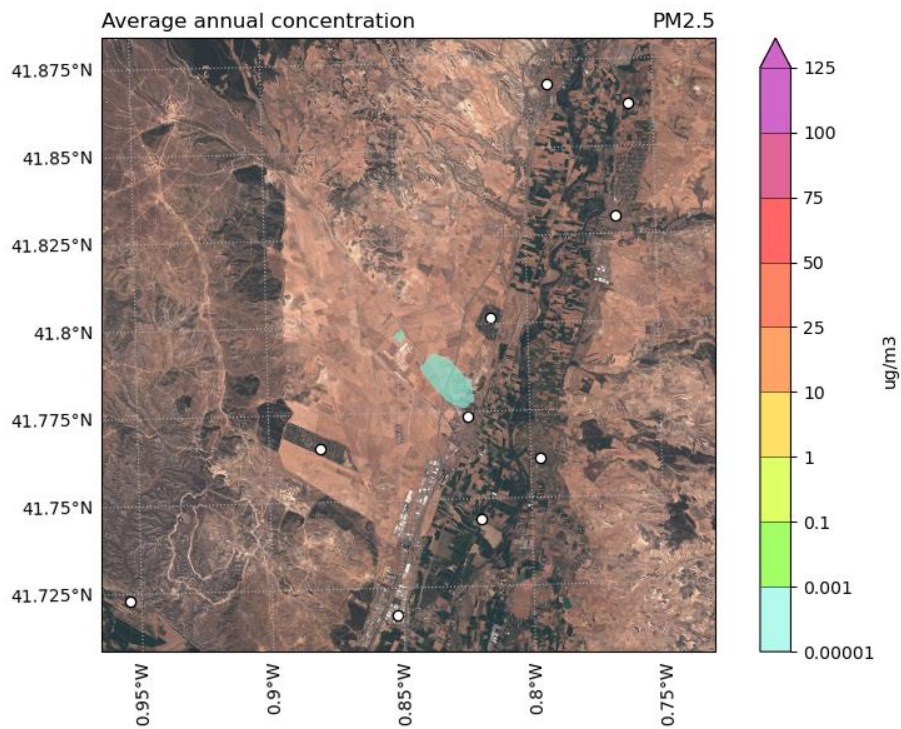


Figura 51. Campo de concentración anual de PM<sub>2,5</sub> para el escenario 2

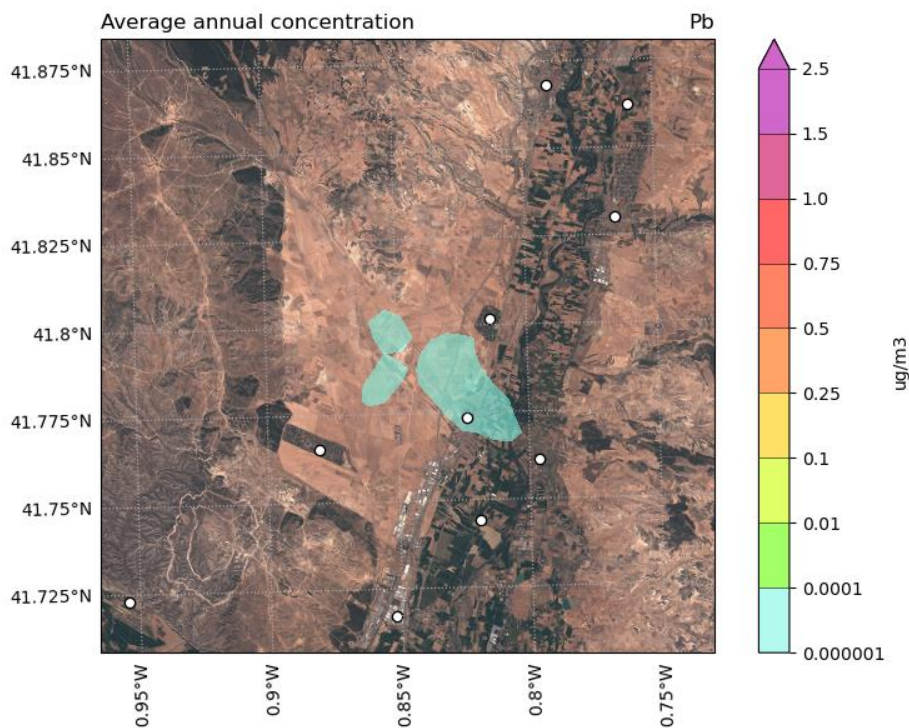


Figura 52. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 2



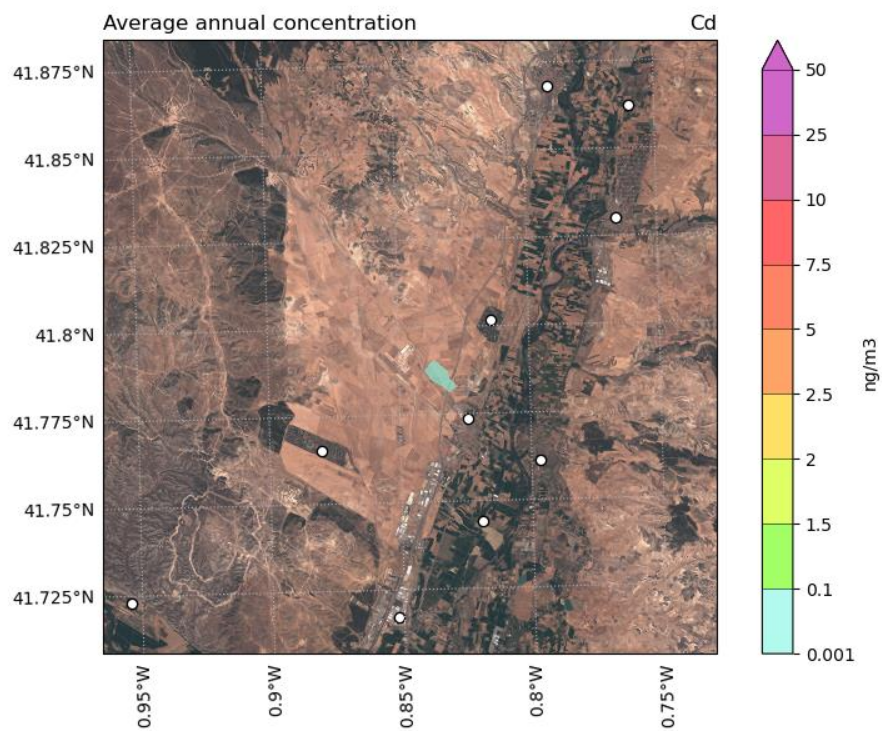


Figura 53. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 2

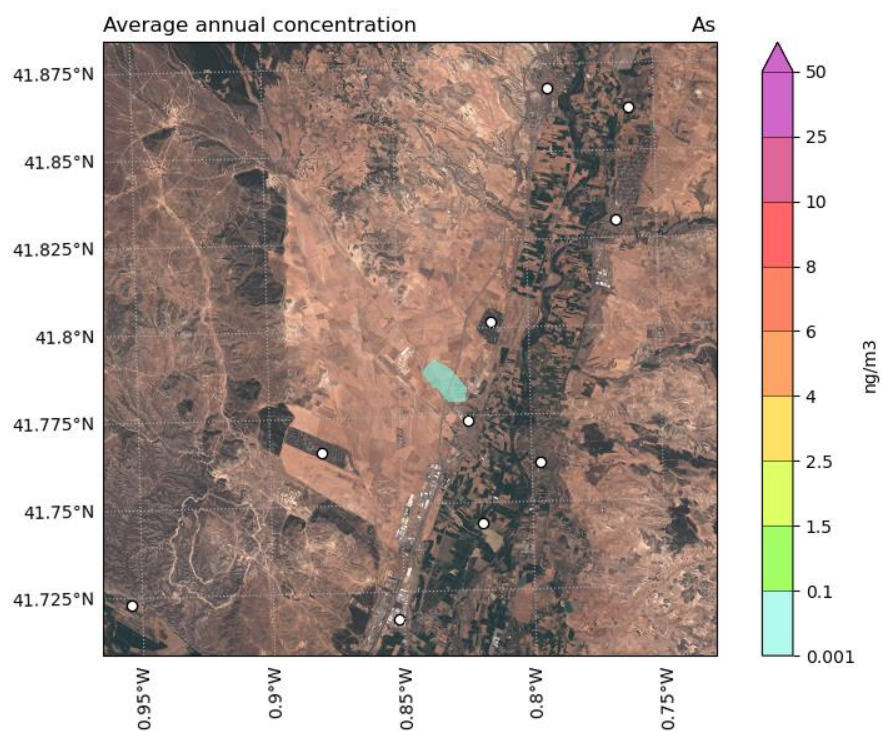


Figura 54. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 2

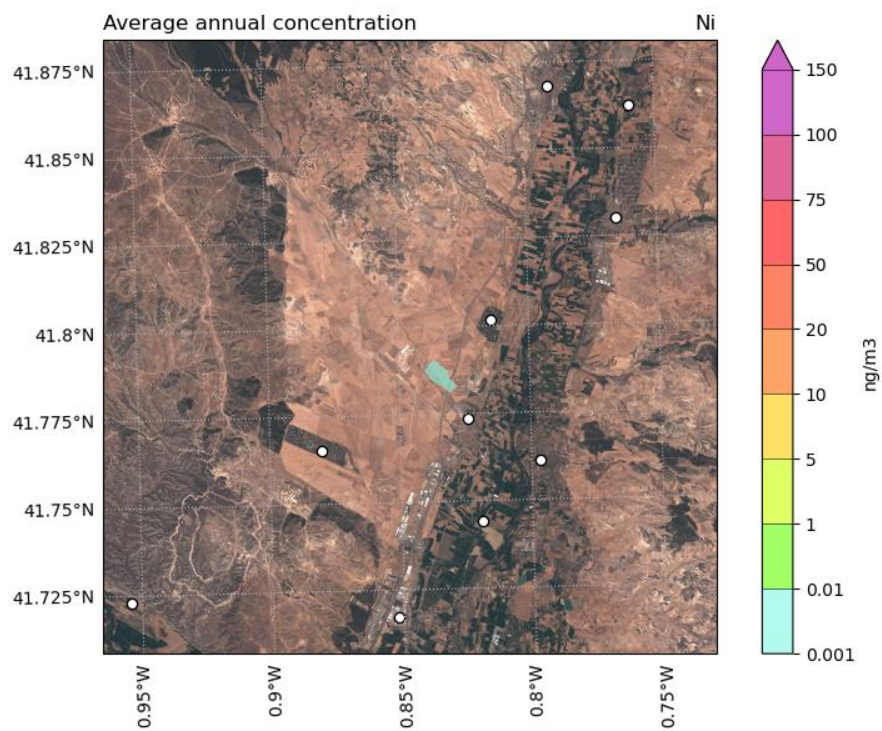


Figura 55. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 2

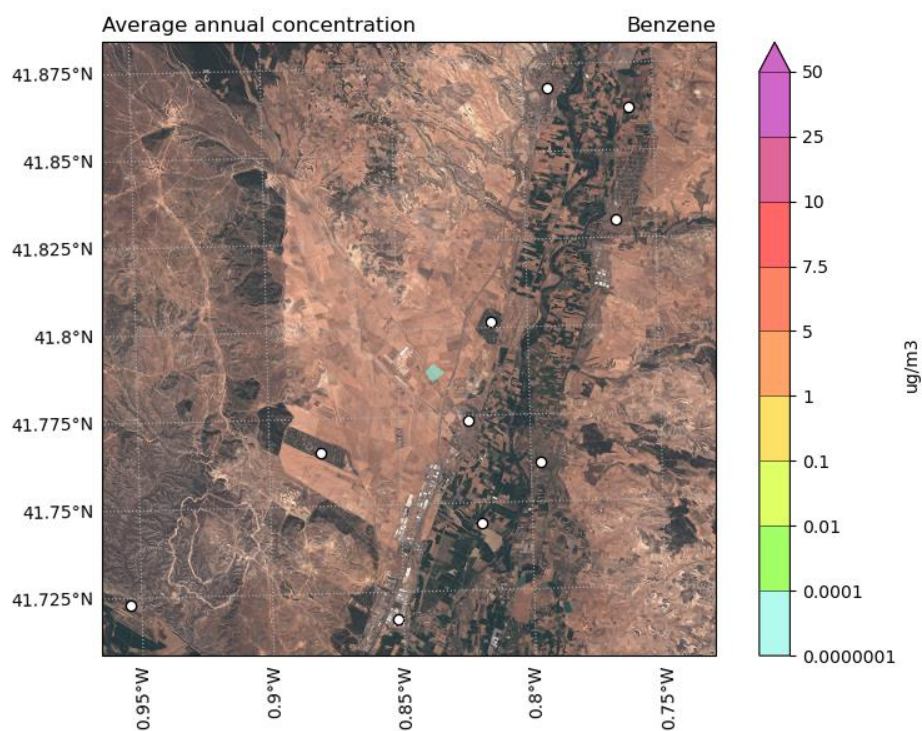


Figura 56. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 2



Tabla 17. 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	NO <sub>2</sub> Anual	NO <sub>2</sub> Horario (P99.8)	NO <sub>2</sub> Máximo Horario	CO 8-hr	SO <sub>2</sub> Diario (P99.2)	PM <sub>10</sub> Anual	PM <sub>10</sub> Diario (P90.4)
P1	4.01E-05	2.92E-03	1.92E-07	1.44E-05	6.13E-05	4.80E-07	1.63E-06
P2	1.47E-04	6.79E-03	3.92E-07	3.52E-05	1.47E-04	1.76E-06	5.33E-06
P3	3.56E-04	1.78E-02	9.07E-07	9.13E-05	3.91E-04	4.26E-06	1.50E-05
P4	6.66E-04	1.74E-02	5.47E-07	9.33E-05	3.83E-04	8.06E-06	2.24E-05
P5	3.04E-04	1.49E-02	5.93E-07	7.52E-05	3.20E-04	3.68E-06	1.19E-05
P6	3.67E-04	1.15E-02	3.54E-07	4.65E-05	2.26E-04	4.31E-06	1.15E-05
P7	3.64E-05	2.68E-03	2.16E-07	1.18E-05	5.06E-05	4.09E-07	1.44E-06
P8	3.25E-05	2.64E-03	1.78E-07	1.76E-05	4.77E-05	3.92E-07	1.24E-06
P9	8.74E-05	5.74E-03	3.38E-07	2.46E-05	1.12E-04	1.03E-06	3.58E-06
P10	9.22E-05	7.33E-03	3.69E-07	2.91E-05	1.46E-04	1.10E-06	2.97E-06
<b>Valor límite</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>200 µg/m³</b>	<b>10 mg/m³</b>	<b>125 µg/m³</b>	<b>350 µg/m³</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>50 µg/m³</b>

Tabla 18. 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 <sub>2.5</sub> Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
P1	4.72E-07	8.87E-08	2.96E-05	3.95E-05	2.96E-05	2.72E-09
P2	1.74E-06	3.27E-07	1.09E-04	1.45E-04	1.09E-04	1.01E-08
P3	4.15E-06	7.79E-07	2.60E-04	3.47E-04	2.60E-04	2.30E-08
P4	8.10E-06	1.52E-06	5.08E-04	6.76E-04	5.08E-04	4.47E-08
P5	3.60E-06	6.76E-07	2.26E-04	3.01E-04	2.26E-04	2.05E-08
P6	4.37E-06	8.21E-07	2.74E-04	3.65E-04	2.74E-04	2.46E-08
P7	4.07E-07	7.66E-08	2.56E-05	3.41E-05	2.56E-05	2.65E-09
P8	3.88E-07	7.29E-08	2.44E-05	3.24E-05	2.44E-05	2.38E-09
P9	1.02E-06	1.92E-07	6.43E-05	8.56E-05	6.43E-05	6.15E-09
P10	1.08E-06	2.03E-07	6.77E-05	9.01E-05	6.77E-05	6.21E-09
<b>Valor límite</b>	<b>25 µg/m³</b>	<b>0.5 µg/m³</b>	<b>5 ng/m³</b>	<b>6 ng/m³</b>	<b>20 ng/m³</b>	<b>5 µg/m³</b>

6.3. Escenario 3

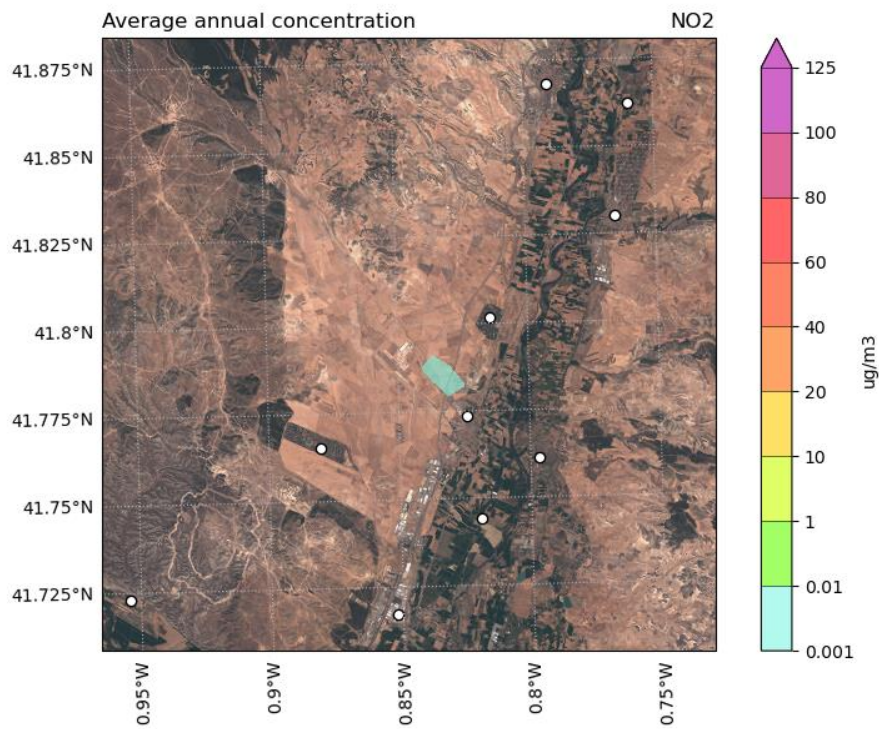


Figura 57. Campo de concentración anual de NO<sub>2</sub> en el escenario 3

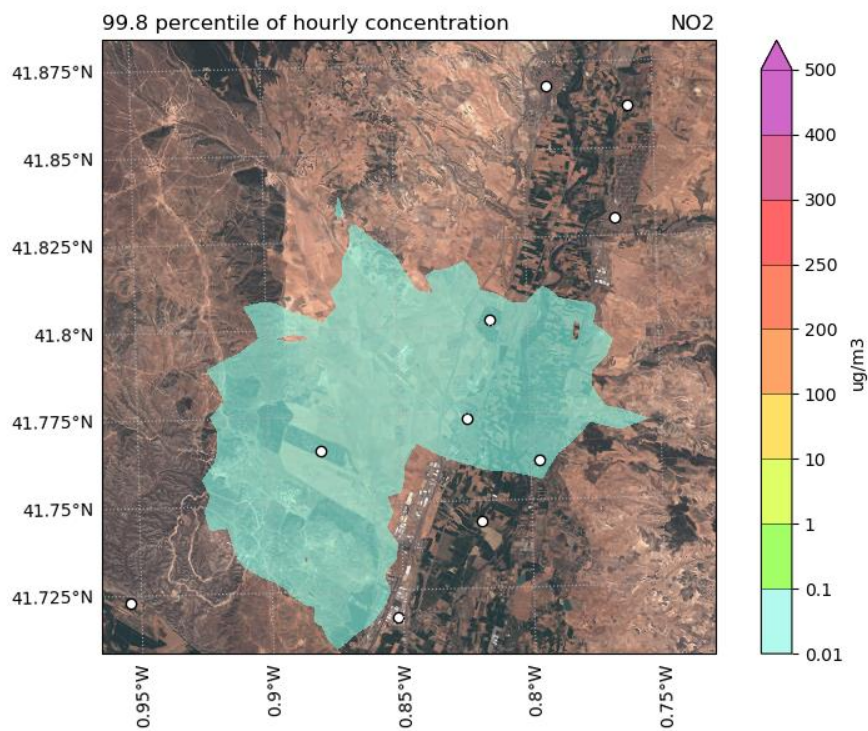


Figura 58. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 3

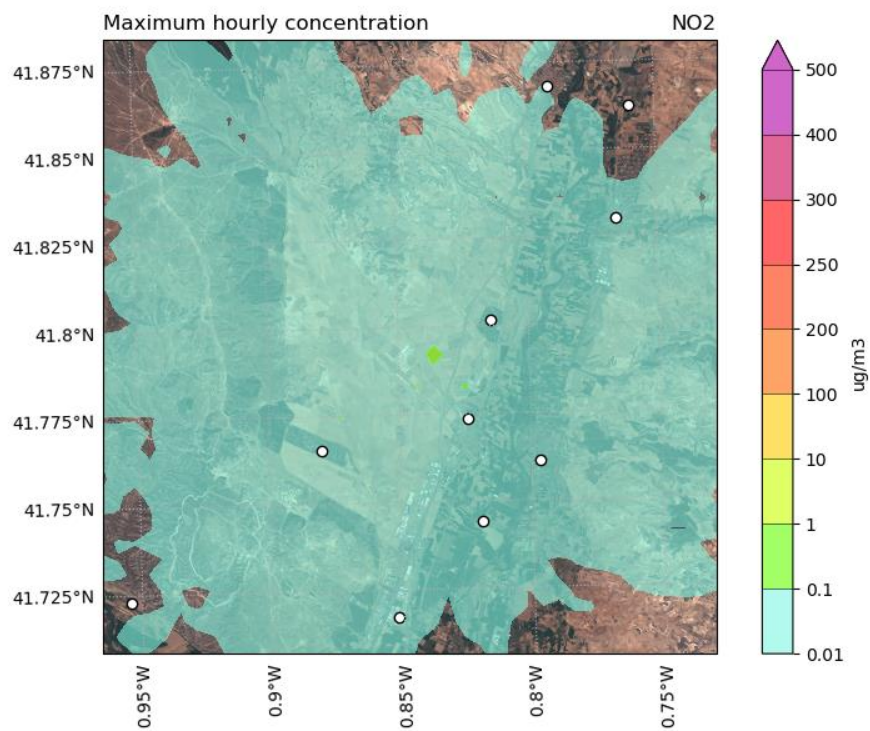


Figura 59. Campo de concentración máxima horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 3

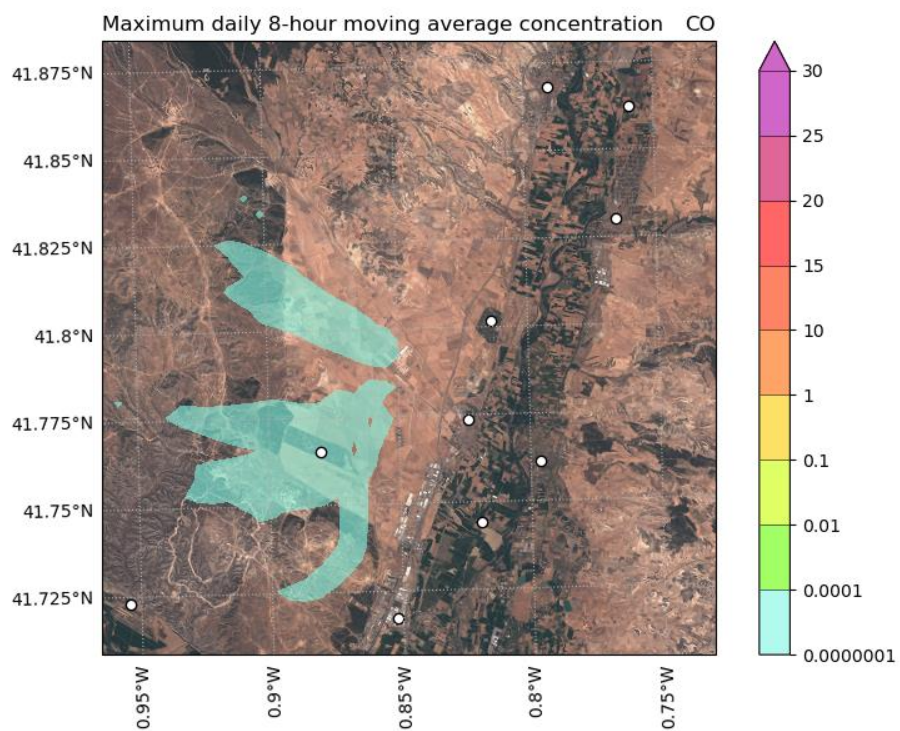


Figura 60. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 3



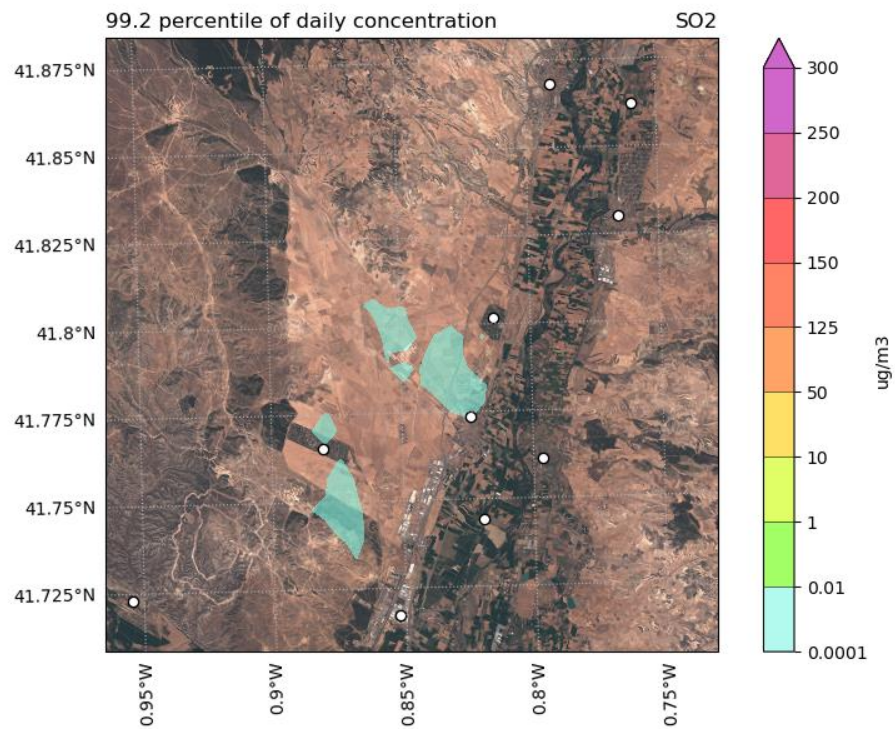


Figura 61. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 3

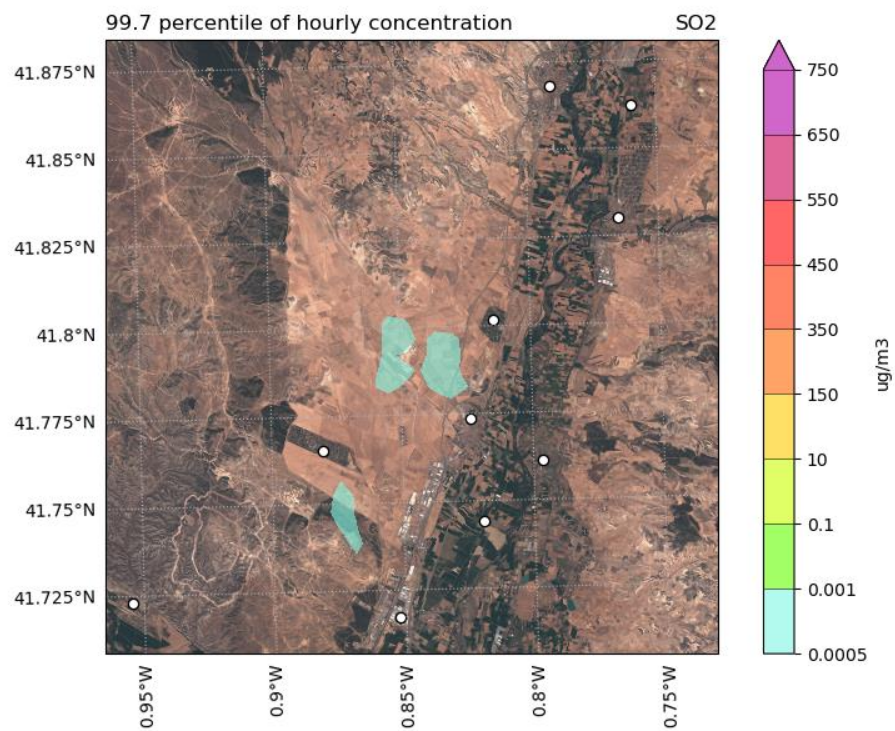


Figura 62. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 3

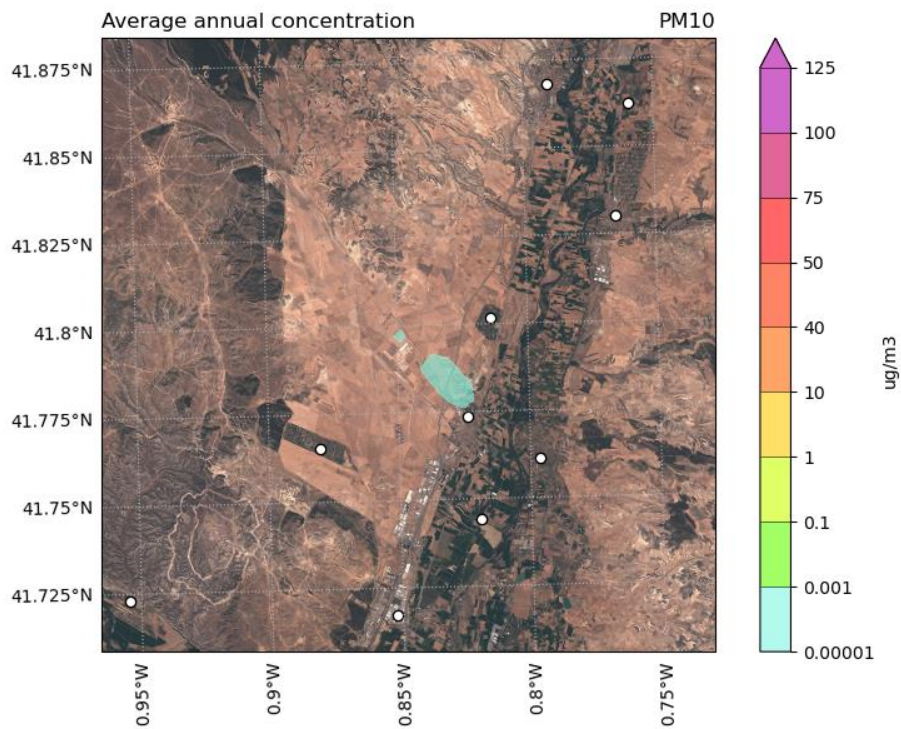


Figura 63. Campo de concentración anual de PM<sub>10</sub> en el escenario 3

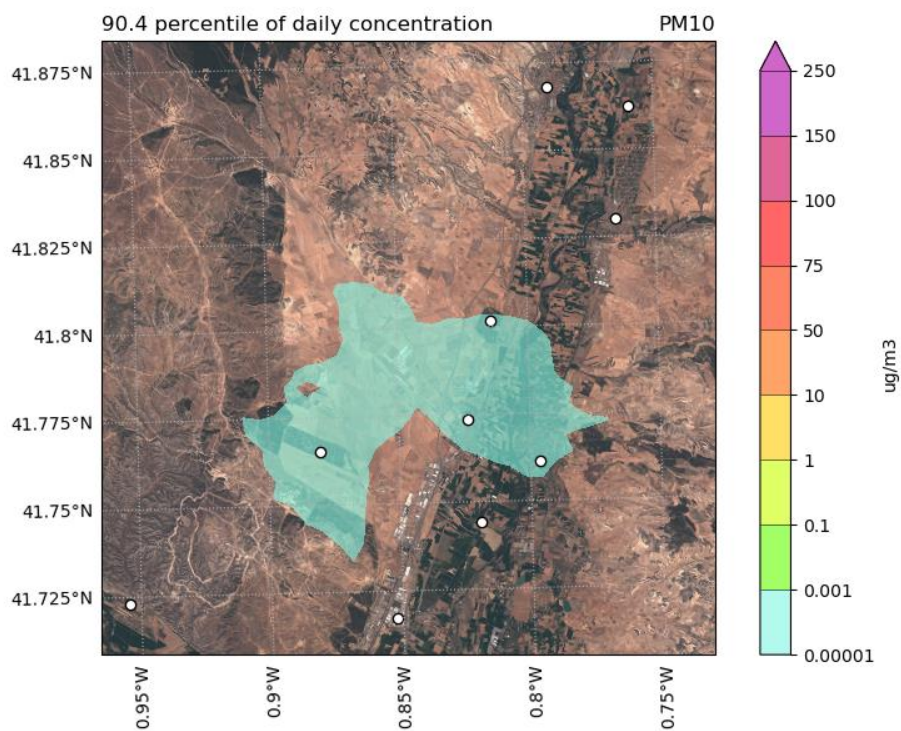


Figura 64. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM<sub>10</sub> en el escenario 3



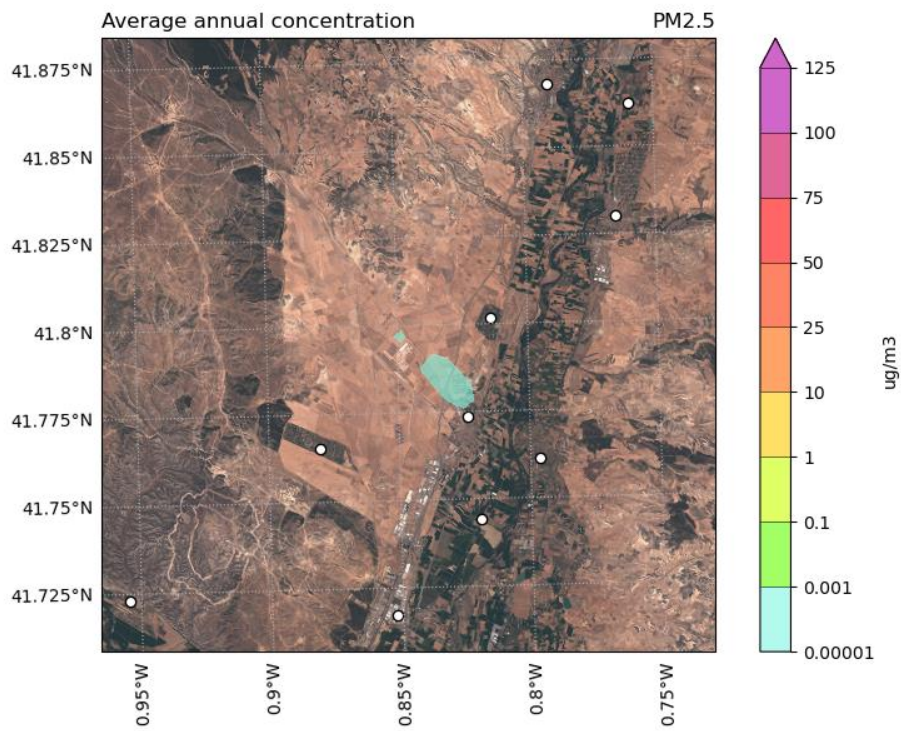


Figura 65. Campo de concentración anual de PM<sub>2,5</sub> para el escenario 3

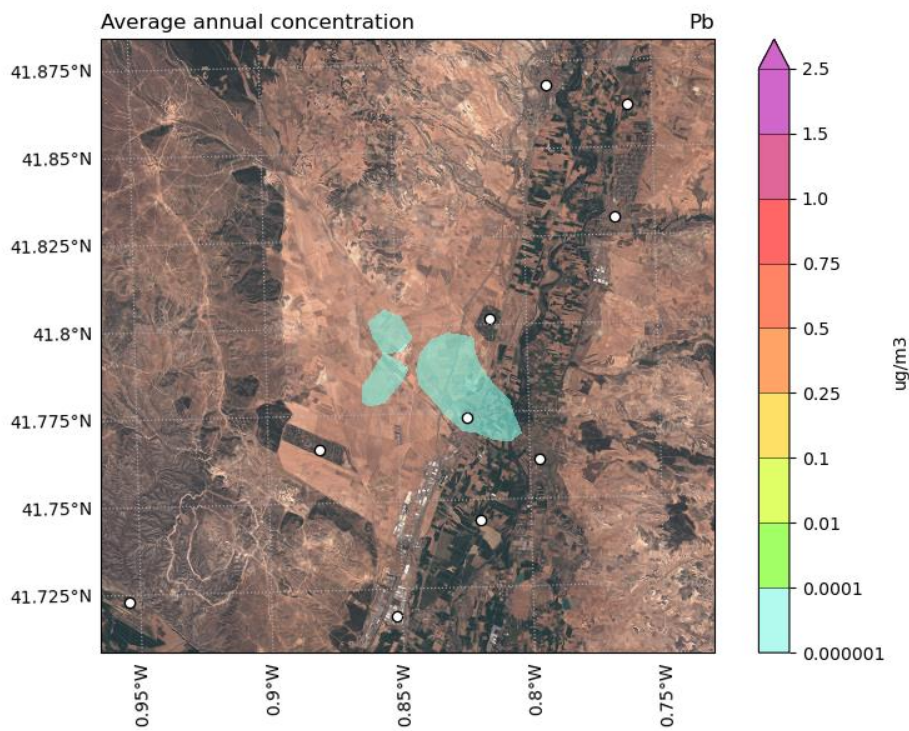


Figura 66. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 3

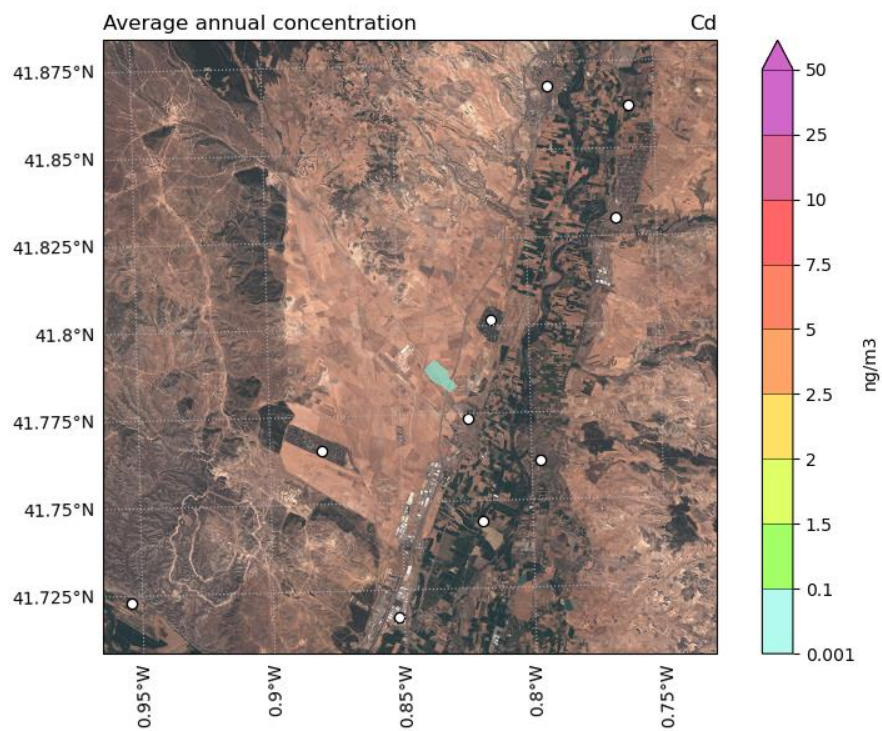


Figura 67. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 3

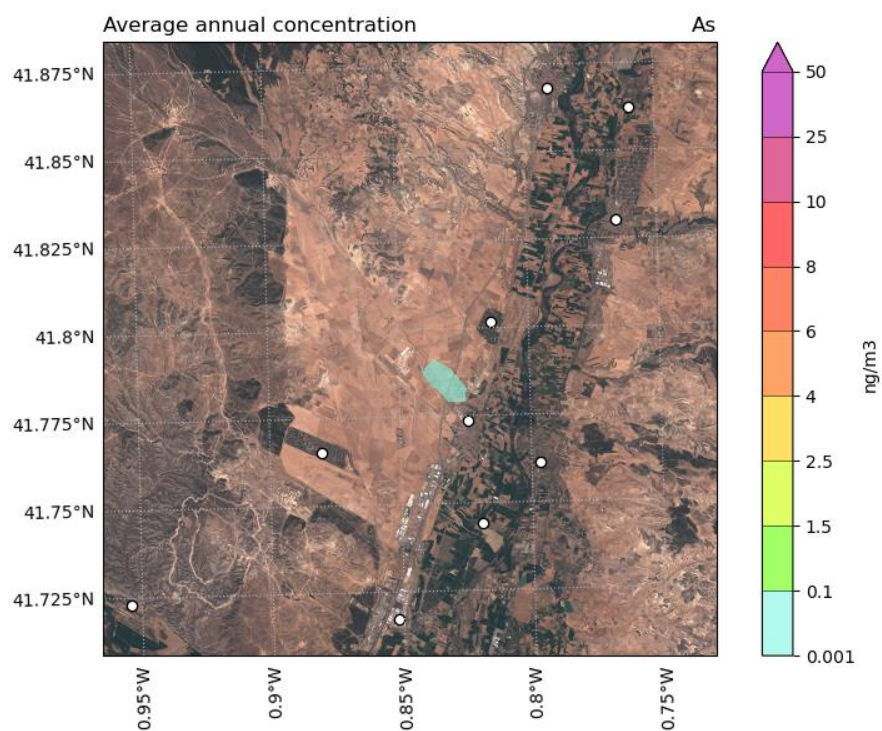


Figura 68. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 3



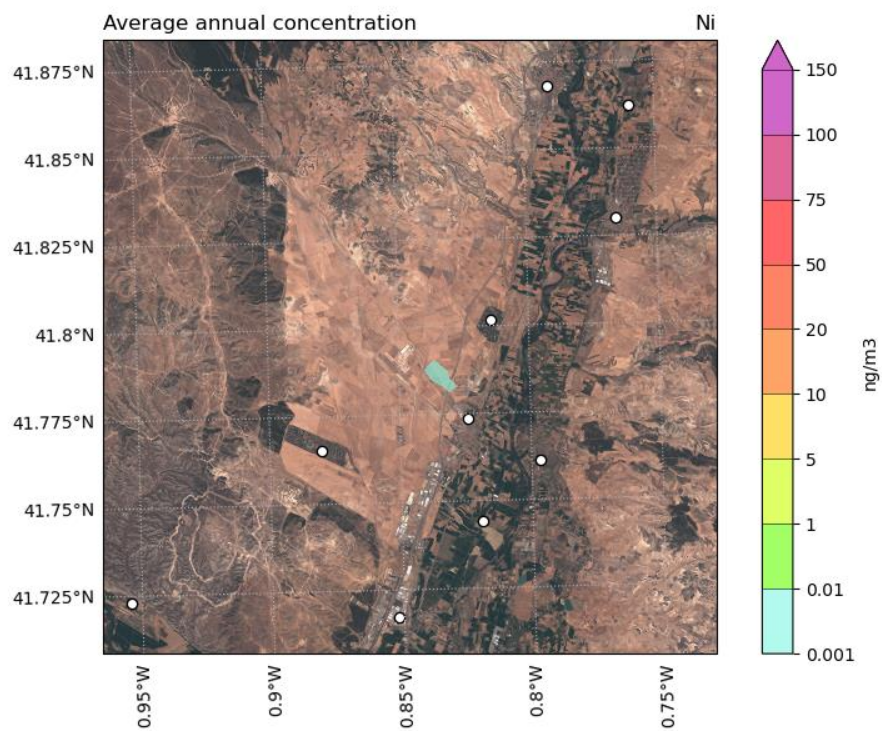


Figura 69. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 3

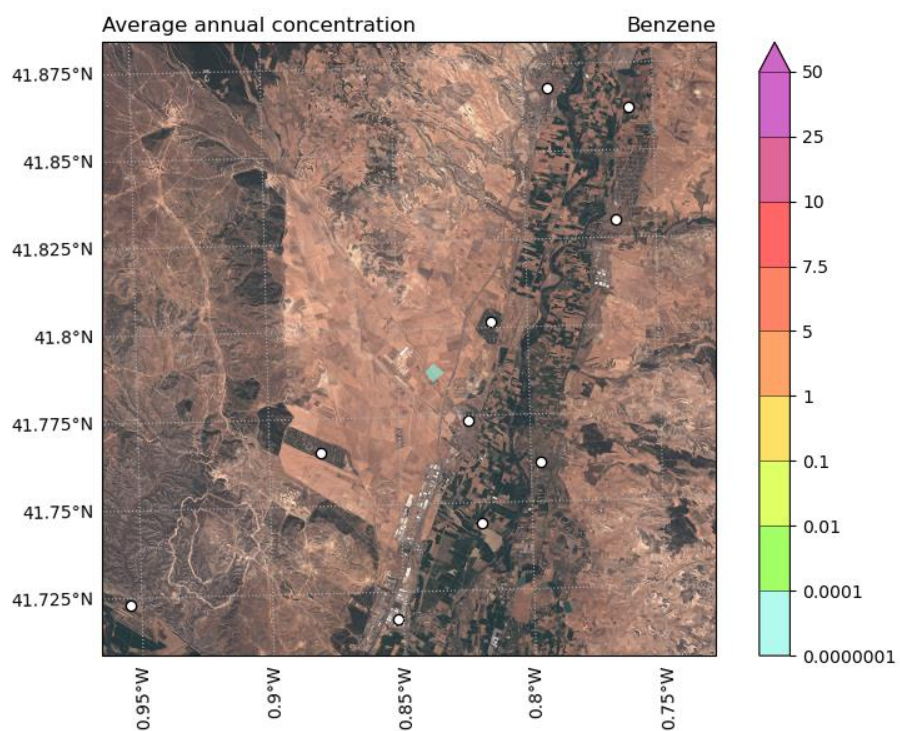


Figura 70. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 3

Tabla 19. 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	NO <sub>2</sub> Anual	NO <sub>2</sub> Horario (P99.8)	NO <sub>2</sub> Máximo Horario	CO 8-hr	SO <sub>2</sub> Diario (P99.2)	PM <sub>10</sub> Anual	PM <sub>10</sub> Diario (P90.4)
P1	4.04E-05	2.93E-03	1.93E-07	1.46E-05	6.08E-05	4.82E-07	1.63E-06
P2	1.48E-04	6.82E-03	3.92E-07	3.52E-05	1.44E-04	1.77E-06	5.36E-06
P3	3.57E-04	1.78E-02	9.15E-07	9.14E-05	3.89E-04	4.29E-06	1.51E-05
P4	6.67E-04	1.79E-02	5.60E-07	9.20E-05	3.89E-04	8.09E-06	2.26E-05
P5	3.04E-04	1.49E-02	5.93E-07	7.53E-05	3.19E-04	3.69E-06	1.19E-05
P6	3.67E-04	1.14E-02	3.73E-07	4.64E-05	2.25E-04	4.32E-06	1.16E-05
P7	3.68E-05	2.62E-03	2.16E-07	1.16E-05	5.03E-05	4.07E-07	1.40E-06
P8	3.31E-05	2.66E-03	1.80E-07	1.76E-05	4.86E-05	3.93E-07	1.24E-06
P9	8.81E-05	5.75E-03	3.38E-07	2.46E-05	1.12E-04	1.04E-06	3.59E-06
P10	9.28E-05	7.28E-03	3.74E-07	2.92E-05	1.46E-04	1.11E-06	2.97E-06
<b>Valor límite</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>200 µg/m³</b>	<b>10 mg/m³</b>	<b>125 µg/m³</b>	<b>350 µg/m³</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>50 µg/m³</b>

Tabla 20. 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 <sub>2.5</sub> Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
P1	4.73E-07	8.89E-08	2.97E-05	3.95E-05	2.97E-05	2.72E-09
P2	1.74E-06	3.28E-07	1.09E-04	1.46E-04	1.09E-04	1.01E-08
P3	4.17E-06	7.82E-07	2.61E-04	3.48E-04	2.61E-04	2.31E-08
P4	8.11E-06	1.52E-06	5.09E-04	6.77E-04	5.09E-04	4.47E-08
P5	3.60E-06	6.76E-07	2.26E-04	3.01E-04	2.26E-04	2.05E-08
P6	4.37E-06	8.21E-07	2.74E-04	3.65E-04	2.74E-04	2.46E-08
P7	4.04E-07	7.61E-08	2.54E-05	3.38E-05	2.54E-05	2.64E-09
P8	3.89E-07	7.31E-08	2.44E-05	3.25E-05	2.44E-05	2.38E-09
P9	1.02E-06	1.92E-07	6.43E-05	8.55E-05	6.43E-05	6.15E-09
P10	1.08E-06	2.03E-07	6.79E-05	9.03E-05	6.79E-05	6.22E-09
<b>Valor límite</b>	<b>25 µg/m³</b>	<b>0.5 µg/m³</b>	<b>5 ng/m³</b>	<b>6 ng/m³</b>	<b>20 ng/m³</b>	<b>5 µg/m³</b>

## 6.4. Escenario 4

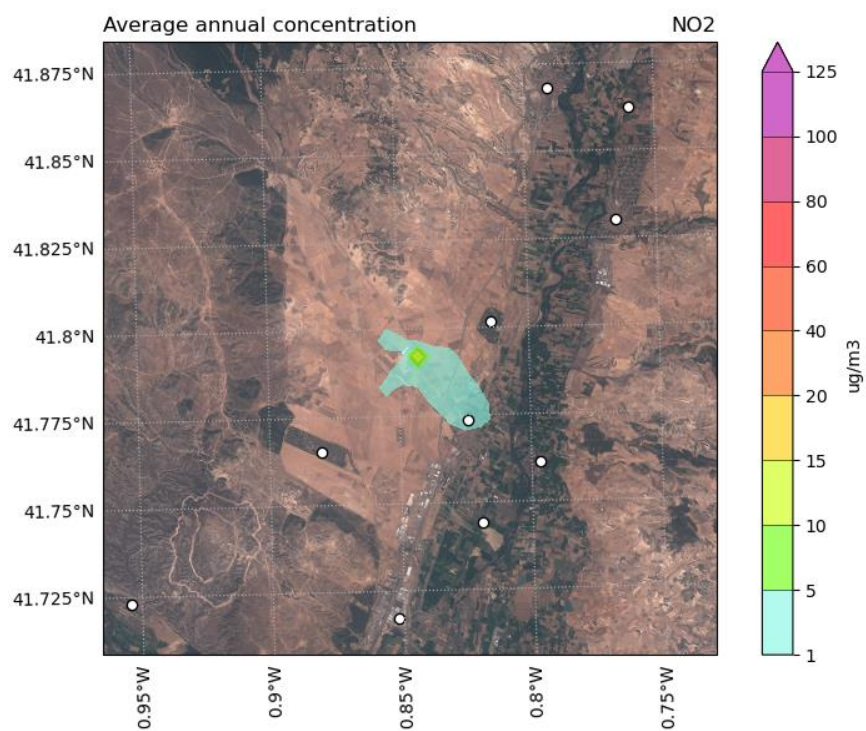


Figura 71. Campo de concentración anual de NO<sub>2</sub> en el escenario 4

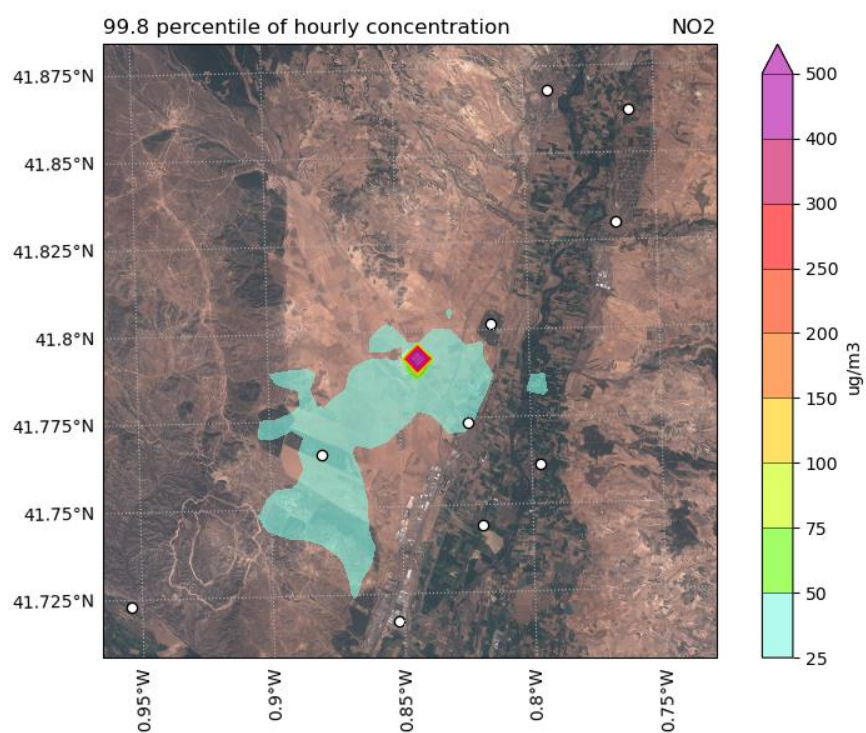


Figura 72. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 4



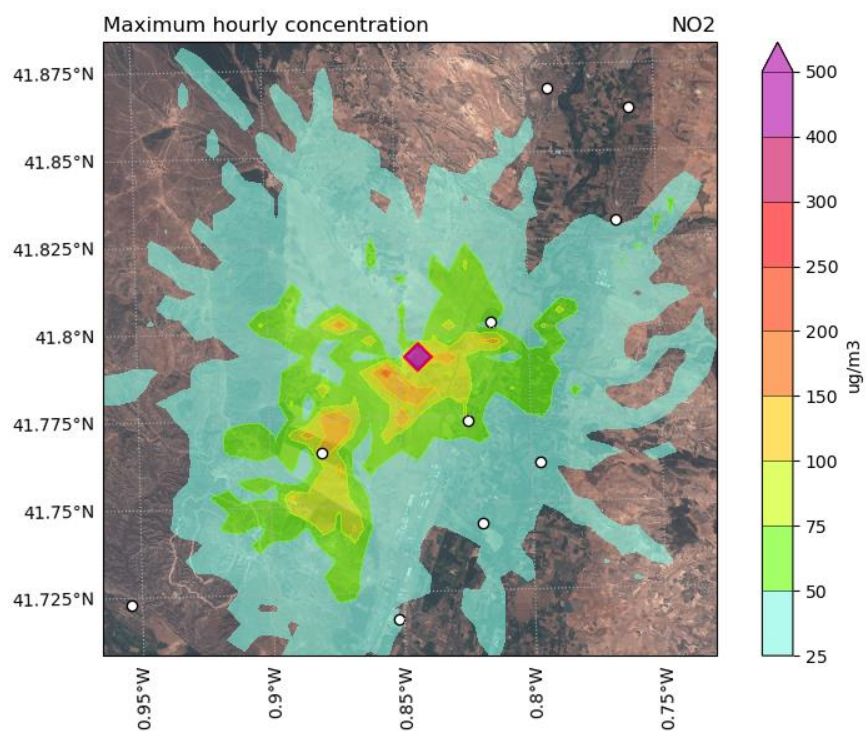


Figura 73. Campo de concentración máxima horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 4

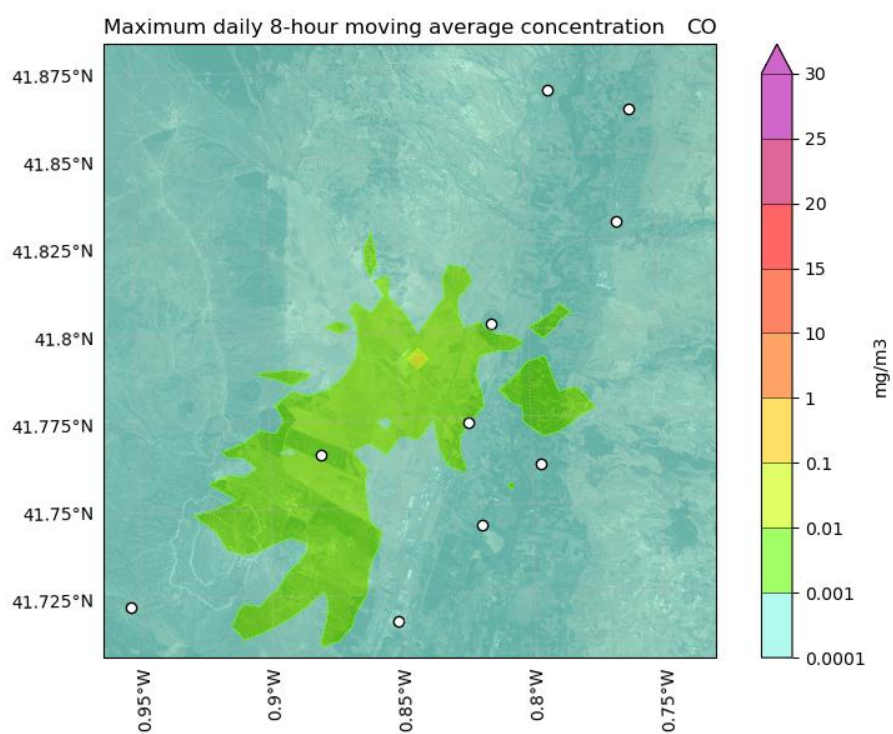


Figura 74. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 4

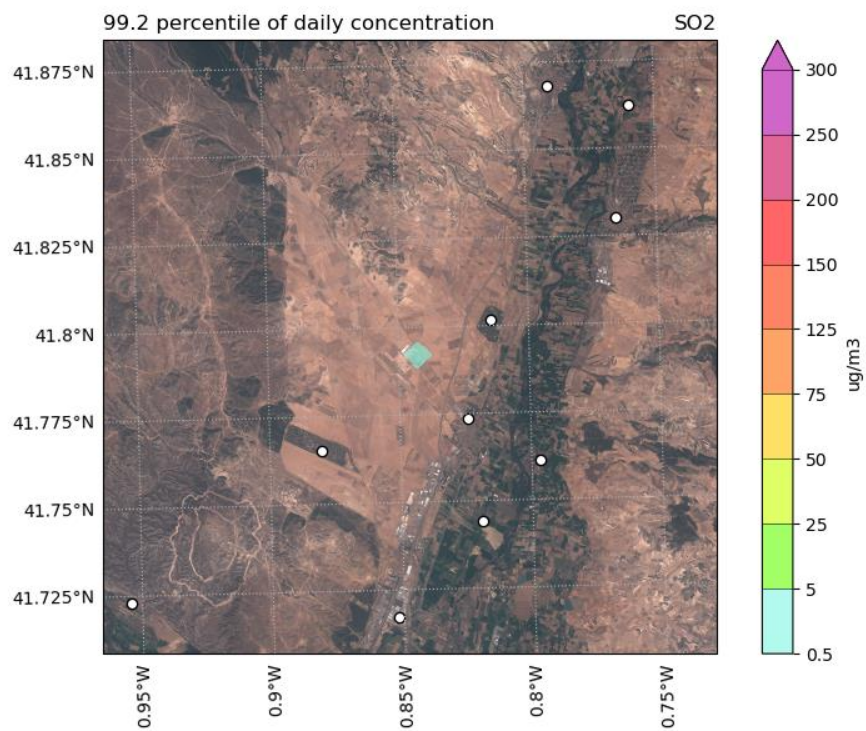


Figura 75. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 4

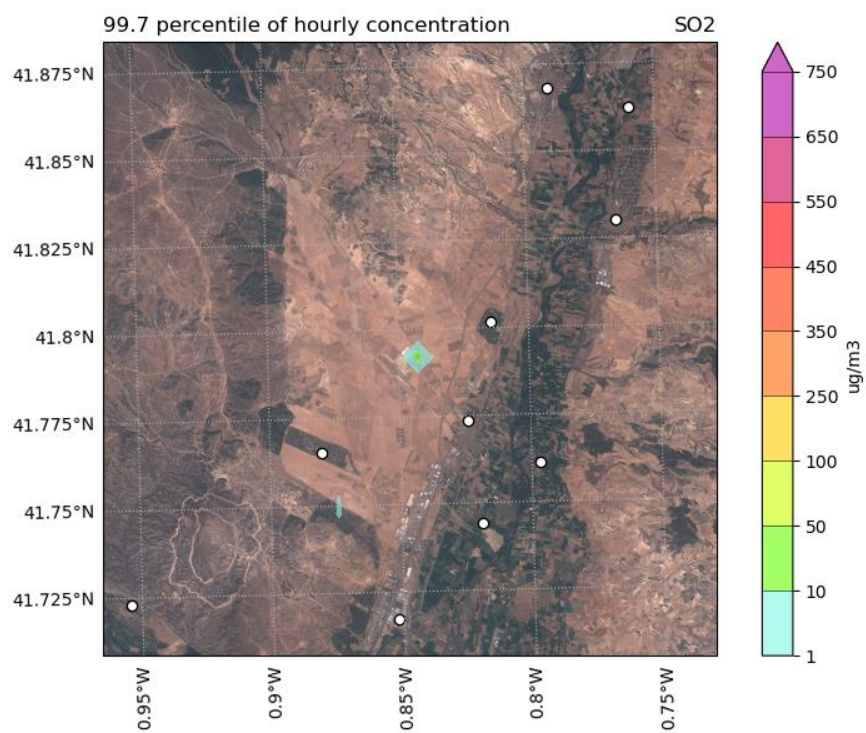


Figura 76. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 4

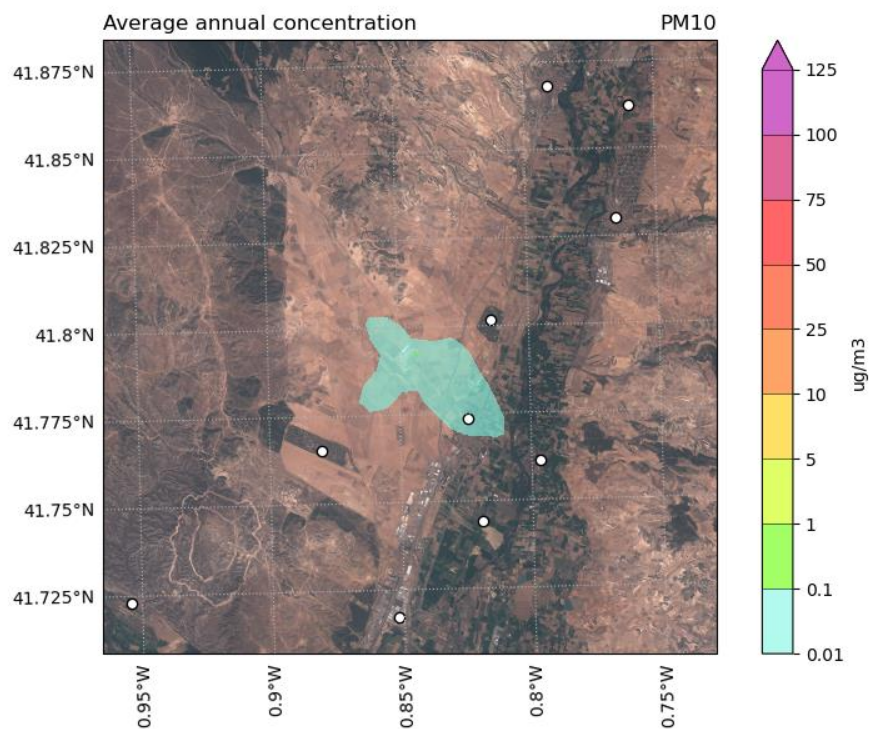


Figura 77. Campo de concentración anual de PM<sub>10</sub> en el escenario 4

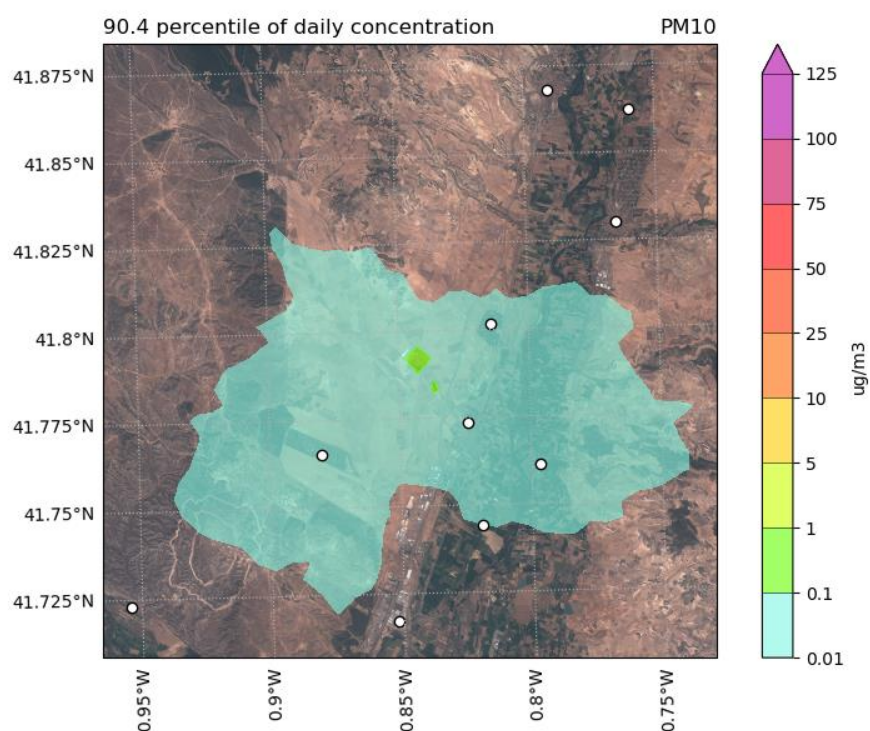


Figura 78. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM<sub>10</sub> en el escenario 4



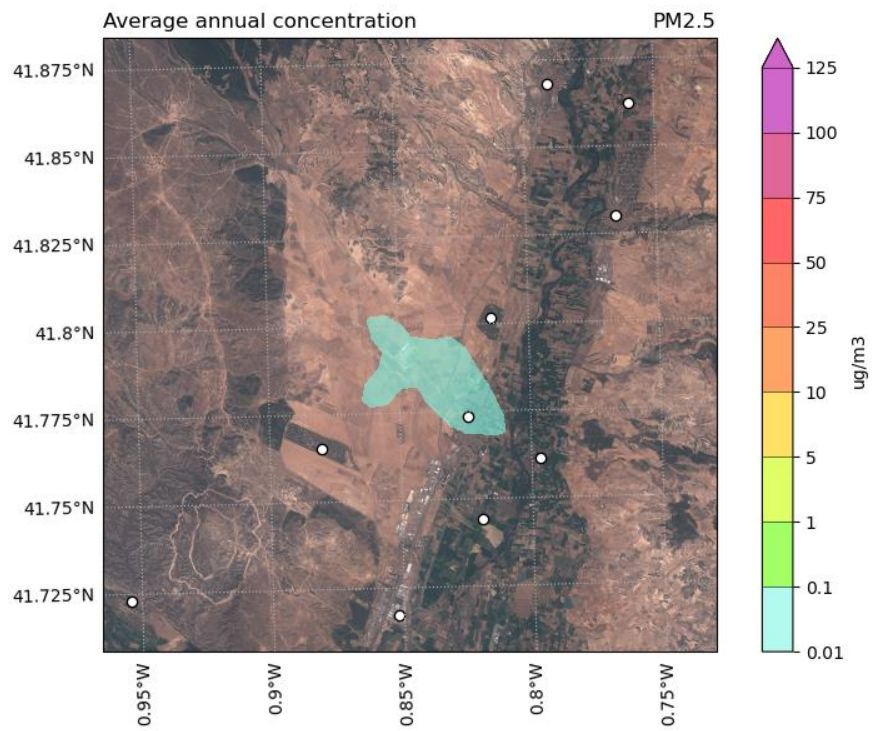


Figura 79. Campo de concentración anual de PM<sub>2,5</sub> para el escenario 4

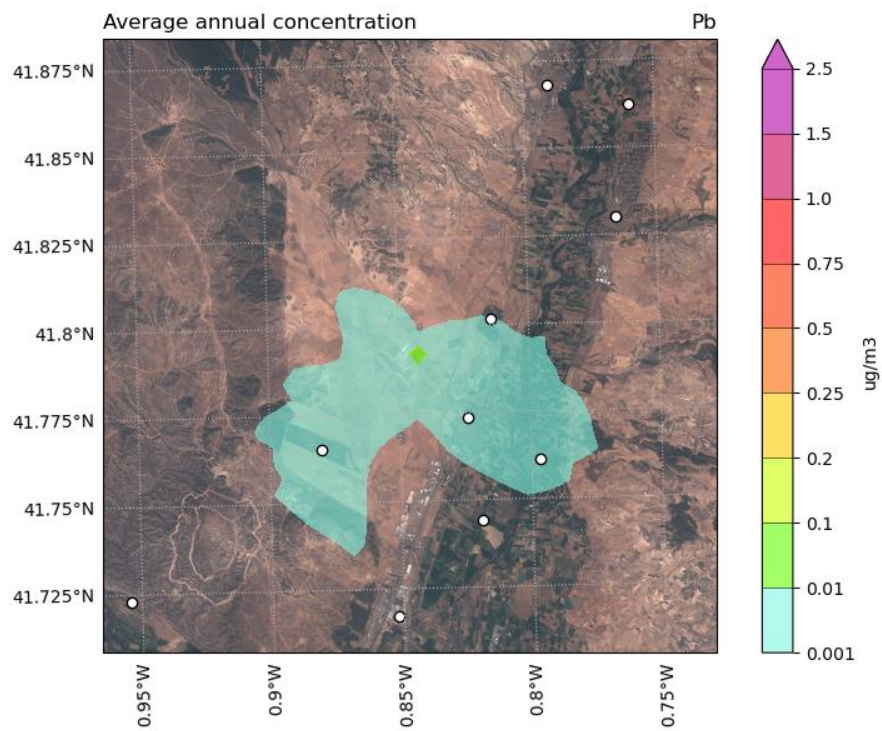


Figura 80. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 4

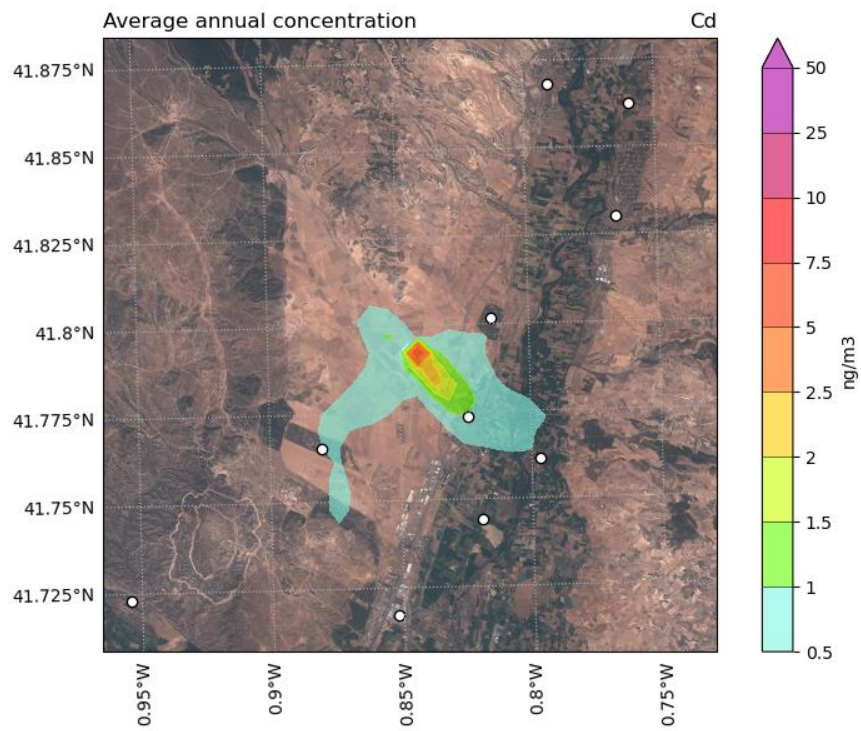


Figura 81. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 4

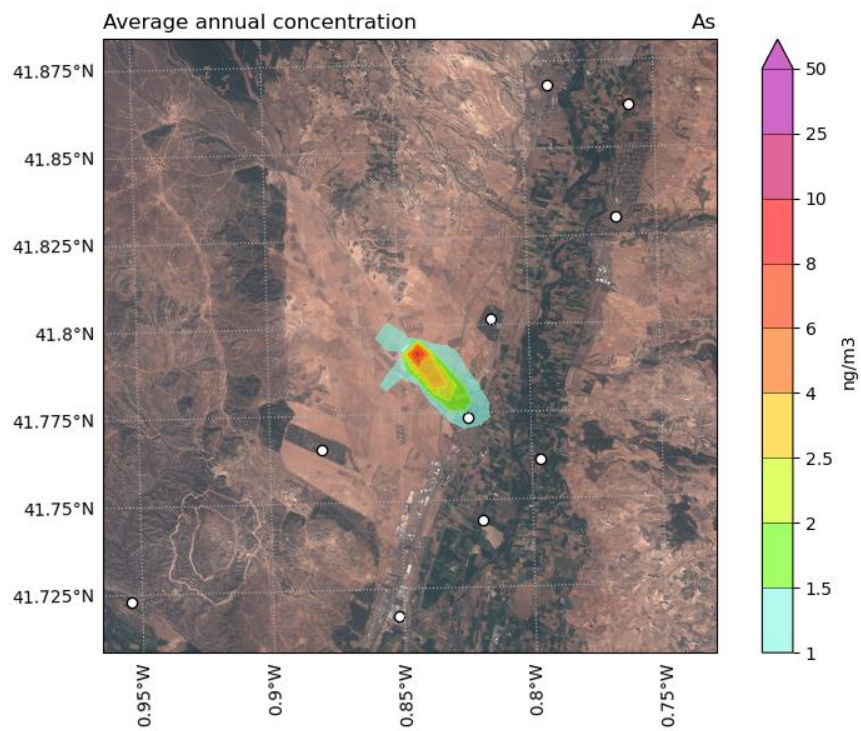


Figura 82. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 4



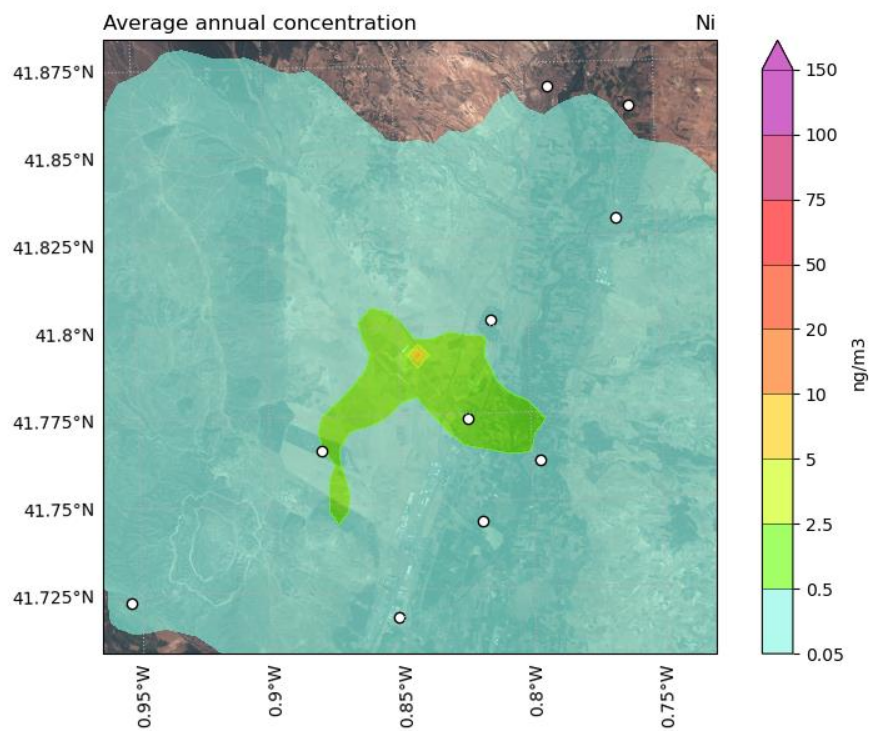


Figura 83. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 4

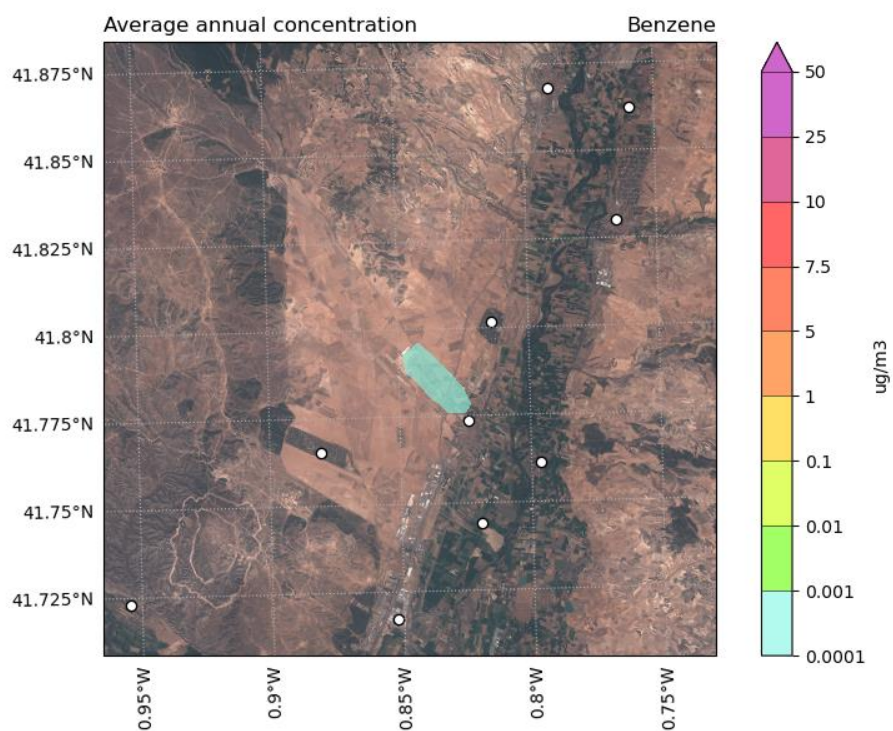


Figura 84. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 4

Tabla 21. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 4. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	NO <sub>2</sub> Anual	NO <sub>2</sub> Horario (P99.8)	NO <sub>2</sub> Máximo Horario	CO 8-hr	SO <sub>2</sub> Diario (P99.2)	PM <sub>10</sub> Anual	PM <sub>10</sub> Diario (P90.4)
P1	7.19E-02	5.08E+00	3.33E-04	2.63E-02	1.12E-01	8.70E-04	2.97E-03
P2	2.76E-01	1.23E+01	7.35E-04	5.91E-02	2.67E-01	3.36E-03	1.05E-02
P3	6.44E-01	3.04E+01	1.59E-03	1.65E-01	6.96E-01	7.91E-03	2.70E-02
P4	1.30E+00	2.98E+01	1.07E-03	1.48E-01	6.30E-01	1.56E-02	4.33E-02
P5	4.94E-01	2.21E+01	9.02E-04	1.11E-01	4.95E-01	5.92E-03	1.90E-02
P6	6.15E-01	1.58E+01	5.46E-04	7.08E-02	3.66E-01	7.23E-03	1.87E-02
P7	6.34E-02	4.03E+00	3.34E-04	2.04E-02	7.96E-02	7.00E-04	2.50E-03
P8	5.34E-02	4.10E+00	2.53E-04	2.14E-02	7.28E-02	6.32E-04	2.05E-03
P9	1.40E-01	8.64E+00	4.45E-04	3.50E-02	1.88E-01	1.66E-03	5.97E-03
P10	1.61E-01	1.23E+01	6.53E-04	5.69E-02	2.60E-01	1.99E-03	5.50E-03
<b>Valor límite</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>200 µg/m³</b>	<b>10 mg/m³</b>	<b>125 µg/m³</b>	<b>350 µg/m³</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>50 µg/m³</b>

Tabla 22. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 4. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	PM <sub>2.5</sub> Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
P1	8.55E-04	1.61E-04	5.37E-02	7.15E-02	5.37E-02	4.93E-06
P2	3.34E-03	6.26E-04	2.09E-01	2.79E-01	2.09E-01	1.92E-05
P3	7.71E-03	1.45E-03	4.84E-01	6.44E-01	4.84E-01	4.28E-05
P4	1.57E-02	2.94E-03	9.83E-01	1.31E+00	9.83E-01	8.64E-05
P5	5.81E-03	1.09E-03	3.65E-01	4.85E-01	3.65E-01	3.34E-05
P6	7.31E-03	1.37E-03	4.58E-01	6.10E-01	4.58E-01	4.13E-05
P7	6.98E-04	1.31E-04	4.39E-02	5.84E-02	4.39E-02	4.54E-06
P8	6.29E-04	1.18E-04	3.95E-02	5.26E-02	3.95E-02	3.89E-06
P9	1.64E-03	3.08E-04	1.03E-01	1.37E-01	1.03E-01	9.93E-06
P10	1.95E-03	3.66E-04	1.23E-01	1.63E-01	1.23E-01	1.12E-05
<b>Valor límite</b>	<b>25 µg/m³</b>	<b>0.5 µg/m³</b>	<b>5 ng/m³</b>	<b>6 ng/m³</b>	<b>20 ng/m³</b>	<b>5 µg/m³</b>

## 7. Conclusiones

El presente estudio ha determinado el impacto ambiental que puede surgir de las actividades de combustión de múltiples generadores diésel de una ubicación en Villanueva de Gállego (Aragón). 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 4 escenarios de modelado, correspondientes a 4 escenarios diferentes desde el punto de vista de la actividad del generador y, por lo tanto, de las emisiones. El modelado se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la información meteorológica de todo el año 2023.

De acuerdo con los resultados establecidos a través del modelo de dispersión de contaminantes, se puede observar que los niveles de los contaminantes considerados ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Ni}$  y  $\text{C}_6\text{H}_6$ ) 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.

Para los escenarios más desfavorables (escenarios 1 y 4), se ha realizado una modelización sinérgica combinando las emisiones de ZAZ060, ZAZ080 y ZAZ100. 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 indican los diferentes escenarios de modelado considerados:

- **Escenario 1:** 10 minutos por generador (quincenalmente, 26 al año). Funcionamiento total de 8 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento al 10% de carga. Dos generadores en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.
- **Escenario 2:** 1,5 horas por generador, dos veces al año (semestralmente, 2 al año). Funcionamiento total de 3 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento funcionando al 100% de carga. Dos generadores en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.
- **Escenario 3:** 1,5 horas por generador, por trimestre, después de tareas de mantenimiento específicas que requieran encender el generador. Funcionamiento total de 6 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento al 100% de carga. Un generador en funcionamiento a la vez en el emplazamiento.
- **Escenario 4:** funcionamiento total de 250 h al año para todos los generadores. Se consideran todos los generadores por emplazamiento funcionando al 100% de carga (escenario de emergencia).

Para elegir qué generador o generadores se prueban en cada escenario, se ha seguido el siguiente procedimiento:

1. Se ha realizado el escenario 4, ya que considera que todos los generadores funcionan al mismo tiempo. Esto nos permitirá saber qué generador contribuye más a la contaminación del medio ambiente.
2. Dado que los resultados deben analizarse en un punto receptor concreto, se ha revisado el trabajo realizado en 2022 para localizar el punto receptor donde se obtuvieron los peores resultados. Se han analizado los valores del máximo horario de NO<sub>2</sub> por ser el contaminante con valores más elevados.
3. A partir del escenario 4 se han analizado por separado los resultados de cada fuente de emisión (generador). El receptor elegido para analizar estos resultados es el obtenido en el punto 2.
4. Los generadores con peores valores en este punto receptor en el escenario 4 son los que se analizarán en el resto de escenarios.

En este caso (ZAZ080), los informes de 2022 sugieren que el receptor P3 presenta los peores valores. La siguiente figura muestra los generadores seleccionados para los escenarios 1, 2 y 3.



Figura 85. Generadores seleccionados para los escenarios 1, 2 y 3 (en rojo)

## Anexo II

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de una modelización adicional, en la que se han considerado conjuntamente las emisiones combinadas de los emplazamientos ZAZ060, ZAZ080 y ZAZ100. Estos emplazamientos están situados muy cerca unos de otros, como puede verse en la figura siguiente (ZAZ060 en rojo, ZAZ080 en amarillo y ZAZ100 en morado).

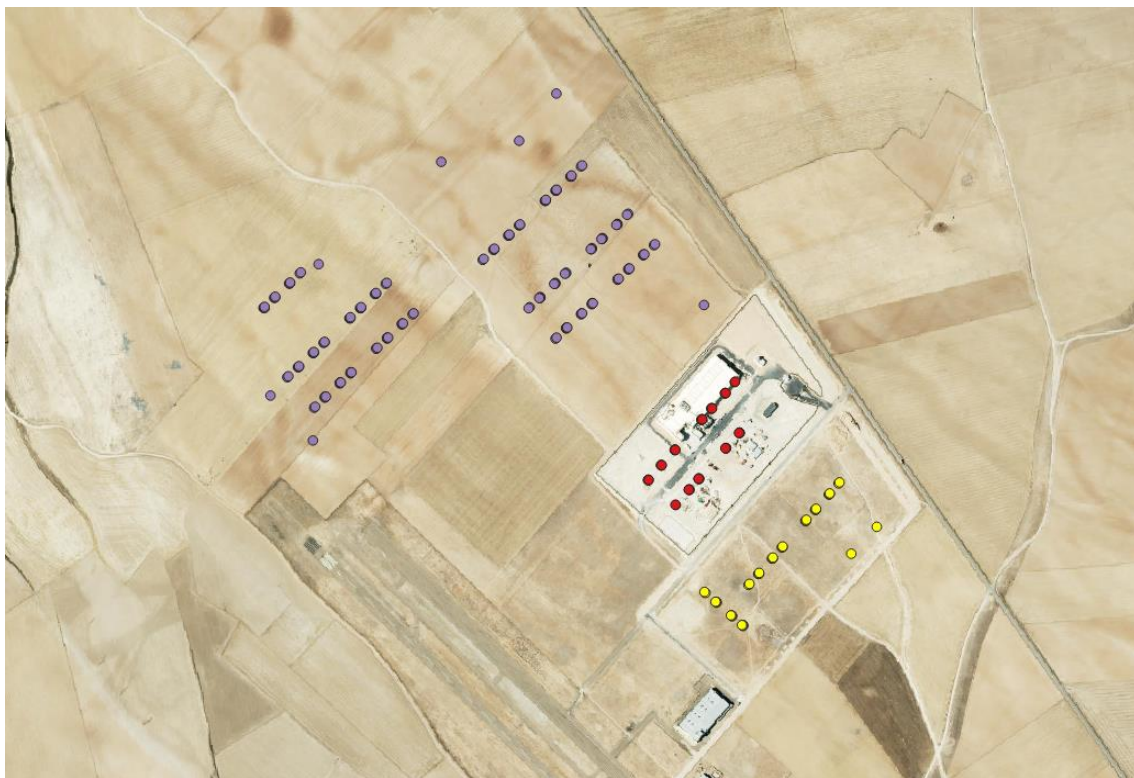


Figura 86. Localización de los generadores de los sites ZAZ060 (rojo), ZAZ080 (amarillo) y ZAZ100 (morado)



## Modelización sinérgica de ZAZ060, ZAZ080 y ZAZ100 para el escenario 1

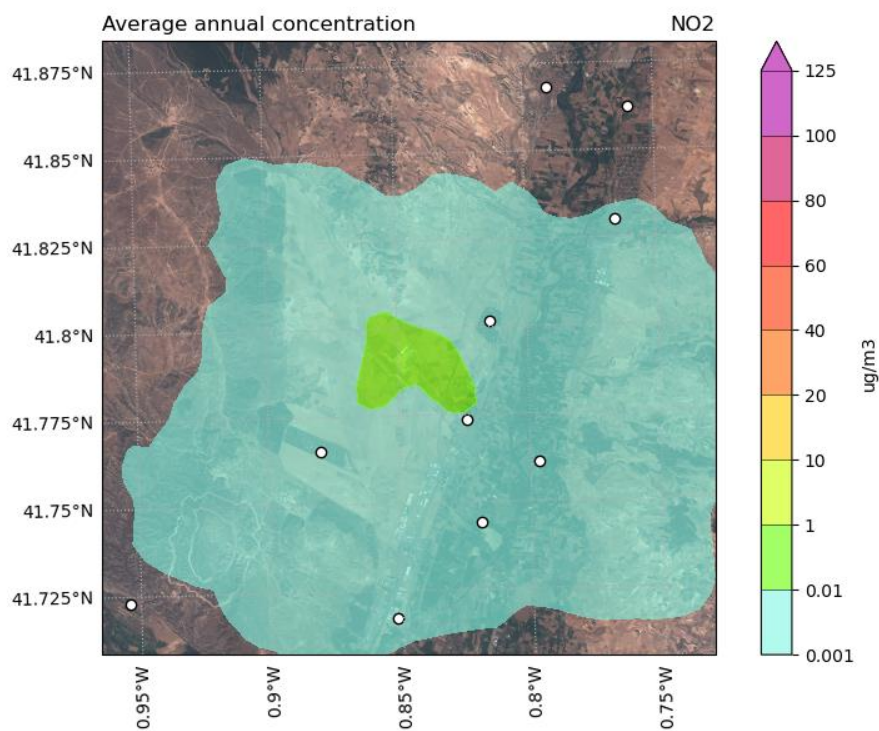


Figura 87. Campo de concentración anual de NO<sub>2</sub> en el escenario 1.

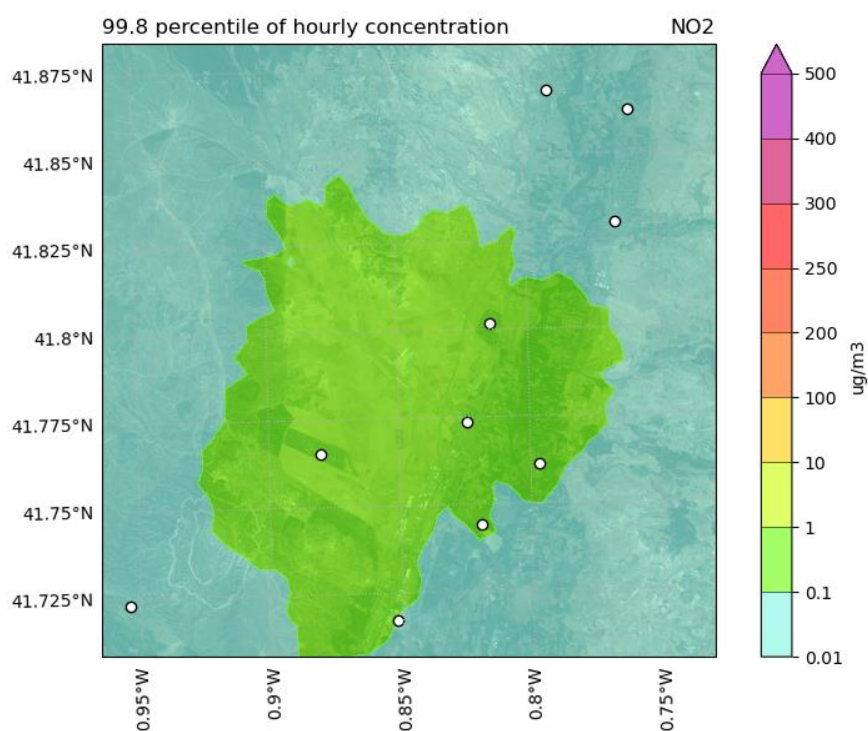


Figura 88. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 1

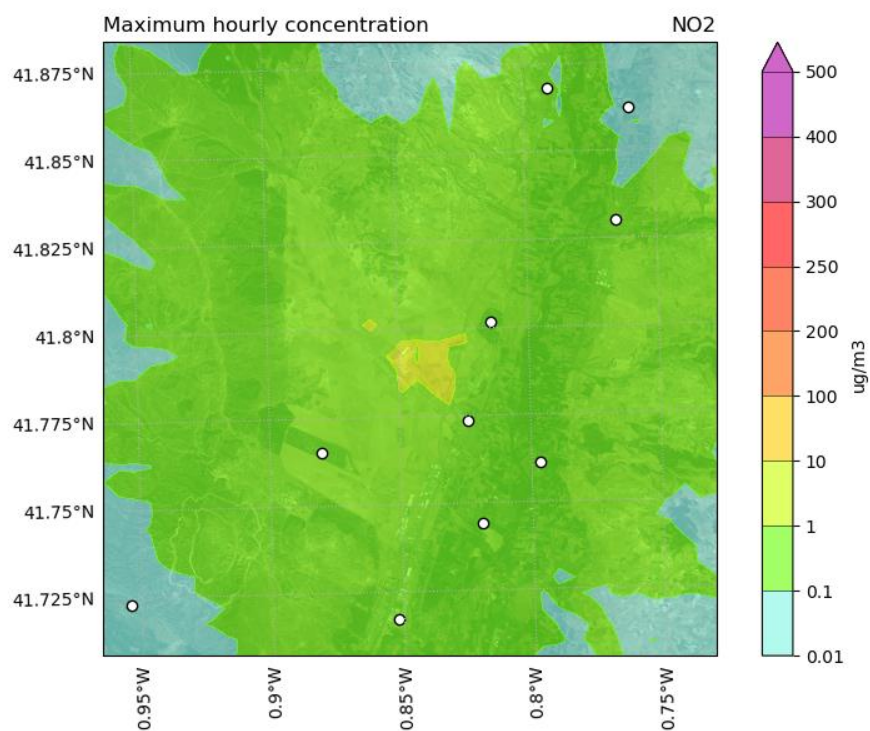


Figura 89. Campo de concentración máxima horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 1

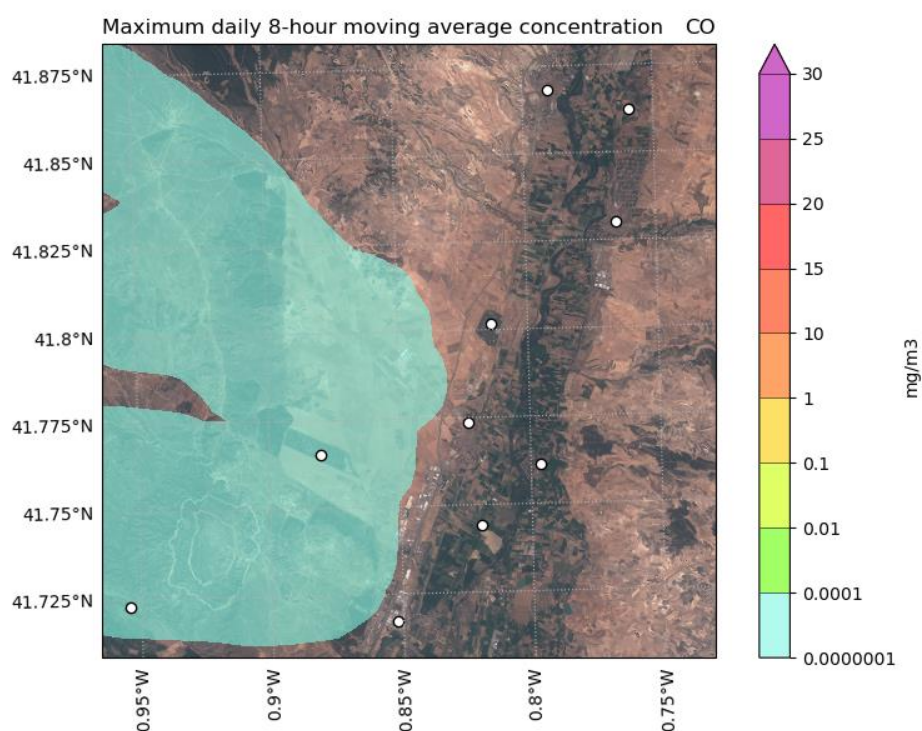


Figura 90. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 1

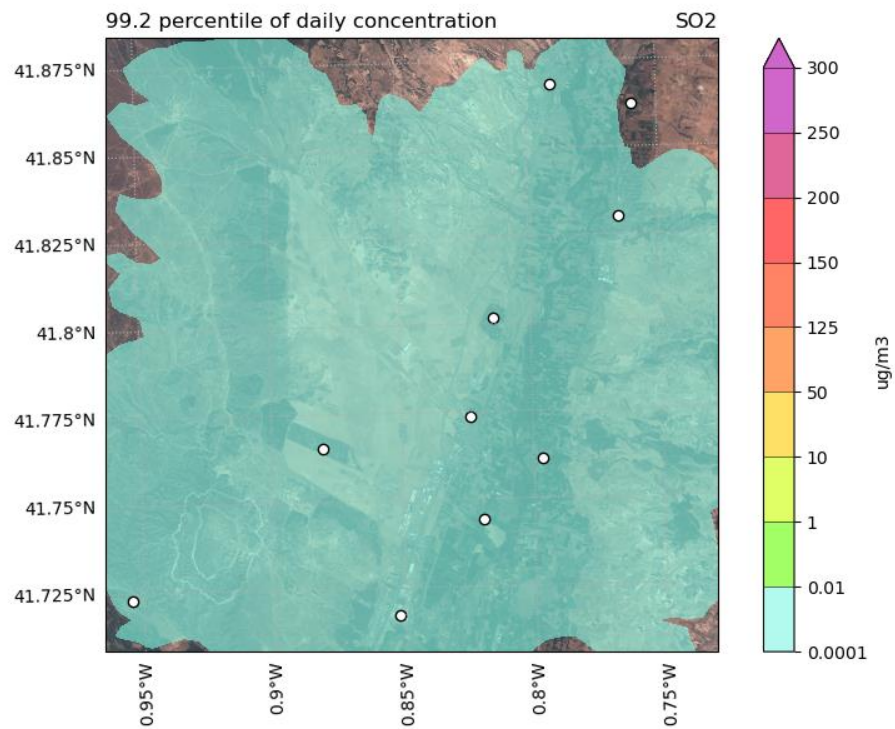


Figura 91. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 1

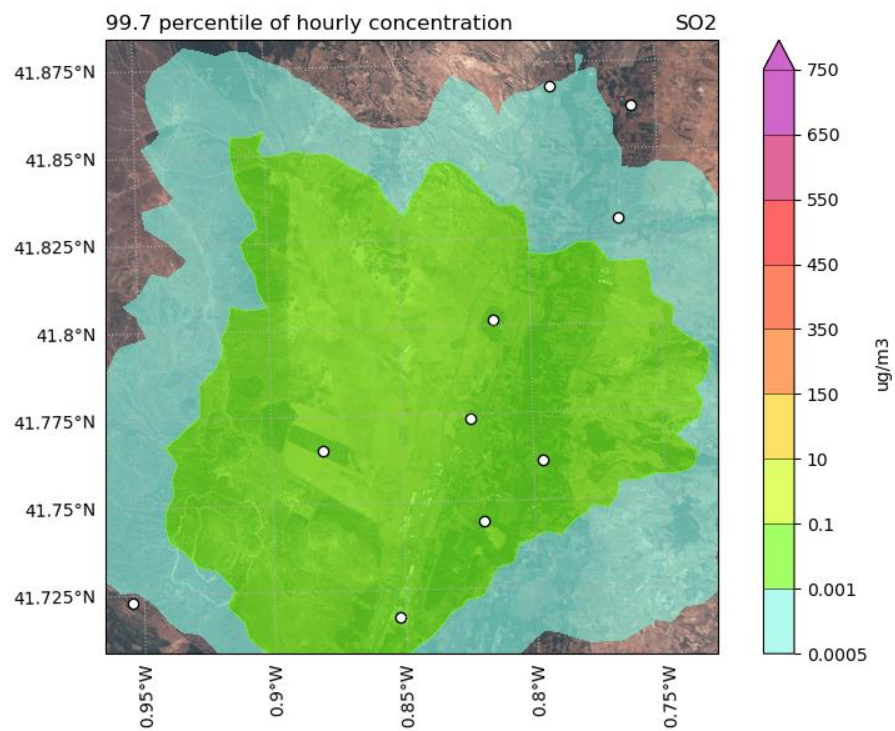


Figura 92. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 1



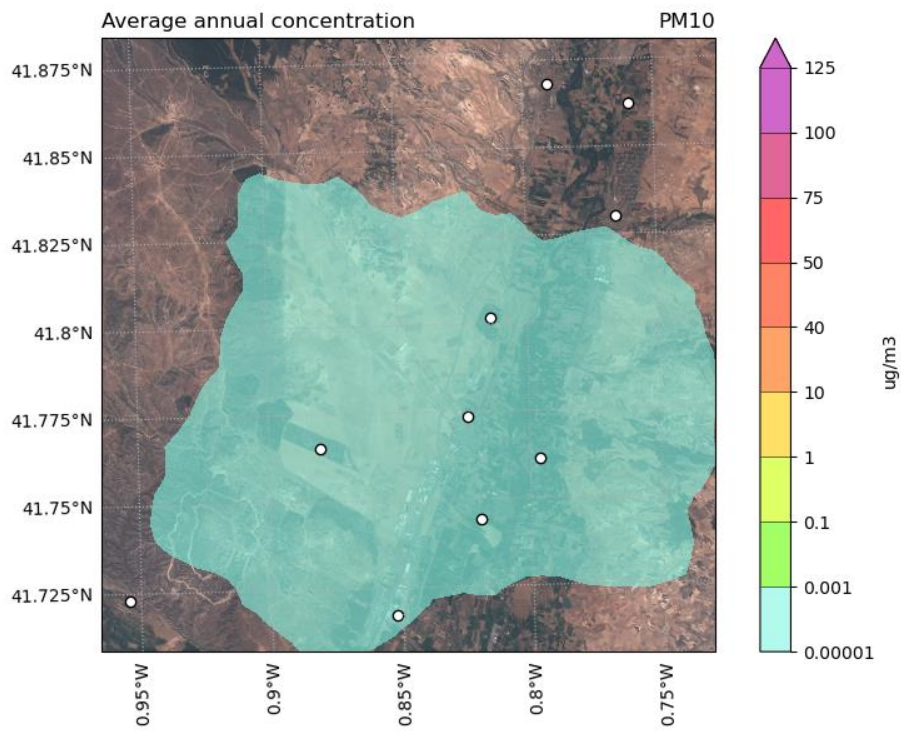


Figura 93. Campo de concentración anual de PM<sub>10</sub> en el escenario 1

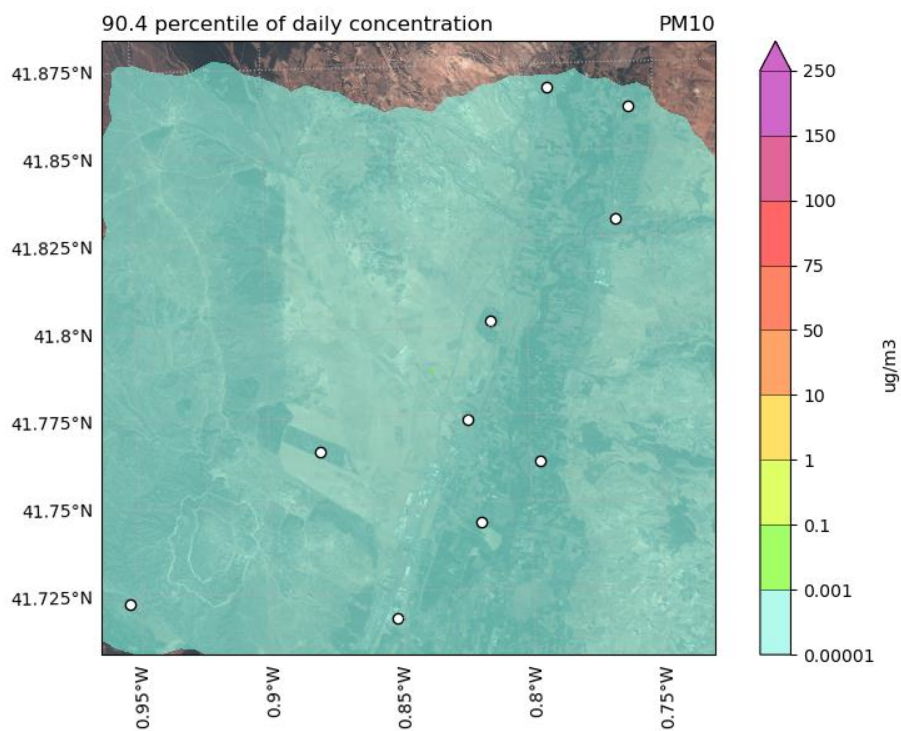


Figura 94. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM<sub>10</sub> en el escenario 1

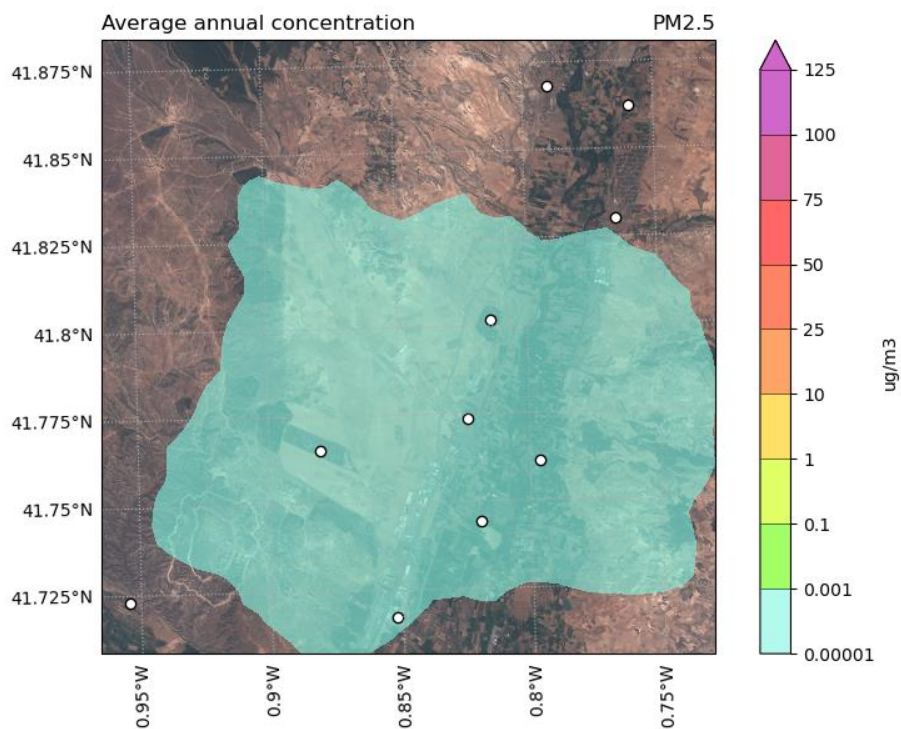


Figura 95. Campo de concentración anual de  $PM_{2.5}$  en el escenario 1

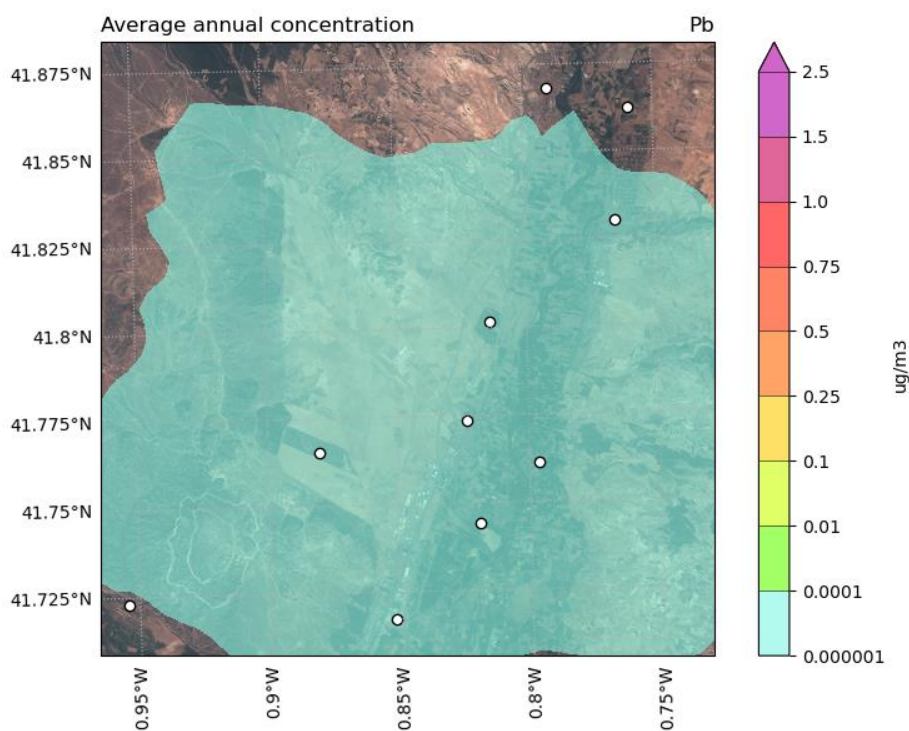


Figura 96. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 1



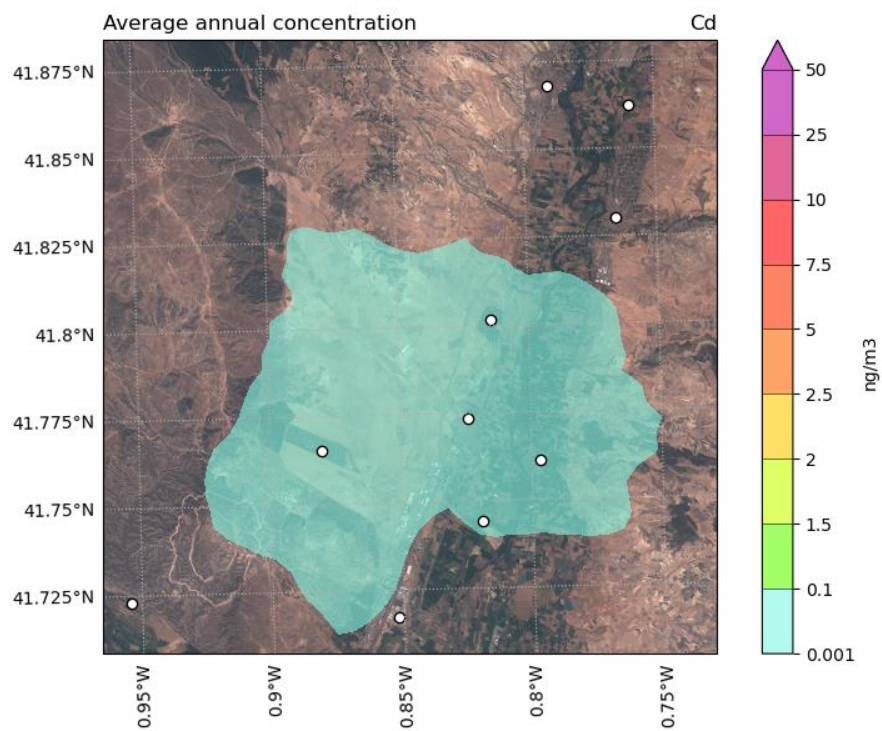


Figura 97. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 1

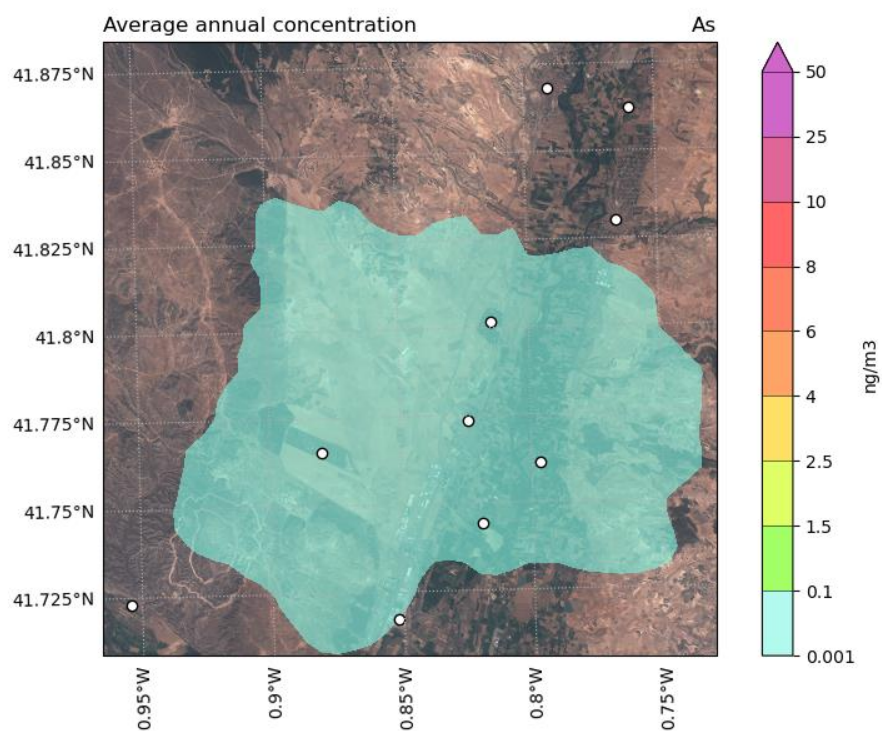


Figura 98. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 1

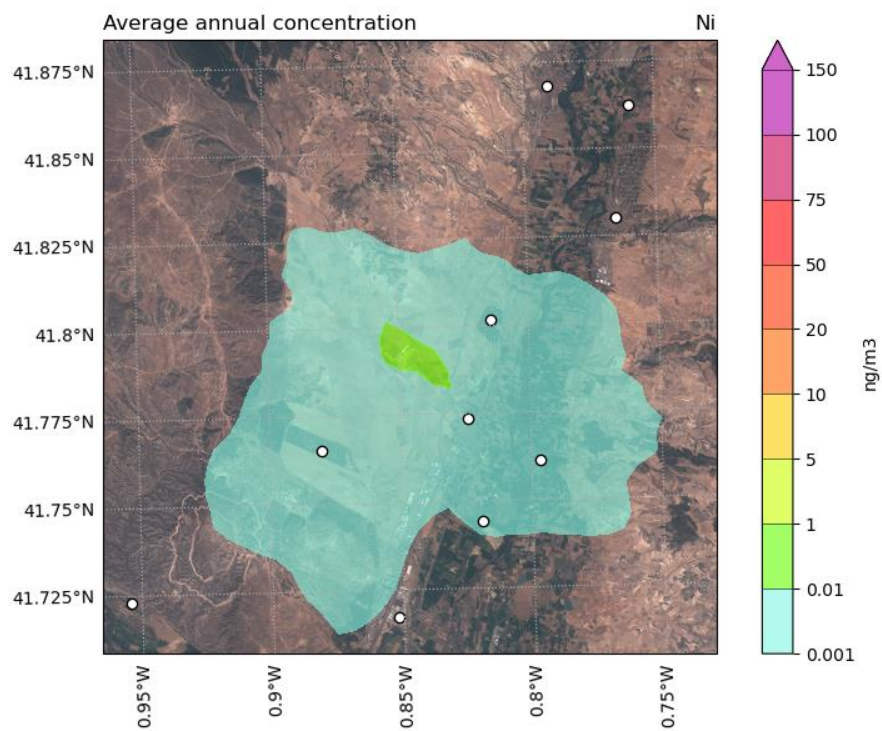


Figura 99. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 1

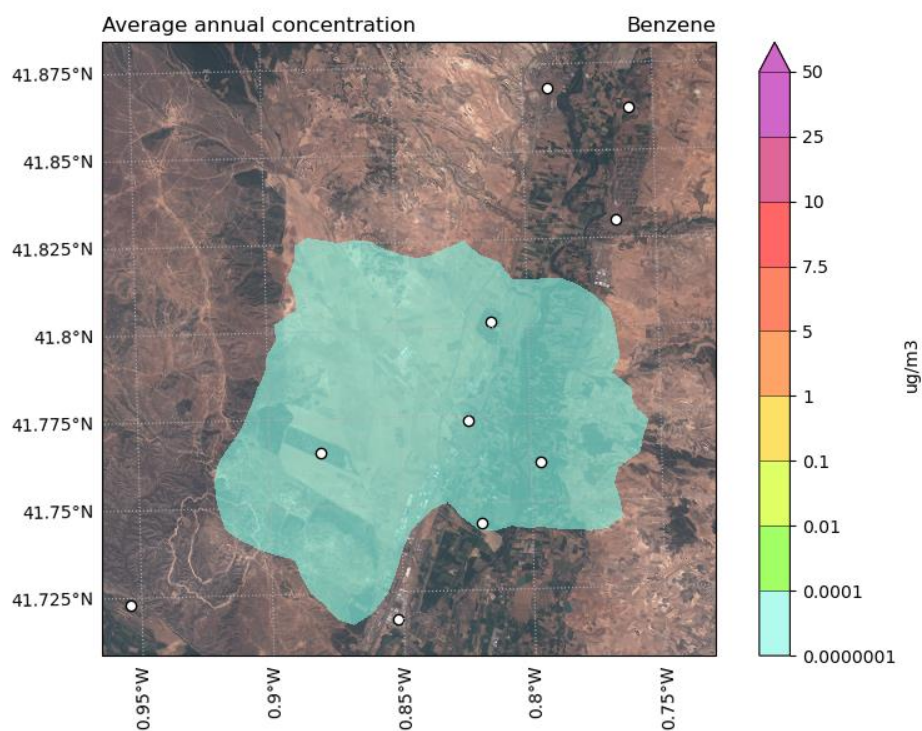


Figura 100. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 1

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	NO <sub>2</sub> Anual	NO <sub>2</sub> Horario (P99.8)	NO <sub>2</sub> Máximo Horario	CO 8-hr	SO <sub>2</sub> Diario (P99.2)	PM <sub>10</sub> Anual	PM <sub>10</sub> Diario (P90.4)
P1	5.34E-04	2.76E-02	9.31E-07	1.06E-04	4.11E-04	4.41E-06	1.75E-05
P2	2.18E-03	1.16E-01	4.74E-06	3.73E-04	1.54E-03	1.76E-05	4.90E-05
P3	6.77E-03	2.26E-01	1.17E-05	8.87E-04	3.32E-03	5.59E-05	1.85E-04
P4	8.28E-03	2.11E-01	4.56E-06	6.77E-04	3.13E-03	6.61E-05	1.69E-04
P5	5.17E-03	2.14E-01	6.24E-06	7.50E-04	3.21E-03	4.10E-05	1.44E-04
P6	4.28E-03	1.18E-01	2.32E-06	3.50E-04	1.67E-03	3.34E-05	8.79E-05
P7	4.18E-04	2.74E-02	1.15E-06	7.95E-05	3.54E-04	3.23E-06	1.20E-05
P8	5.08E-04	3.95E-02	1.67E-06	1.70E-04	4.87E-04	3.89E-06	1.12E-05
P9	1.20E-03	6.75E-02	1.94E-06	1.91E-04	9.26E-04	9.34E-06	3.28E-05
P10	1.45E-03	1.05E-01	3.89E-06	3.54E-04	1.56E-03	1.19E-05	3.69E-05
<b>Valor límite</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>200 µg/m³</b>	<b>10 mg/m³</b>	<b>125 µg/m³</b>	<b>350 µg/m³</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>50 µg/m³</b>

Tabla 24. 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 <sub>2.5</sub> Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
P1	4.38E-06	8.24E-07	2.76E-04	3.67E-04	2.76E-04	2.52E-08
P2	1.80E-05	3.38E-06	1.13E-03	1.50E-03	1.13E-03	1.07E-07
P3	5.49E-05	1.03E-05	3.45E-03	4.59E-03	3.45E-03	3.05E-07
P4	6.79E-05	1.27E-05	4.26E-03	5.67E-03	4.26E-03	3.78E-07
P5	4.05E-05	7.61E-06	2.54E-03	3.39E-03	2.54E-03	2.37E-07
P6	3.46E-05	6.50E-06	2.17E-03	2.89E-03	2.17E-03	1.99E-07
P7	3.25E-06	6.12E-07	2.05E-04	2.73E-04	2.05E-04	2.09E-08
P8	3.94E-06	7.42E-07	2.48E-04	3.30E-04	2.48E-04	2.58E-08
P9	9.37E-06	1.76E-06	5.89E-04	7.84E-04	5.89E-04	5.75E-08
P10	1.18E-05	2.21E-06	7.40E-04	9.85E-04	7.40E-04	6.80E-08
<b>Valor límite</b>	<b>25 µg/m³</b>	<b>0.5 µg/m³</b>	<b>5 ng/m³</b>	<b>6 ng/m³</b>	<b>20 ng/m³</b>	<b>5 µg/m³</b>



## Modelización sinérgica de ZAZ060, ZAZ080 y ZAZ100 para el escenario 4

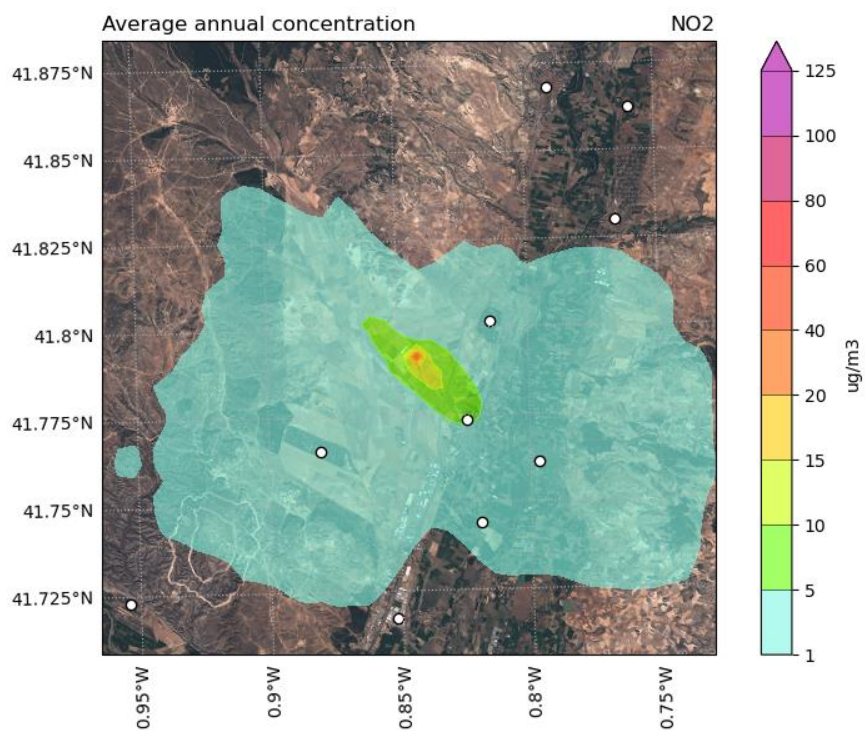


Figura 101. Campo de concentración anual de NO<sub>2</sub> en el escenario 4

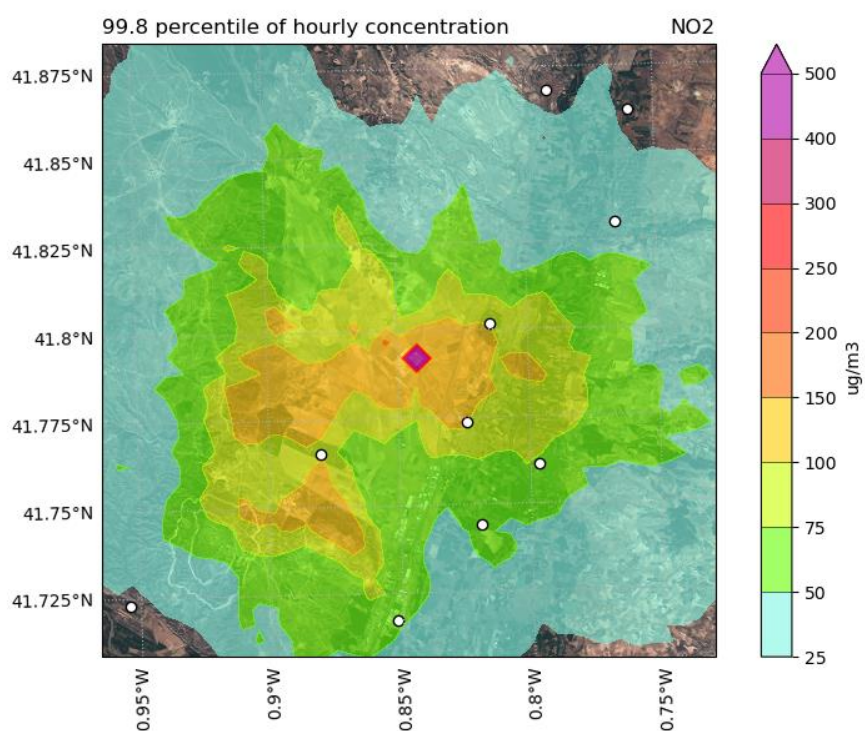


Figura 102. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 4

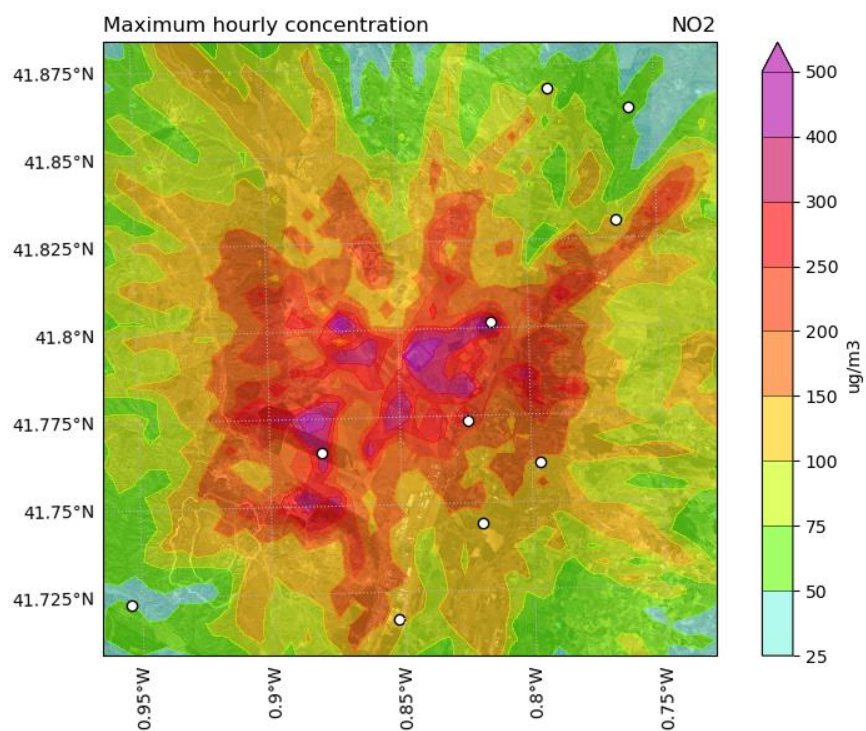


Figura 103. Campo de concentración máxima horaria de NO<sub>2</sub> en el escenario 4

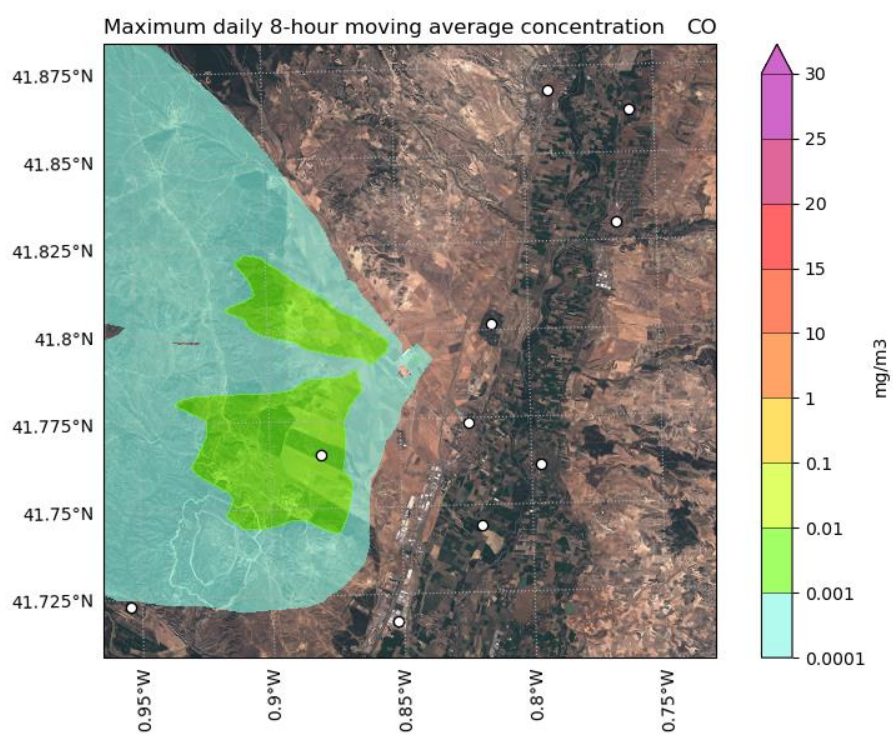


Figura 104. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 4



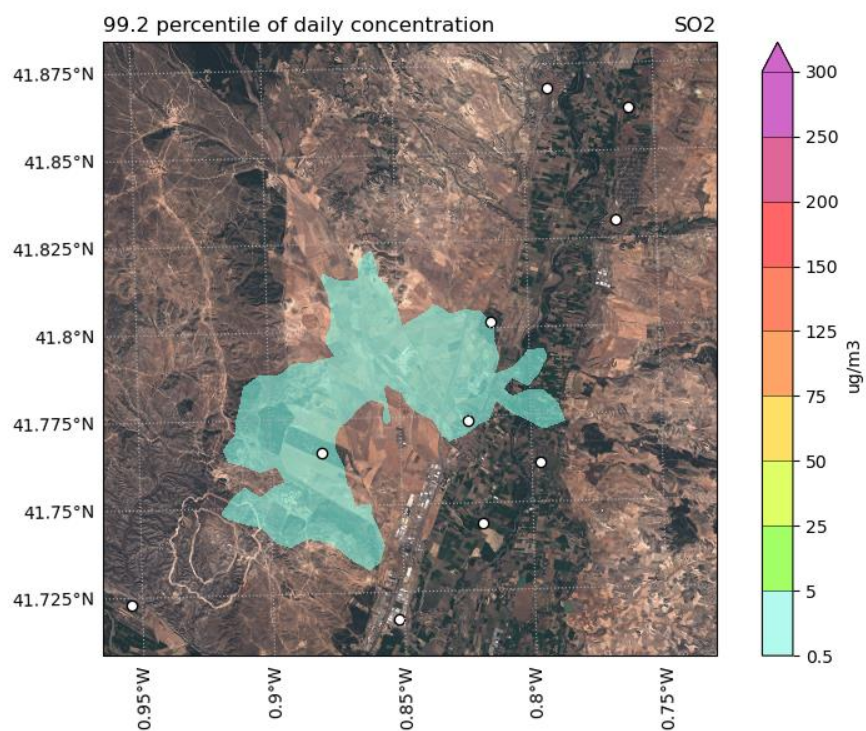


Figura 105. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 4

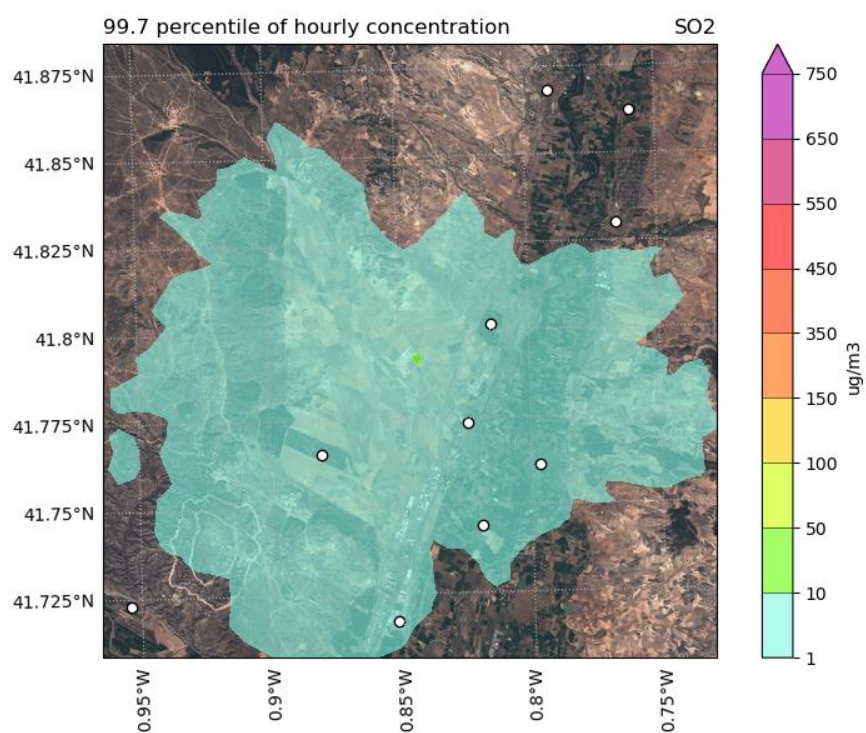


Figura 106. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO<sub>2</sub> en el escenario 4

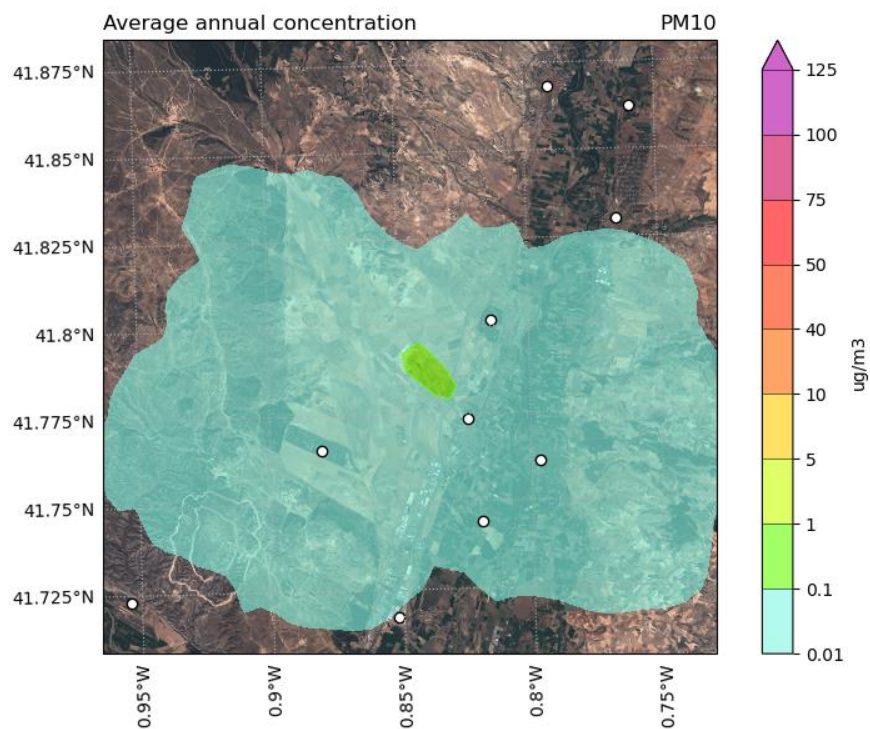


Figura 107. Campo de concentración anual de PM<sub>10</sub> en el escenario 4

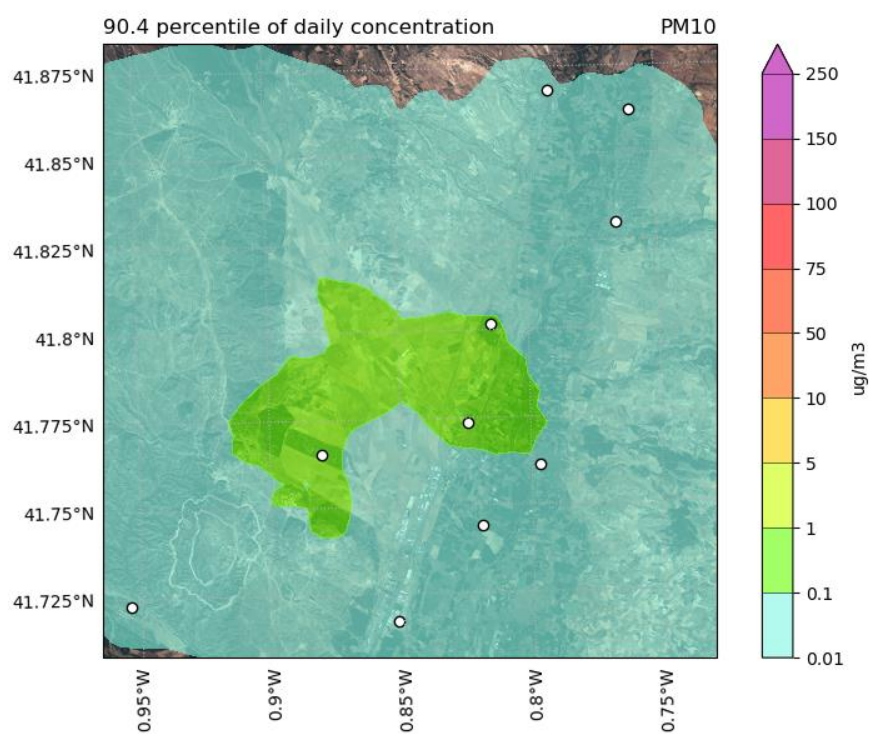


Figura 108. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM<sub>10</sub> en el escenario 4



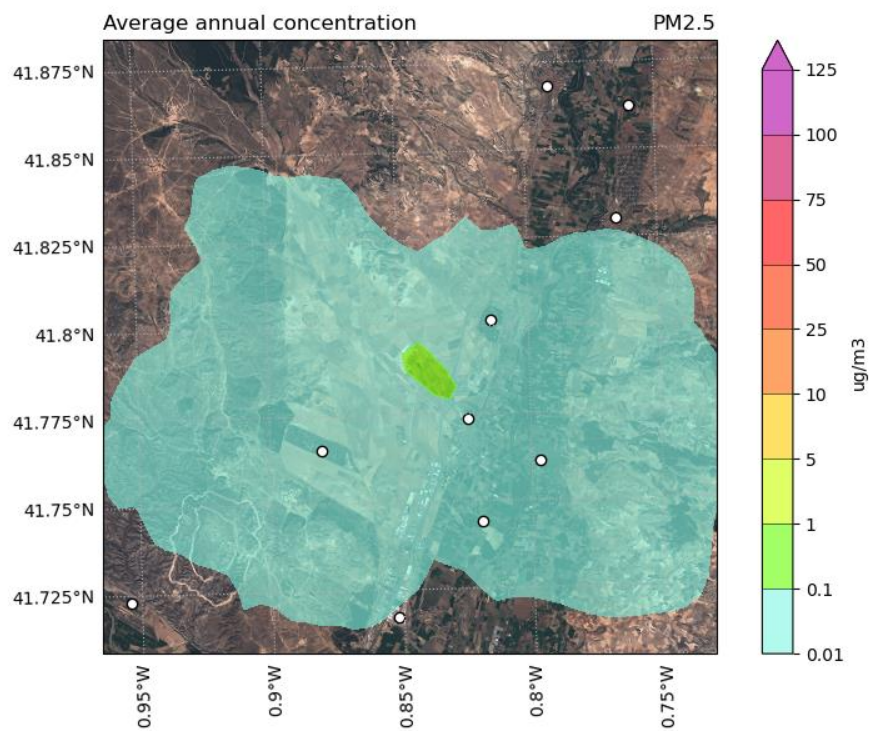


Figura 109. Campo de concentración anual de PM<sub>2,5</sub> en el escenario 4

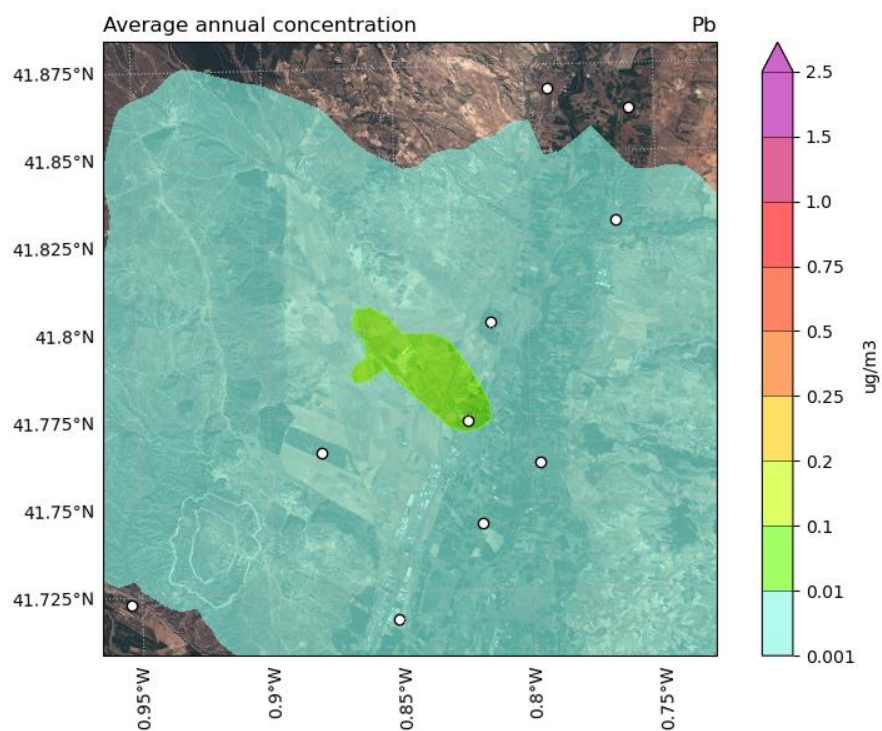


Figura 110. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 4

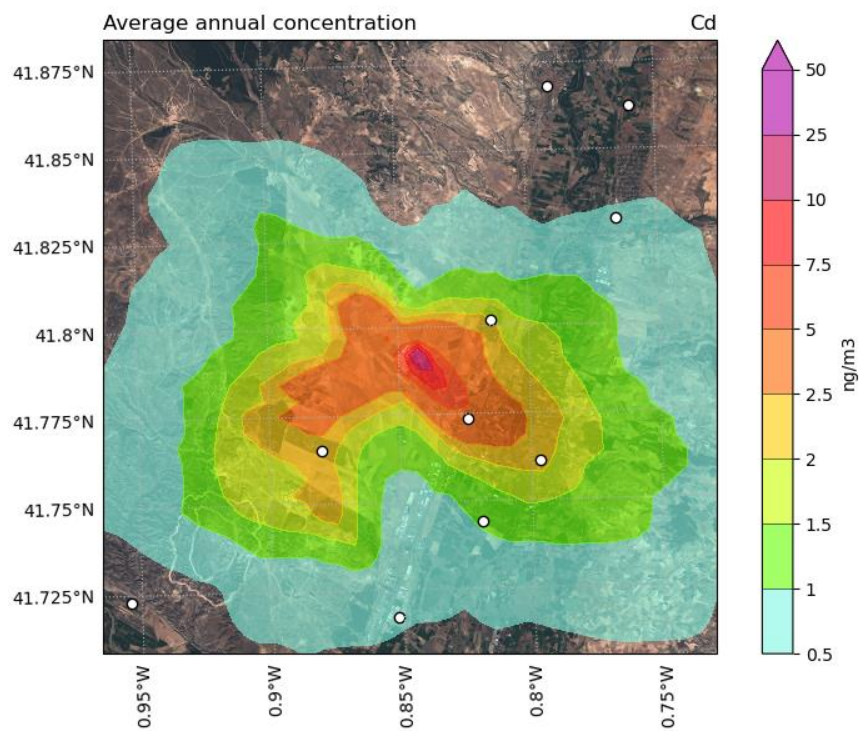


Figura 111. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 4

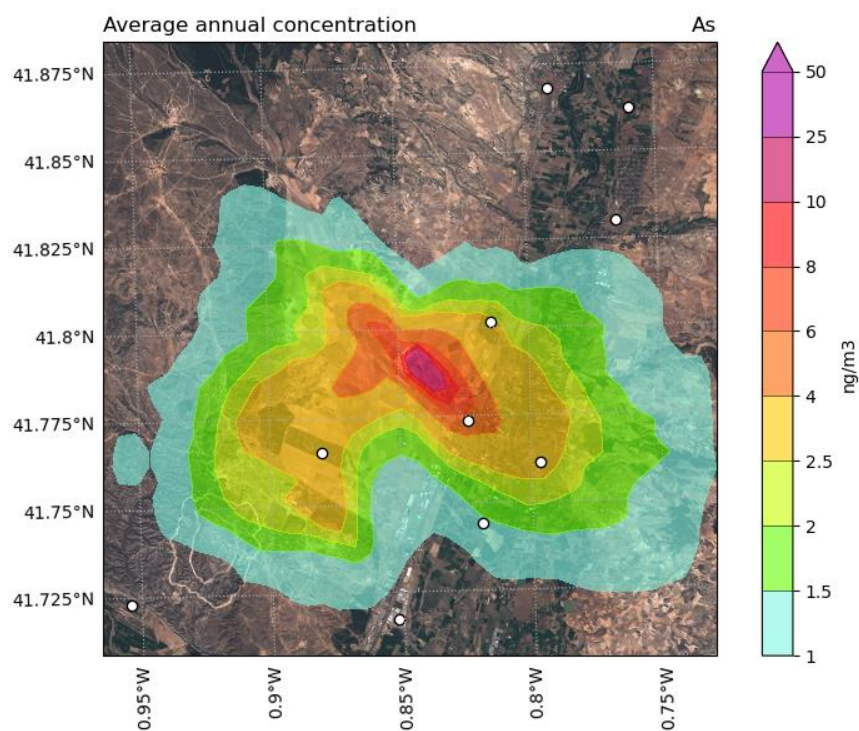


Figura 112. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 4



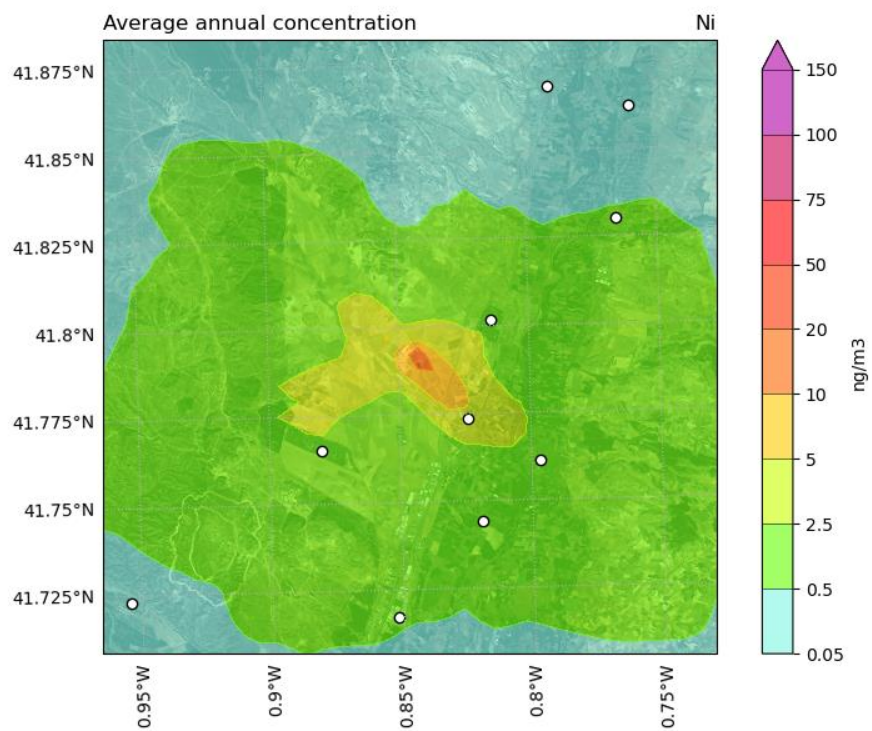


Figura 113. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 4

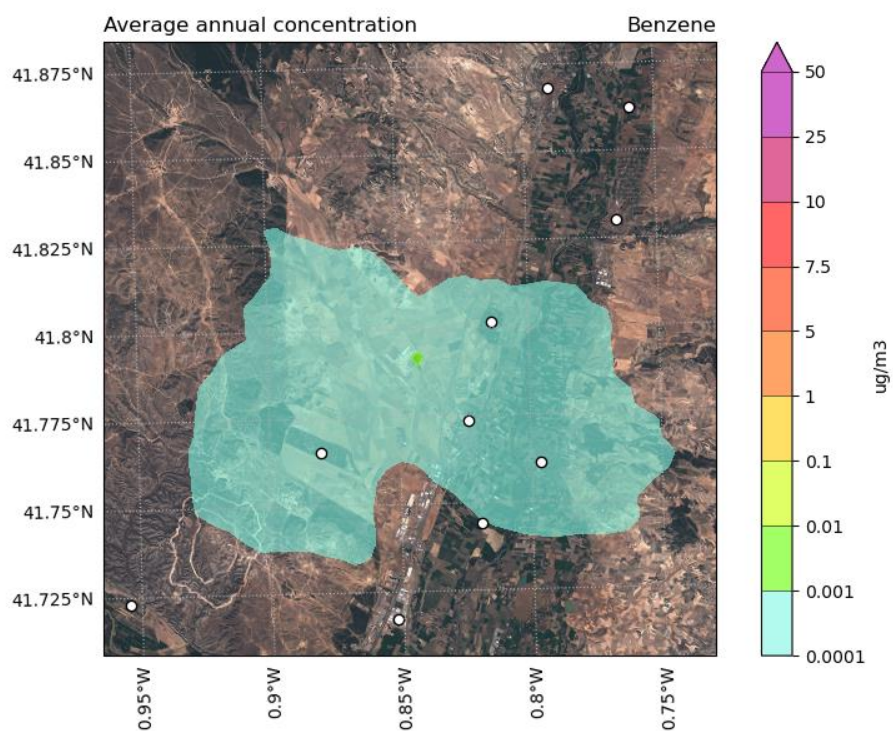


Figura 114. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 4



Tabla 25. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 4. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	NO <sub>2</sub> Anual	NO <sub>2</sub> Horario (P99.8)	NO <sub>2</sub> Máximo Horario	CO 8-hr	SO <sub>2</sub> Diario (P99.2)	PM <sub>10</sub> Anual	PM <sub>10</sub> Diario (P90.4)
P1	3.36E-01	2.15E+01	9.56E-04	1.01E-01	4.86E-01	4.12E-03	1.48E-02
P2	1.40E+00	5.57E+01	3.30E-03	3.44E-01	1.32E+00	1.72E-02	5.15E-02
P3	2.93E+00	8.86E+01	7.57E-03	6.00E-01	2.04E+00	3.63E-02	1.09E-01
P4	5.52E+00	1.02E+02	4.04E-03	5.80E-01	2.29E+00	6.63E-02	1.76E-01
P5	2.89E+00	1.11E+02	5.00E-03	5.47E-01	2.40E+00	3.55E-02	1.26E-01
P6	2.93E+00	7.77E+01	2.66E-03	3.10E-01	1.76E+00	3.46E-02	9.38E-02
P7	3.37E-01	2.27E+01	1.70E-03	1.02E-01	3.99E-01	3.81E-03	1.55E-02
P8	3.13E-01	2.33E+01	1.63E-03	1.90E-01	4.49E-01	3.77E-03	1.08E-02
P9	7.98E-01	4.12E+01	2.16E-03	1.96E-01	9.00E-01	9.33E-03	3.23E-02
P10	7.33E-01	5.46E+01	3.66E-03	2.88E-01	1.16E+00	9.29E-03	2.88E-02
<b>Valor límite</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>200 µg/m³</b>	<b>10 mg/m³</b>	<b>125 µg/m³</b>	<b>350 µg/m³</b>	<b>40 µg/m³</b>	<b>50 µg/m³</b>

Tabla 26. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 4. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite.

Receptor	PM <sub>2.5</sub> Anual	Pb Anual	Cd Anual	As Anual	Ni Anual	Benceno Anual
P1	4.05E-03	7.61E-04	2.55E-01	3.39E-01	2.55E-01	2.34E-05
P2	1.72E-02	3.23E-03	1.08E+00	1.44E+00	1.08E+00	9.84E-05
P3	3.54E-02	6.64E-03	2.22E+00	2.96E+00	2.22E+00	1.96E-04
P4	6.69E-02	1.25E-02	4.20E+00	5.59E+00	4.20E+00	3.72E-04
P5	3.48E-02	6.52E-03	2.18E+00	2.90E+00	2.18E+00	1.98E-04
P6	3.50E-02	6.56E-03	2.20E+00	2.92E+00	2.20E+00	1.99E-04
P7	3.81E-03	7.17E-04	2.40E-01	3.19E-01	2.40E-01	2.45E-05
P8	3.78E-03	7.10E-04	2.38E-01	3.16E-01	2.38E-01	2.32E-05
P9	9.28E-03	1.74E-03	5.83E-01	7.76E-01	5.83E-01	5.69E-05
P10	9.11E-03	1.71E-03	5.72E-01	7.61E-01	5.72E-01	5.22E-05
<b>Valor límite</b>	<b>25 µg/m³</b>	<b>0.5 µg/m³</b>	<b>5 ng/m³</b>	<b>6 ng/m³</b>	<b>20 ng/m³</b>	<b>5 µg/m³</b>

# 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.

# Listado de figuras y tablas

## Figuras

Figura 1. Localización del estudio. ....	9
Figura 2. Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas como información instrumental. ....	11
Figura 3. Descripción de los diferentes modelos y módulos utilizados para el desarrollo del proyecto .....	12
Figura 4. Representación esquemática de funcionamiento de WRF-ARW. <a href="http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/contents.html">http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/contents.html</a> .....	14
Figura 5. Dominios de modelización. Dominios D01, D02, D03 y D04 (superior). Dominio D04 (inferior). ....	15
Figura 6. Ubicación de las fuentes consideradas. ....	19
Figura 7. Ciclo diario (izquierda) y ciclo anual (derecha) de la velocidad del viento simulada en el punto de análisis. ....	23
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. ....	23
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.....	24
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.. ....	25
Figura 11. Temperatura simulada del ciclo diario (izquierda) y anual (derecha) en el punto de análisis. ....	26
Figura 12. Precipitación mensual acumulada durante el año 2022 en el punto de análisis. ....	26
Figura 13. Ciclo diario (izquierda) y anual (derecha) de humedad relativa simulada en el punto de análisis. ....	27
Figura 14. Serie anual de velocidad del viento medida en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.....	29
Figura 15. Diagramas de dispersión de velocidad del viento medida la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	29
Figura 16. Serie anual de velocidad del viento medida en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	30
Figura 17. Diagramas de dispersión de velocidad del viento medida la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	30

Figura 18. Serie anual de temperatura medida en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.....	31
Figura 19. Diagrama de dispersión de temperatura medida en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	31
Figura 20. Serie anual de temperatura medida en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	32
Figura 21. Diagrama de dispersión de temperatura medida en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	32
Figura 22. Serie anual de humedad relativa en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	33
Figura 23. Diagrama de dispersión de humedad relativa en la estación de Leciñena diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación.....	33
Figura 24. Serie anual de humedad relativa en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	34
Figura 25. Diagrama de dispersión de humedad relativa en la estación de Zaragoza-Valdespartera diagnosticada en el punto de malla del modelo coincidente con la localización de dicha estación. ....	34
Figura 26. Usos del suelo considerados en la modelización.....	35
Figura 27. Topografía considerada en la modelización. ....	36
Figura 28. Puntos receptores de interés considerados. ....	39
Figura 29. Campo de concentración anual de NO <sub>2</sub> en el escenario 1.....	40
Figura 30. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 1 .....	40
Figura 31. Campo de concentración máxima horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 1 .....	41
Figura 32. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 1.....	41
Figura 33. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 1 .....	42
Figura 34. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 1.....	42
Figura 35. Campo de concentración anual de PM <sub>10</sub> en el escenario 1 .....	43
Figura 36. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM <sub>10</sub> en el escenario 1 .....	43
Figura 37. Campo de concentración anual de PM <sub>2,5</sub> en el escenario 1 .....	44
Figura 38. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 1.....	44
Figura 39. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 1.....	45
Figura 40. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 1 .....	45
Figura 41. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 1 .....	46

Figura 42. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 1 .....	46
Figura 43 Campo de concentración anual de NO <sub>2</sub> en el escenario 2.....	48
Figura 44. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 2.....	48
Figura 45. Campo de concentración máxima horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 2 .....	49
Figura 46. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 2.....	49
Figura 47. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 2 .....	50
Figura 48.Percentil 99,7 de concentración horaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 2 .....	50
Figura 49.Campo de concentración anual de PM <sub>10</sub> en el escenario 2 .....	51
Figura 50. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM <sub>10</sub> en el escenario 2 .....	51
Figura 51. Campo de concentración anual de PM <sub>2,5</sub> para el escenario 2 .....	52
Figura 52. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 2.....	52
Figura 53. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 2 .....	53
Figura 54. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 2 .....	53
Figura 55. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 2 .....	54
Figura 56. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 2 .....	54
Figura 57. Campo de concentración anual de NO <sub>2</sub> en el escenario 3.....	56
Figura 58. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 3.....	56
Figura 59. Campo de concentración máxima horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 3 .....	57
Figura 60. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 3.....	57
Figura 61. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 3 .....	58
Figura 62.Percentil 99,7 de concentración horaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 3 .....	58
Figura 63.Campo de concentración anual de PM <sub>10</sub> en el escenario 3 .....	59
Figura 64. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM <sub>10</sub> en el escenario 3 .....	59
Figura 65. Campo de concentración anual de PM <sub>2,5</sub> para el escenario 3 .....	60
Figura 66. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 3.....	60
Figura 67. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 3 .....	61
Figura 68. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 3 .....	61
Figura 69. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 3 .....	62
Figura 70. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 3 .....	62
Figura 71. Campo de concentración anual de NO <sub>2</sub> en el escenario 4.....	64
Figura 72. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 4.....	64
Figura 73. Campo de concentración máxima horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 4 .....	65
Figura 74. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 4.....	65



Figura 75. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 4 .....	66
Figura 76. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 4.....	66
Figura 77. Campo de concentración anual de PM <sub>10</sub> en el escenario 4 .....	67
Figura 78. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM <sub>10</sub> en el escenario 4 .....	67
Figura 79. Campo de concentración anual de PM <sub>2,5</sub> para el escenario 4 .....	68
Figura 80. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 4.....	68
Figura 81. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 4.....	69
Figura 82. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 4 .....	69
Figura 83. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 4 .....	70
Figura 84. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 4 .....	70
Figura 85. Generadores seleccionados para los escenarios 1, 2 y 3 (en rojo).....	73
Figura 86. Localización de los generadores de los sites ZAZ060 (rojo), ZAZ080 (amarillo) y ZAZ100 (morado) .....	74
Figura 87. Campo de concentración anual de NO <sub>2</sub> en el escenario 1.....	75
Figura 88. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 1 .....	75
Figura 89. Campo de concentración máxima horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 1 .....	76
Figura 90. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 1.....	76
Figura 91. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 1 .....	77
Figura 92. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 1.....	77
Figura 93. Campo de concentración anual de PM <sub>10</sub> en el escenario 1 .....	78
Figura 94. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM <sub>10</sub> en el escenario 1.....	78
Figura 95. Campo de concentración anual de PM <sub>2,5</sub> en el escenario 1 .....	79
Figura 96. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 1.....	79
Figura 97. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 1.....	80
Figura 98. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 1 .....	80
Figura 99. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 1 .....	81
Figura 100. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 1 .....	81
Figura 101. Campo de concentración anual de NO <sub>2</sub> en el escenario 4.....	83
Figura 102. Percentil 99,8 de concentración horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 4 .....	83
Figura 103. Campo de concentración máxima horaria de NO <sub>2</sub> en el escenario 4 .....	84
Figura 104. Campo de concentración máxima 8-horaria de CO en el escenario 4 .....	84
Figura 105. Percentil 99,2 de concentración diaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 4 .....	85
Figura 106. Percentil 99,7 de concentración horaria de SO <sub>2</sub> en el escenario 4.....	85

Figura 107. Campo de concentración anual de PM <sub>10</sub> en el escenario 4 .....	86
Figura 108. Percentil 90,4 de concentración diaria de PM <sub>10</sub> en el escenario 4 .....	86
Figura 109. Campo de concentración anual de PM <sub>2,5</sub> en el escenario 4 .....	87
Figura 110. Campo de concentración anual de Plomo en el escenario 4 .....	87
Figura 111. Campo de concentración anual de Cadmio en el escenario 4 .....	88
Figura 112. Campo de concentración anual de Arsénico en el escenario 4 .....	88
Figura 113. Campo de concentración anual de Níquel en el escenario 4 .....	89
Figura 114. Campo de concentración anual de Benceno en el escenario 4 .....	89

## Tablas

Tabla 1. Principales características metodológicas del estudio.....	7
Tabla 2. Principales características del generador diésel (100% carga). ....	7
Tabla 3. Principales características del generador diésel (10% carga). ....	8
Tabla 4. Descripción general de la estación meteorológica utilizada. Las coordenadas geográficas se encuentran en la proyección UTM, Zona 30, Datum WGS84. ....	11
Tabla 5. Características de cada uno de los dominios de modelización. ....	15
Tabla 6. Factores de emisión para todos los contaminantes considerados en las simulaciones. ....	20
Tabla 7. Emisiones totales para cada escenario, estimadas para cada contaminante. ....	21
Tabla 8. Emisiones para cada escenario, estimadas para cada contaminante, para cada generador. ....	21
Table 9. Average, maximum and minimum monthly temperature records (in °C) simulated at the point of analysis .....	25
Tabla 10. Registros promedio, máximo y mínimo de humedad relativa mensual (en %). ....	26
Tabla 11. 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. ....	28
Tabla 12. Propiedades del dominio de simulación CALPUFF. UTM zona 30 y WGS-84. ....	35
Tabla 13. Límites de inmisión actuales (Real Decreto 102-2011 y la Directiva Europea EC/2008/50). ....	38
Tabla 14. Localización geográfica de los receptores puntuales de interés que representan receptores sensibles a analizar. Huso geográfico 30 y elipsoide de referencia WGS-84. ....	39
Tabla 15. 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. ....	47
Tabla 16. 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. ....	47
Tabla 17. 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. ....	55
Tabla 18. 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. ....	55
Tabla 19. 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. ....	63

Tabla 20. 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. ....	63
Tabla 21. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 4. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite. ....	71
Tabla 22. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 4. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite. ....	71
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. ....	82
Tabla 24. 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. ....	82
Tabla 25. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 4. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite. ....	90
Tabla 26. Concentración de cada contaminante en los puntos de recepción discretos para el escenario 4. Las unidades de los valores de concentración mostrados para cada contaminante son las mismas que las indicadas en su valor límite. ....	90