

ESTUDIO DE IMPACTO POR OLOR

Estimación del impacto por olor de la futura planta de valorización y eliminación de los residuos asociados a la actividad vinícola de DESTILERÍAS Y BIO-REFINERÍAS ZAMBRANA, S.A. en Zambrana (Álava).

PRO: 2026A000005

Ambiente et Odora SL

C/Urbitarte nº6, Planta Baja,
48001, Bilbao
Tlf: 946124671

CONTROL DE REVISIONES			
REV. NUM.	FECHA	CAUSA DE REVISIÓN	AUTORÍA
00	04/02/2026	Documento inicial	Ainhoa Antón
01	05/02/2026	Primera revisión	Carlos Díaz
02	16/06/2026	Modificación	Ainhoa Antón

Índice

1. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN CLIENTE.....	5
1.1. Datos generales de la instalación.....	5
1.2. Localización.....	5
1.3. Actividad Principal.....	5
2. OBJETIVO.....	6
3. NORMATIVA DE OLORES.....	7
4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	9
4.1. Localización.....	10
4.2. Descripción de la actividad.....	11
4.2.1. Descripción de los procesos susceptibles de generar olor.....	11
5. ESTIMACIÓN DE LA EMISIÓN DE OLOR.....	15
5.1. Focos a evaluar.....	15
5.2. Estimación de las emisiones.....	18
6. MODELIZACIÓN DE DISPERSIÓN DE OLORES.....	24
6.1. Dominio y parametrización del caso de estudio.....	24
6.2. Meteorología.....	26
6.2.1. Tratamiento de los datos meteorológicos en CALMET.....	26
6.3. Concentración de olor.....	29
7. RECEPTORES CERCANOS.....	30
8. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN.....	32
8.1. Resultados del percentil 90 de los valores horarios.....	32
8.2. Resultados del impacto de olor en los receptores.....	33
8.3. Comparación de valores límite con los resultados.....	33
9. CONCLUSIONES.....	35
ANEXOS.....	36
ANEXO I - Plano de situación.....	37
ANEXO II - Mapa de isodoras.....	38
ANEXO III - Informe de validación del modelo meteorológico.....	39

1. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN CLIENTE

1.1. Datos generales de la instalación

Nombre: Destileria y bio-refineria Zambrana

1.2. Localización

Provincia: Álava

Municipio: Zambrana

Coordenadas UTM de la esquina SO de la parcela:

509.597 m E ; Y: 4.723.719 m N; Huso: 30

Distancia al núcleo urbano más próximo: <1 km aprox.

1.3. Actividad Principal

Descripción de la actividad: Planta de valorización y eliminación de residuos vinícolas mediante procesos de destilación y bio-refinería en el municipio de Zambrana (Álava).

Código C.N.A.E.: 2059.- Fabricación de otros productos químicos n.c.o.p.

2. OBJETIVO

Este **estudio de olores** se realiza con el fin de conocer el posible impacto que puede generar la futura planta de valorización y eliminación de los residuos asociados a la actividad vinícola de DESTILERÍAS Y BIO-REFINERÍAS ZAMBRANA, S.A. en Zambrana (Álava).

Por lo tanto, el objeto de los trabajos realizados por *Ambiente et Odora SL* (en adelante AEO) es la evaluación del impacto por olor de dicha planta. Mediante este estudio se pretende estimar las emisiones de olor generadas en los diferentes procesos, basándose en las características de los mismos y factores de emisión de actividades similares.

Finalmente, se realizará un estudio de dispersión utilizando el modelo CALPUFF (lagrangiano) para determinar la extensión del impacto por olor que pudiera presentar la planta. Este modelo presenta mejor capacidad que otros modelos convencionales para modelar situaciones de calmas, con viento de $<1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

El cumplimiento de estos objetivos permitirá establecer las $\text{ou}_E\cdot\text{m}^{-3}$ como percentil 90 del promedio de concentraciones horarias a lo largo de un año en los receptores más sensibles. Asimismo, se obtendrá el mapa de contornos de inmisión de olores (isodoras) en los alrededores de la instalación, para conocer si habrá impacto por olor en los receptores cercanos.

El presente informe incluye los resultados de la estimación del impacto por olor generado en los focos asociados de la futura planta de valorización y eliminación de los residuos asociados a la actividad vinícola de Destilerías y Bio-refinerías Zambrana, S.A. en Zambrana, así como la interpretación de los resultados obtenidos y la estimación del impacto por olores, mediante el modelo lagrangiano de dispersión CALPUFF, regulado por la USA EPA (Agencia de protección ambiental norteamericana).

3. NORMATIVA DE OLORES

En la actualidad, ni a nivel nacional, ni Euskadi, posee legislación en materia de gestión de olor, es decir, **no se exige un valor límite** de concentración de olor ni de emisión ni en aire ambiente, por lo que se han buscado referencias en normas y legislación similar en otros países para establecer un criterio para evitar el impacto.

En Europa existen varias regulaciones sobre olor a nivel regional, aunque sólo Alemania¹ tiene una regulación a nivel nacional. Para una mejor comprensión de las regulaciones sobre olor en el mundo se recomienda consultar las siguientes publicaciones:

- Bokowa, A., Diaz, C., Koziel, J. A., McGinley, M., Barclay, J., Schauburger, G., Guillot, J.-M., Sneath, R., & Capelli, L. (2021). Summary and overview of the odour regulations worldwide. *Atmosphere*, 12(2), 206. <https://doi.org/10.3390/atmos12020206>
- Izquierdo, C., Diaz, C., Anton, A., Kavanagh, R., Capelli, L., Arias, R., Salas Seoane, N., & Burbano, J. (2021). Analysis of existing regulations in odour pollution, odour impact criteria 2 (Deliverable D-NOSES). H2020-SwafS-23-2017, Grant Agreement No. 789315. <https://cordis.europa.eu/project/id/789315/results>

En 2021 el Ministerio Federal de Medio Ambiente de *Alemania* convirtió una guía sobre olor que había sido de aplicación desde hacía 25 años, y la incorporó en su ley sobre calidad del aire para incluir el olor como vector ambiental contaminante. Mediante el *Reglamento administrativo General sobre la Ley Federal de Control de Inmisión (Instrucciones Técnicas sobre el Control de la Contaminación Atmosférica del Aire - TALuft) del 18 de agosto de 2021*. La versión más reciente de la TA Luft incorporó por primera vez límites normativos específicos para el olor en el aire ambiente. Esta nueva modificación entró en vigor el 1 de enero de 2022 y estableció unos límites de olor en aire ambiente en función del tipo del uso de suelo.

¹La TA Luft es la única legislación vigente en Europa que regula el olor y que lleva más de 50 años de aplicación ininterrumpida. Todas las referencias usadas en anteriores informes o bien nunca se publicaron (borrador) o bien están derogadas (guía H4 de UK), así que no recomendamos usarlas.

Tabla 1. Límites de olor en inmisión establecidos en la ley sobre calidad del aire en Alemania.

Ubicación receptores	Valor límite
Zonas rurales	1 hora de olor en Percentil 85% ⁽¹⁾
Zonas residenciales/de uso mixto, zonas urbanas	1 hora de olor en Percentil 90%
Zonas comerciales e industriales	1 hora de olor en Percentil 85%

(1) Sólo aplicable a explotaciones animales

Para zonas residenciales establece un límite de **1 hora de olor en percentil 90% horario**.

Estos valores límites se expresan en horas de olor. La hora de olor se basa en un umbral de reconocimiento, y la concentración de olor en un umbral de detección. Asimismo, la concentración de olor se determina en un laboratorio, mientras que la hora de olor se determina en inspecciones de campo de acuerdo a la EN 16841, parte 1. Una hora de olor se define como: "Una hora en la que la concentración es mayor a 10 UE/m^3 ", No obstante, debido a las configuraciones de los modelos matemáticos de dispersión de contaminantes, y a la existencia de picos de olor dentro de las horas de olor, se ha de aplicar una relación de máximos al promedio según el anexo II.5. de la ley sobre calidad del aire en Alemania.

Por lo tanto el criterio de impacto por olor que se establecen en este estudio es de **1 hora de olor en percentil 90% horario**.

Al este se encuentra el edificio de producción de polifenoles y la bodega donde se lleva a cabo la extracción de polifenoles, el procesado de racimas y la desalcoholización y embotellado del vino.

A su izquierda se encuentra el edificio de producción de alcohol y tartratos. Constará de diferentes áreas de tratamiento (lavado/secado) de los orujos, planta de desalcoholizado, planta de tratamiento del tartrato y planta de destilado de alcoholes. A su izquierda, se encuentran las zona de almacenamiento de la materia prima (orujo), que después se introducirá en el último edificio mencionado.

La planta también cuenta con un tratamiento para la vinaza resultante de los procesos que consta de una digestión anaerobia con recuperación del biogás y un tratamiento biológico aerobio posterior al líquido resultante, además de un edificio de tratamiento de fangos y posterior almacenamiento.

La planta se está diseñando para valorizar y/o eliminar un total de 29.580 Toneladas/anuales de orujo, empleando un total 170 días de trabajo, lo que suponen 174 toneladas diarias.

En los siguientes apartados se describen los procesos que se llevan a cabo en la planta, especialmente los asociados a la emisión de olor.

4.1. Localización

La planta de DESTILERÍAS Y BIO-REFINERÍAS ZAMBRANA, S.A. está ubicada en el término municipal de Zambrana (Álava), menos de 1 km del núcleo urbano del mismo. Las parcelas objeto del presente estudio son las 1446 y 1448 del polígono 1 del municipio de Zambrana con las siguientes referencias catastrales: 620114460000010001ES y 620114480000010001DV. Las parcelas suman una superficie total de 32.012,72 m² y limitan al suroeste con la carretera A-3126, al noreste con Camino del Cementerio, y al sureste con las parcelas 6, 7, 1295 y 1296 del polígono 1 de la localidad de Zambrana, todas ellas de uso agrícola.

Sus coordenadas geográficas (esquina suroeste) son 509.597 m E; 4.723.719 m N; zona 30.



Figura 2. Ubicación de la Plana.

En los siguientes apartados se analizará el impacto de olor que supone la planta en el entorno cercano, como núcleos de población, zonas residenciales u otras zonas donde pudiera haber habitualmente personas como centros educativos, centros sanitarios, parques y jardines, zonas deportivas, zonas recreativas, etc.

4.2. Descripción de la actividad

En el presente apartado se describen los diferentes procesos que se llevan a cabo en la planta.

4.2.1. Descripción de los procesos susceptibles de generar olor

En la siguiente figura se encuentra el diagrama de la futura planta de valorización y eliminación de residuos vinícolas mediante procesos de

destilación y bio-refinería y se indican los procesos y/o elementos que se considera que van a generar olor.

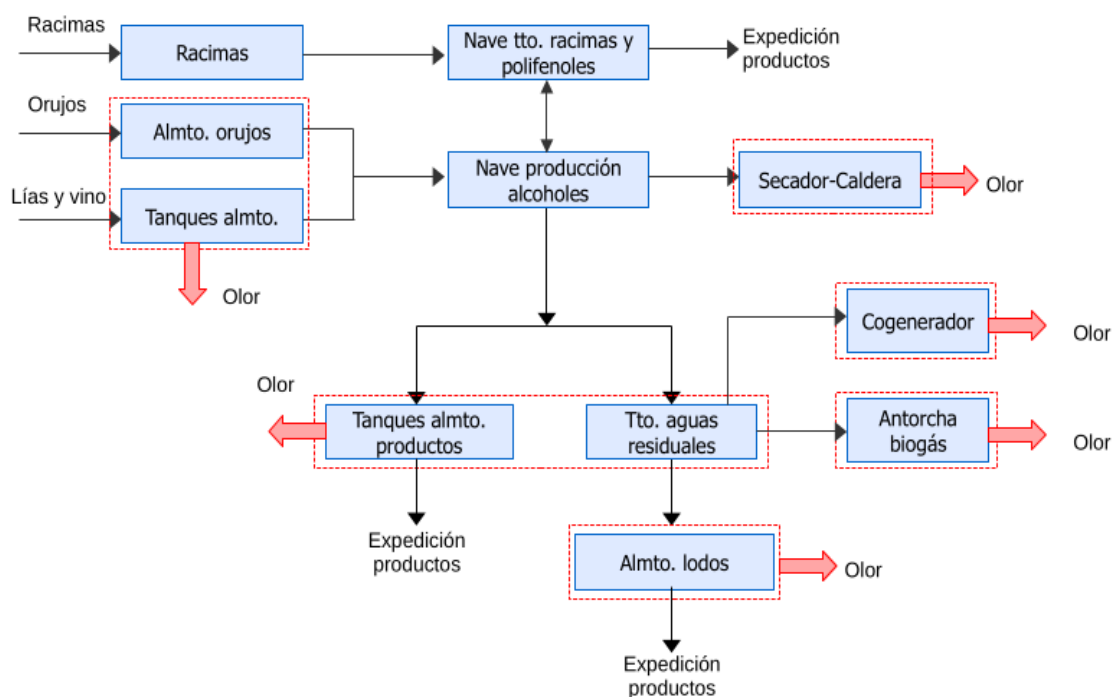


Figura 3. Diagrama de procesos.

La actividad lleva a cabo los siguientes procesos:

- Procesado de Racima.
- Obtención de vinos sin alcohol.
- Obtención de polifenoles.
- Obtención de alcohol y tartratos.

Para ello la planta cuenta con diferentes instalaciones de la planta.

En primer lugar, los orujos llegarán en contenedores herméticos y se almacenan en un cobertizo, donde se prensan, para evitar la formación de moho. Este cobertizo se encuentra techado pero abierto en alguno de sus laterales. La zona se encuentra dividida en tres áreas, la superficie de cada una de ellas es de 800 m² y las aberturas serán de 200 m² cada una. Este será considerado como foco de emisión de olor.

Las lías y el vino destinado a quema vínica llegarán en camiones con cisterna hermética. La descarga se realizará mediante una conexión por tubería desde los camiones cisterna a los depósitos de recepción. La planta contará con 2 tanques de vino con una capacidad de 1.000 m³, un diámetro de 8,5 m y

altura de 17,62 m y 2 tanques de lías: Capacidad de 1.500 m³ diámetro de 10,3 m y altura de 18 m.

Estos tanques poseen un venteo de seguridad que será contemplado en la modelización de olores, como emisiones fugitivas.

Por otro lado, las racimas se reciben dentro de la nave de tratamiento de racimas y polifenoles. En esta nave se realizará el despallado y estrujado de las racimas. La parte sólida resultante se emplea en la obtención de polifenoles, dentro de esta misma nave. La parte líquida se bombea a la nave de producción de alcoholes.

Dentro de la nave de alcohol se llevan a cabo diferentes procesos, como la fermentación, la destilación del alcohol, el lavado y secado de los orujos y la caldera.

Tanto la fermentación como la destilación se lleva a cabo en elementos cerrados, por ello no se tiene en cuenta en la modelización de olor.

La zona de lavado y secado y la caldera cuenta con un elemento de ventilación o extracción del aire de la nave. Esta salida de gases al aire ambiente es considerada en la modelización al ser un foco susceptible de generar olor.

Los productos y subproductos producidos se almacenan en diferentes tanques. En las inmediaciones de la nave de producción de alcohol la planta contará con un tanque de almacenamiento de alcohol puro, otro de oil (colas de alcoholes) y otro de alcohol técnico.

Además en la zona de almacenamiento del vino y las lías también se ubicarán otros dos tanques de almacenamiento de bioetanol y de ENA.

Estos tanques poseen un venteo de seguridad que será contemplado en la modelización de olores, como emisiones fugitivas.

Por último, las aguas residuales generadas en los procesos de la planta serán tratadas en una estación depuradora formada con un tratamiento biológico aerobio y anaerobio con la recuperación de biogás.

Los tanques de oxidación y des-nitrificación se encontrarán abiertos a la intemperie, por lo que serán considerados como focos de emisión de olor.

La digestión anaeróbica se da en digestores anaeróbicos y el biogás producido se recoge en un gasómetro. Por ello, la planta posee una antorcha de seguridad que quemará el biogás cuando sea necesario. Este foco se contempla en la modelización de olor.

La planta también cuenta con un depósito de digestato abierto y otro depósito de homogeneización, que forman parte del tratamiento de las aguas

residuales. Ambos de encuentran abiertos, por lo que también se consideran como focos de emisión de olor.

Finalmente, los lodos resultantes se someten un tratamiento y se almacenan hasta su expedición. El almacenamiento de los lodos se encuentra abierto, por lo que será considerado con foco de emisión de olor.

El biogás producido en la planta se quema en un cogenerador para generar energía. Este se considera en la modelización como foco de olor. Este cogenerador cuenta con un sistema de reducción de humos que utiliza un sistema catalítico de postcombustión, capaz de reducir los contaminantes. La chimenea se encuentra a 9 m sobre el nivel del suelo, tiene un diámetro de 0,32 m y un caudal de 2,210 Nm³/h.

Tal y como se indice en el proyecto técnico, las emisiones a la atmósfera se desglosan en:

1. Emisiones puntuales (EC):

- Secador-Caldera (EC1+EC2): Corresponde a la chimenea de salida de gases del secador y de la caldera. El caudal de aires es de 38.071 m³/h a una altura de 35 m y un diámetro del conducto de 1,76 m.
- Antorcha de biogás (EC3): La planta prevé la instalación de un antorcha de seguridad para eliminar el exceso de biogás generado. Foco en régimen discontinuo, solo se activará en condiciones de emergencia. Para la modelización se ha considerado un caudal de 1.500 m³/h y en la modelización, se ha estimado su uso en 1 hora al día.
- Cogenerador (EC4): El biogás producido en la planta se quema en un cogenerador. La chimenea se encuentra a 9 m, tiene un diámetro de 0,32 m y un caudal de 2.210 Nm³/h.

2. Emisiones difusas (ED):

- Almacenamiento de orujo (ED1): El orujo se almacena en un cobertizo, que se encuentra abierto en uno de sus laterales. La zona se divide en 3 áreas de 800 m² cada una. Las aberturas son de 20 m x 10 m y en la modelización se considera que permanecerán abiertas un máximo de 4 horas al día.
- Tanque de oxidación (ED2): El tanque de oxidación donde se lleva a cabo el tratamiento de las aguas residuales se encuentra abierto al aire ambiente y cuenta con una superficie de 261,8 m².
- Tanque de desnitrificación (ED3): El tanque de desnitrificación donde se lleva a cabo el tratamiento de las aguas residuales se encuentra abierto al aire ambiente y cuenta con una superficie de 176,7 m².
- Almacenamiento de lodos (ED4): Los lodos resultantes del tratamiento de las aguas residuales se almacenan en dos contenedores de 8,2 x 2,2 m hasta su expedición. Los lodos son retirados diariamente, por lo que en la modelización solamente se considera un contenedor como foco.
- Tanque de digestato (ED5): El digestato se almacena en un tanque abierto de 6 m de diámetro y una altura de 6,3 m.
- Tanque de homogeneización (ED6): La planta de tratamiento de aguas residuales dispone de un tanque de homogeneización abierto de 7,4 m de diámetro y una altura de 6,3 m.

3. Emisiones fugitivas (EF): se corresponden con el venteo de los tanques. Para determinar el caudal de venteo se ha estimado que los tanques de

productos derivados del alcohol se llenan una vez a la semana y los de vinos y lías una vez cada tres meses.

- Tanques almacenamiento alcohol/subproductos líquidos (EF1): la planta cuenta con varios tanques de almacenamiento de los siguientes productos:
 - Tanque de alcohol puro: Capacidad de 150 m³ diámetro de 5 m y altura de 7,2 m. Para la modelización se ha tenido el cuenta el venteo y se ha estimado un caudal de 0,89 m³/h a través de un conducto de 0,30 m.
 - Tanque de oil (colas de alcoholes): Capacidad de 20 m³ diámetro de 1,5 m y altura de 4,75 m. Para la modelización se ha tenido el cuenta el venteo y se ha estimado un caudal de 0,12 m³/h a través de un conducto de 0,30 m.
 - Tanque de alcohol técnico: Capacidad de 150 m³ diámetro de 5 m y altura de 7,2 m. Para la modelización se ha tenido el cuenta el venteo y se ha estimado un caudal de 0,89 m³/h a través de un conducto de 0,30 m.
 - Tanque de bioetanol: Capacidad de 150 m³ diámetro de 5 m y altura de 7,2 m. Para la modelización se ha tenido el cuenta el venteo y se ha estimado un caudal de 0,89 m³/h a través de un conducto de 0,30 m.
 - Tanque de ENA: Capacidad de 150 m³ diámetro de 5 m y altura de 7,2 m. Para la modelización se ha tenido el cuenta el venteo y se ha estimado un caudal de 0,89 m³/h a través de un conducto de 0,30 m.
- Tanques almacenamiento vino y lías (EF2): la planta cuenta con varios tanques de recepción y almacenamiento de vino y lías:
 - 2 Tanques de vino: Capacidad de 1.000 m³ diámetro de 8,5 m y altura de 17,62 m. Para la modelización se ha tenido el cuenta el venteo y se ha estimado un caudal de 0,46 m³/h a través de un conducto de 0,30 m.
 - 2 Tanques de lías: Capacidad de 1.500 m³ diámetro de 10,3 m y altura de 18 m. Para la modelización se ha tenido el cuenta el venteo y se ha estimado un caudal de 0,35 m³/h a través de un conducto de 0,30 m.

En la siguiente tabla se muestra el listado de focos a modelizar y las coordenadas donde se ubican.

Tabla 2. Datos de los focos.

Código foco	Elemento	Coord. X*	Coord. Y*
EC1+EC2	Secador- Caldera	509.675 m E	4.723.828 m N
EC3	Antorcha Biogás	509.577 m E	4.723.871 m N
EC4	Cogenerador	509.616 m E	4.723.872 m N
ED1	Almto. Orujo 1	509.636 m E	4.723.836 m N
	Almto. Orujo 2	509.622 m E	4.723.824 m N
	Almto. Orujo 3	509.608 m E	4.723.809 m N
ED2	Tanque de oxidación	509.556 m E	4.723.872 m N
ED3	Tanque de desnitrificación	509.568 m E	4.723.872 m N
ED4	Almto. Lodos	509.556 m E	4.723.893 m N
ED5	Tanque de digestato	509.571 m E	4.723.909 m N
ED6	Tanque de ecualización	509.600 m E	4.723.892 m N
EF1-1	Tanque alcohol puro	509.628 m E	4.723.785 m N
EF1-2	Tanque oil (colas de alcoholes)	509.633 m E	4.723.782 m N
EF1-3	Tanque alcohol técnico	509.637 m E	4.723.775 m N
EF1-4	Tanque bioetanol	509.747 m E	4.723.794 m N
EF1-5	Tanque ENA	509.742 m E	4.723.788 m N
EF2-1	Tanque vino	509.761 m E	4.723.787 m N
EF2-2	Tanque vino	509.755 m E	4.723.780 m N
EF2-3	Tanque lías	509.747 m E	4.723.772 m N
EF2-4	Tanque lías	509.739 m E	4.723.765 m N

* Coordenadas: Huso 30.

5.2. Estimación de las emisiones

Basándonos en la experiencia del equipo de AEO y de datos bibliográficos, se ha estimado la emisión de cada zona según se indica en la siguiente tabla.

Tabla 3. Datos empleados para la estimación.

Zona	Datos emisión
Secador	1.678 (ou _E /m ³) ⁽²⁾
Antorcha biogás	5,00·10 ³ (ou _E /m ³ _{biogás}) ⁽³⁾
Cogenerador	2.927 (ou _E /m ³) ⁽²⁾

² Dato proporcionado por el fabricante

Zona	Datos emisión
Orujos	15.200 (ou _E /m ³) ⁽⁴⁾
Oxidación aguas residuales	1,72·10 ⁴ (ou _E /m ³) ⁽⁵⁾
Desnitrificación aguas residuales	6,27·10 ³ (ou _E /m ³) ⁽⁵⁾
Lodos, digestato	3.024 (ou _E /h·m ²) ⁽⁶⁾
Digestato	12.124 (ou _E /h·m ²) ⁽⁷⁾
Homogeneizado (aguas residuales)	3,09·10 ³ (ou _E /m ³) ⁽⁵⁾
Alcohol	3,17·10 ⁵ (ou _E /m ³) ⁽⁸⁾
Lías, vino	4,20·10 ⁴ (ou _E /m ³) ⁽⁹⁾

Se han tomado datos de la bibliografía existente. La salida de gases procedente del secador y caldera se ha tomado el dato proporcionado por el fabricante.

Para la antorcha se ha tomado un valor de OEF (factor de emisión de olor) relativo a la emisión de olor del uso de biogás como combustible.

Para el caso del almacenamiento del orujo, se han tomado factores procedentes de un estudio realizado en plantas de compostaje donde se recibían residuos vitivinícolas.

Para el tratamiento de aguas residuales se han empleado factores de emisión de un estudio de la Politécnica de Milán, donde se incluyen factores de emisión de olor de los diferentes procesos de una estación depuradora de aguas residuales.

Respecto al factor de emisión empleado para el almacenamieto de digestato, se ha partido de un estudio a escala real realizado por la Universidad de Milán para evaluar sistemas de almacenamiento abiertos de purines y digestatos. Se ha empleado un factor de emisión procedente de un tanque de almacenamiento de digestato a partir de purines mezclado con cultivos energéticos, siendo este valor más conservador.

3 *Torsten Moczimelba; Saxon State Office for the Environment, Agriculture and Geology. Freistaat Sachsen. Odor emissions Biogas plants.*

4 *Hungría Estévez, J. (2019). Reciclaje de residuos y subproductos derivados de la industria vitivinícola [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. Facultad de Ciencias, Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química.*

5 *Capelli, L., Sironi, S., & Del Rosso, R. (2014). Odour emission factors: Fundamental tools for air quality management. Chemical Engineering Transactions, 40, 193–198.*

6 *Maria Raffaella Vuolo et al.; UptoFarm s.r.l.Grugliasco, Italy. Odour Emissions and Dispersion from Digestate Spreading. 2023*

7 *Zilio, M., Orzi, V., Chiodini, M. E., Riva, C., Acutis, M., Boccasile, G., & Adani, F. (2020). Evaluation of ammonia and odours emission from animal slurry and digestate storage in the Po Valley (Italy). Waste Management, 117, 78–87.*

8 *Dato estimado a partir del umbral de olor del etanol.*

9 *Dato estimado a partir del umbral de olor del etanol.*

Respecto al factor de emisión empleado para el almacenamiento de los diferentes productos del alcohol, así como vinos y lías se ha empleado el umbral de olor del etanol, debido a la falta de referencias. En base a ese umbral y teniendo en cuenta una concentración media de alcohol en los diferentes tanques, se ha determinado la concentración de olor de los mismos.

Para los lodos se ha tenido en cuenta un valor de OEF contenido en un estudio experimental donde se realizaron mediciones de la emisión de olores durante la aplicación de la fracción sólida de residuo orgánico digerido sobre una superficie.

Para la estimación de las tasas de emisión de los diferentes focos definidos se emplean los factores de emisión indicados en la tabla 3 junto con la capacidad productiva de la planta.

A continuación, se recogen las tasa de olor estimadas para los focos puntuales.

Tabla 4. Tasa de olor de los focos puntuales.

Código foco	Elemento	Altura (m)	Caudal de aire (m³/h)	Diámetro (m)	Tasa olor estimada (ou _E /h)
EC1+EC2	Secador- Caldera	35	38.071	1,2	$6,39 \cdot 10^7$ ⁽¹⁾
EC3	Antorcha Biogás	7	700	0,225	$3,50 \cdot 10^6$ ⁽²⁾
EC4	Cogenerador	9	2.212	0,320	$1,11 \cdot 10^7$ ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Tasa de olor aportada por el fabricante.

⁽²⁾ Debido a que la antorcha solo funciona en ocasiones de seguridad se ha modelado la emisión una hora al día.

A continuación, se recogen las tasa de olor estimadas para los focos superficiales a partir de los factores de emisión, la capacidad de producción de la actividad y la superficie que ocupa cada una de estas zonas (superficie de emisión).

Tabla 5. Tasa de olor de los focos superficiales (emisiones difusas).

Código foco	Zona	Superficie de emisión (m²)	Tasa olor estimada (ou _E /h)	Tasa olor estimada (ou _E /s.m²)
ED1	Almto. Orujo 1	200	$4,23 \cdot 10^6$ ⁽¹⁾	1,47
	Almto. Orujo 2	200	$4,23 \cdot 10^6$ ⁽¹⁾	1,47
	Almto. Orujo 3	200	$4,23 \cdot 10^6$ ⁽¹⁾	1,47
ED2	Tanque de oxidación	261,8	$1,66 \cdot 10^6$	0,25
ED3	Tanque de desnitrificación	176,71	$1,61 \cdot 10^5$	1,03
ED4	Almto. Lodos	18,04	$5,46 \cdot 10^4$	0,84
ED5	Tanque de digestato	28,27	$3,43 \cdot 10^5$	3,37

Código foco	Zona	Superficie de emisión (m ²)	Tasa olor estimada (ou _E /h)	Tasa olor estimada (ou _E /s.m ²)
ED6	Tanque de ecualización	43,01	1,18·10 ⁵	0,76

⁽¹⁾Se ha modelización teniendo en cuenta que las puertas de permanecerán abiertas 4 horas al día como máximo.

A continuación, se recogen las tasa de olor estimadas para los focos de emisiones fugitivas.

Tabla 6. Tasa de olor de los focos correspondientes a la emisiones fugitivas.

Código foco	Elemento	Altura (m)	Caudal de aire (m ³ /h)	Diámetro (m)	Tasa olor estimada (ou _E /h)
EF1-1	Tanque alcohol puro	7,2	0,89	0,3	2,98·10 ³
EF1-2	Tanque oil (colas de alcoholes)	7,2	0,12	0,3	3,97·10 ²
EF1-3	Tanque alcohol técnico	7,2	0,89	0,3	2,98·10 ³
EF1-4	Tanque bioetanol	7,44	0,89	0,3	2,98·10 ³
EF1-5	Tanque ENA	7,44	0,89	0,3	2,98·10 ³
EF2-1	Tanque vino	17,62	0,46	0,3	2,05·10 ²
EF2-2	Tanque vino	17,62	0,46	0,3	2,05·10 ²
EF2-3	Tanque lías	18	0,35	0,3	1,54·10 ²
EF2-4	Tanque lías	18	0,35	0,3	1,54·10 ²

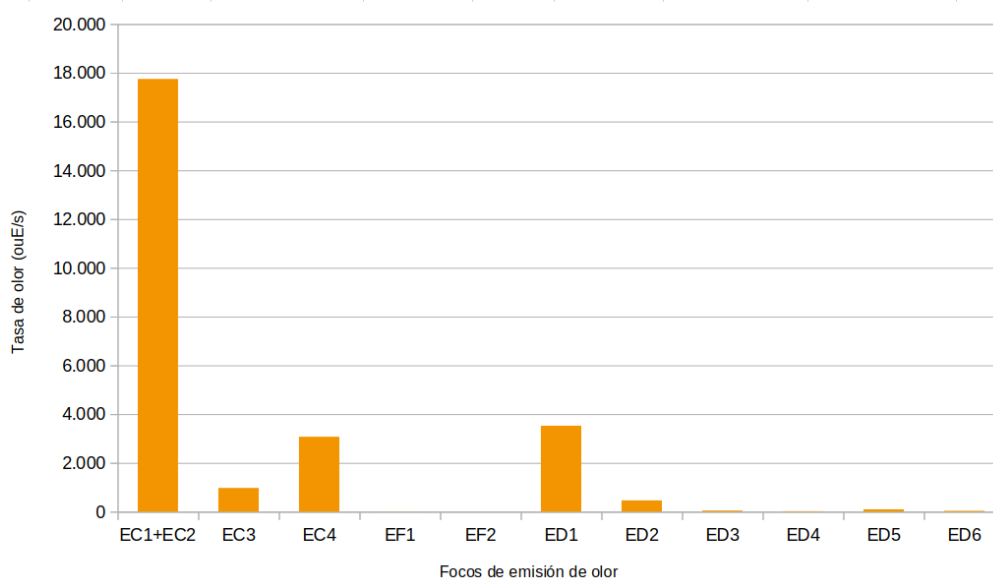


Gráfico 1. Tasa de emisión de olor estimada de cada foco en ou_E/s.

En el gráfico anterior se muestran los resultados de la tasa de olor estimada de cada foco. Se observa que la salida de gases del secador-caldera es el foco de mayor tasa de olor.

Se ha de tener en cuenta que, a pesar de que algunos focos presenten tasas de emisión de olor mayores que otros, no se puede afirmar que dichos focos tengan mayor influencia en el impacto por olor.

El impacto por olor se determina a través de un modelo de dispersión matemático. La dispersión de olores está principalmente sujeta por la topografía alrededor de la fuente emisora de olores, las condiciones atmosféricas y los usos del suelo de la zona de estudio. El siguiente esquema resume las principales entradas en un modelo de dispersión.

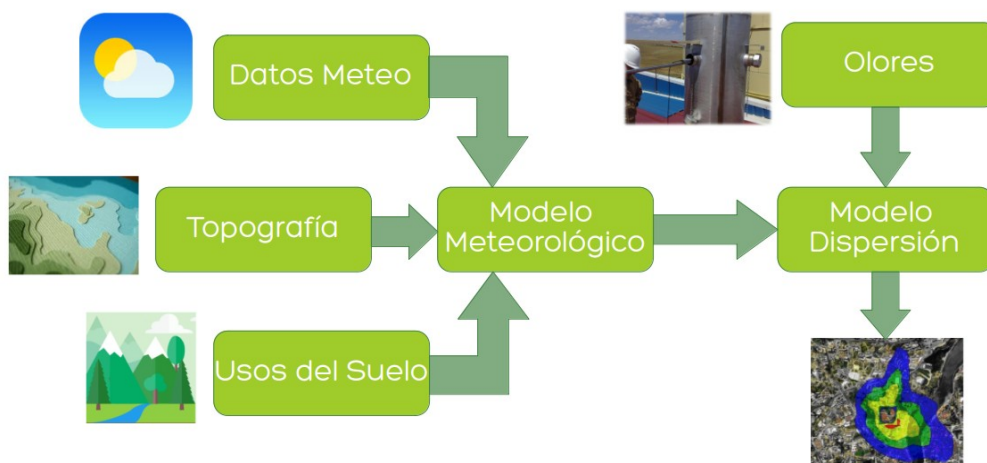


Figura 4. Información de entrada para un modelo matemático de dispersión.

Para alimentar al modelo, en primer lugar, se introducen datos meteorológicos, de topografía y usos de suelo que son procesados y dan como resultado un modelo meteorológico.

A continuación, este modelo meteorológico, junto con los datos de emisión de olor de la planta, es decir, la tasa de emisión de olor y características de los focos (puntual, superficial o volumétrica, altura del foco, superficie de emisión, velocidad de salida del caudal del aire, etc.) dan como resultado un mapa de isodoras que representa el impacto por olor de unos focos de olor determinados.

Por lo tanto, el impacto por olor no solo depende de la tasa de emisión de olor de cada foco si no que depende de otros factores como pueden ser las características de los focos, la meteorología, la topografía o los usos de suelo de la zona donde se emplaza la actividad.

Por otra parte, a continuación, se representan los porcentajes en tasa de emisión de olor de todos los focos de la actividad.

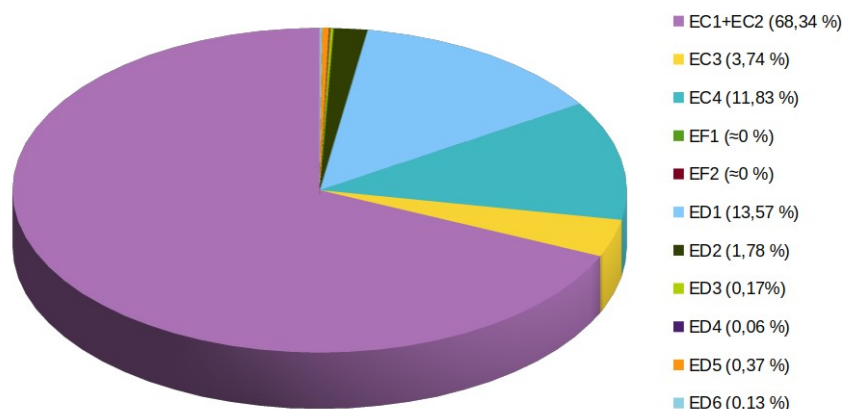


Gráfico 2. Porcentajes de tasa de emisión olor de la actividad por foco.

Como puede observarse en el gráfico anterior, los focos de emisión fugitiva procedentes de los venteos de los tanques tienen un porcentaje de tasa de emisión muy cercano al 0%. En el presente estudio no se modelarán dichos focos por contribuir de forma muy poco significativa a la emisión de olor total.

Por último, los focos de emisión de olor se han determinado teniendo en cuenta los focos definidos en el proyecto técnico, en el caso de surgir nuevos focos, sería aconsejable modelar de nuevo incluyendo los mismos. Además, estas emisiones han sido estimadas a partir de datos bibliográficos de tasas de emisión. El presente estudio no tiene en cuenta las posibles fuentes emisoras de olor ajenas a la planta. Para ello sería necesario disponer de un inventario de emisiones y factores de emisión de cada una de las actividades cercanas. A fecha de elaboración de este informe, no se dispone de dicho inventario.

En el siguiente apartado se incluyen los resultados de la modelización de los focos anteriormente definidos.

6. MODELIZACIÓN DE DISPERSIÓN DE OLORES

Tal y como se ha explicado en los apartados anteriores, para la modelización de los olores en inmisión de la planta de valorización de residuos, se ha utilizado el modelo lagrangiano CALPUFF, ampliamente utilizado para la modelización de olores, para el ámbito temporal de un año. Mediante este modelo, es posible estimar los niveles de inmisión de olor alcanzados en el entorno de las instalaciones.

Como datos meteorológicos, necesarios para la ejecución del modelo, se empleó la serie horaria de condiciones meteorológicas tridimensionales sobre el entorno de la planta, correspondiente al año completo de **2025**, elaborada con el modelo meteorológico de diagnóstico CALMET a partir de datos del modelo meteorológico de mesoescala WRF. Esta metodología ha permitido la mejora en los resultados finales del modelo, debido al cálculo tridimensional (superficie y altura) de la dispersión de olores, considerando además efectos topográficos, brisas y fenómenos de mesoescala.

El estudio se ejecuta mediante la aplicación de un modelo numérico de dispersión atmosférica para el cual, se han estimado previamente las emisiones olorosas de los puntos que se han identificado como susceptibles de producir olores molestos.

6.1. Dominio y parametrización del caso de estudio

El dominio de simulación definido para el presente estudio (Figura 5) abarca, con 60 celdas en dirección X y 60 celdas en dirección Y, a una resolución de 300 m, un área de 18 x 18 km en torno a zonas que podrían estar potencialmente afectadas por las actividades llevadas a cabo por las instalaciones.

El origen del dominio se sitúa en la esquina SO en las coordenadas 500.655 m E y 4.714.772 m N (UTM 30).



Figura 5. Dominio de simulación.

Para este dominio se incorporaron datos de topografía para construir el modelo digital de terreno obtenido a partir del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), con una alta resolución (90 m). En la figura 6, se expone el modelo digital de terreno construido para la simulación:

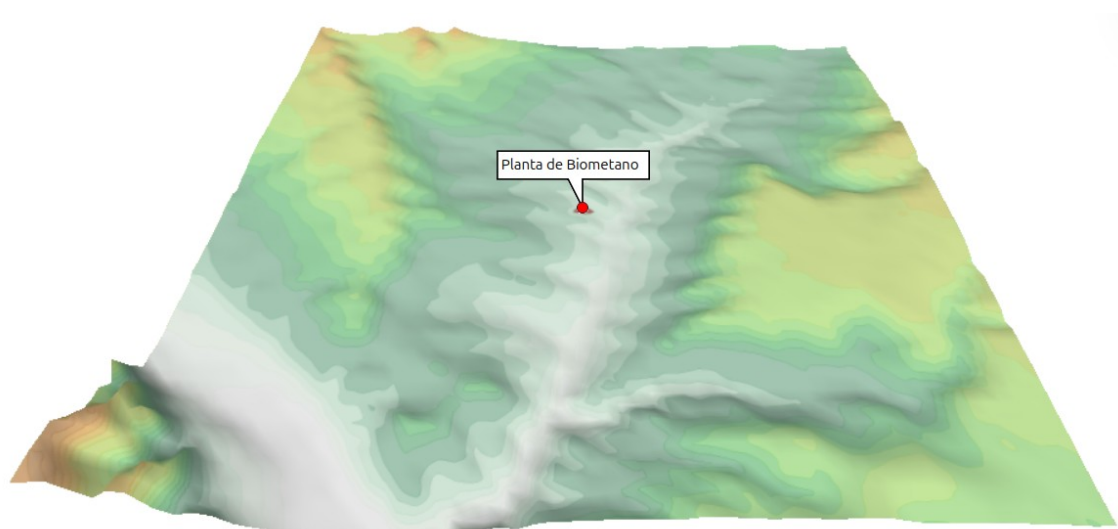


Figura 6. Modelo digital de terreno de la zona de estudio enfocado al dominio utilizado.

Las opciones de dispersión consideradas para la ejecución del modelo CALPUFF fueron las regulatorias por defecto, considerando las opciones de topografía compleja (seguimiento de terreno) y atribuyendo una ocupación del terreno de tipo rural. No se ha considerado la posible transformación química de las emisiones en la atmósfera, teniendo en cuenta que el tiempo de vida de, por ejemplo el H_2S en la capa límite atmosférica, varía de 18 h a 3 días dependiendo de las condiciones atmosféricas así como de los niveles de ozono y radicales OH (Bowyer, J., 2003). No obstante, con estos datos su transformación en el entorno estudiado no debería resultar significativa.

6.2. Meteorología

La frecuencia y la distancia en la que se producen molestias en una zona va a depender de sus condiciones meteorológicas: frecuencia de vientos, condiciones de estabilidad, etc. A continuación se detalla como se ha realizado el tratamiento de los datos meteorológicos.

6.2.1. Tratamiento de los datos meteorológicos en CALMET.

El modelo WRF

Para alimentar el modelo CALMET con datos meteorológicos, se ha corrido previamente el modelo meteorológico de mesoescala WRF (*Weather Research and Forecasting*).

El WRF (<http://www.wrf-model.org>) es un modelo meteorológico de última generación que permite obtener campos de viento, presión, temperatura y humedad con alta resolución espacio-temporal, los cuales son de suma importancia como datos de entrada de los modelos de calidad de aire. El modelo WRF tiene la particularidad de poder ser configurado localmente para representar dominios espaciales en diferentes escalas de acuerdo al estudio que desee realizarse.

En lo referente a este estudio, se ejecutó el modelo WRF para un año de datos, tomando los períodos de enero a diciembre de 2022, inicializado a partir de los datos de re-análisis FNL del *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). Partiendo de condiciones a escala sinóptica del FNL, se siguió un patrón de dominios anidados hasta obtener un dominio de modelado a alta resolución (3 km), centrado sobre la esquina S de la península, obteniendo datos horarios de más de 20 parámetros meteorológicos y a 27 niveles diferentes de altura.

A continuación, se expone, a modo de ejemplo, el mapa con tres dominios anidados (D1, D2, y los D3 de 27, 9 y 3 km² de resolución, respectivamente, que actualmente se ejecutan diariamente):



Figura 7. Dominios utilizados para el modelo meteorológico WRF.

El WRF está diseñado para utilizarse tanto en funciones de predicción como de reanálisis. Presenta una arquitectura modular, pudiendo ser aplicadas diferentes parametrizaciones de tipo dinámico o físico, entre otros. Ofrece también diversos sistemas de asimilación de datos reales, así como un paradigma de desarrollo software que permite su ejecución tanto en ordenadores personales como en grandes estaciones de computación paralela. WRF es adecuado para un amplio espectro de aplicaciones a distintas escalas, pudiendo trabajar a resoluciones de cientos de metros hasta miles de kilómetros.

Modelización con CALMET

El modelo CALMET 3D se ha ejecutado para un año de datos meteorológicos, y ha sido alimentado por el modelo mesoescalar no-hidrostatico WRF (versión WRF-ARW), mediante la metodología que se describe a continuación:

Se extrajeron los datos relativos al año 2025 del modelo WRF con una resolución de 3 km sobre la zona de estudio. Una vez realizada esta fase, la salida de este dominio inferior (3 km) ha sido tratada por la rutina CALWRF, que se encarga de leer la salida del modelo WRF y transformarla en un fichero 3D.dat, formato aceptado para la ingesta por el modelo CALMET. Este fichero contiene todos los datos meteorológicos en altura y superficie que contiene el modelo WRF.

En CALMET se realiza el “downscaling” meteorológico - aumento de la resolución de la salida del modelo WRF – hasta los 500 m, y posteriormente se ejecutó el modelo CALPUFF. La ingesta del modelo CALMET a través del modelo WRF supone una mejora sustancial debido a que este nos proporciona mucha más información en superficie y altura que las medidas.

Así mismo, se han modelizado 11 niveles en altura, con el objetivo de garantizar el mayor número de datos en la vertical: 0, 20, 40, 80, 160, 300, 600, 1000, 1500, 2200, 3000 m.

A continuación, se expone la rosa de vientos obtenida para el período enero-diciembre de 2025, extraída para las coordenadas de las instalaciones, a partir del dominio modelizado mediante el modelo CALMET (300 m de resolución).

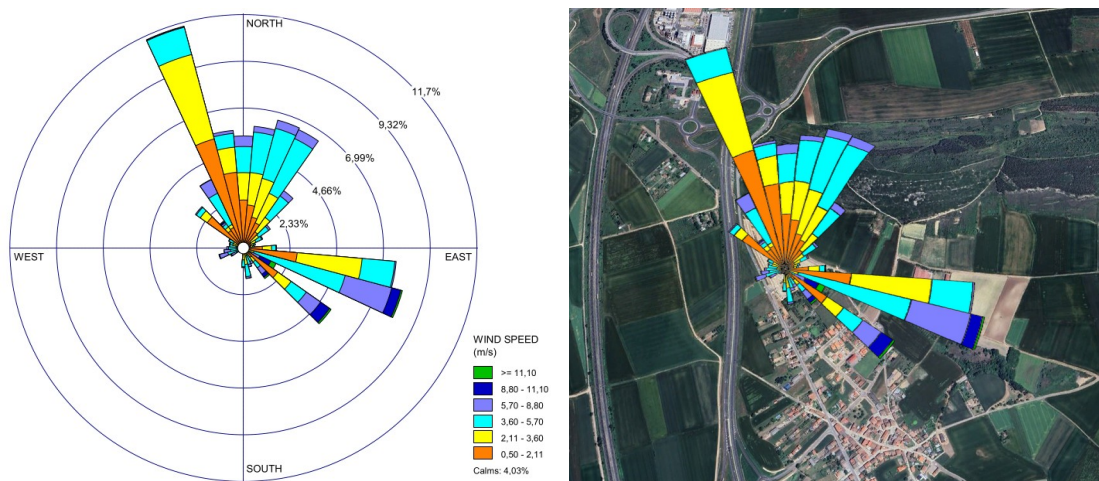


Figura 8. Rosa de vientos en el dominio de simulación, para el punto de las instalaciones correspondientes al año 2025.

En la rosa de vientos correspondiente al dominio modelizado se observa que las direcciones predominantes son las correspondientes mayoritariamente de componente Norte y Este, con una clara contribución de los sectores Noroeste, Noreste y Sureste. Los vientos cubren un rango de velocidades amplio, siendo más frecuentes los valores bajos y moderados entre 2,11 y 5,7 m/s. Los vientos más intensos (por encima de 8,8 m/s) se registran preferentemente desde el cuadrante Este. Los periodos de calma, representan aproximadamente un 4,03 % del tiempo total considerado en la simulación, desde el Norte prioritariamente.

6.3. Concentración de olor

La concentración de olor es según la norma UNE EN 13725 "el número de unidades de olor europeas por metro cúbico en condiciones normales". La concentración de olor se mide en unidades de olor europeas y su símbolo es ou_E .

En resumen, la concentración de olor es una unidad creada para la ocasión con unas características parecidas a los decibelios. En general la concentración de olor es una unidad ficticia que se calcula a partir del número de veces que hay que diluir un gas para que pueda ser detectado por el 50% de un grupo de personas adecuadamente entrenadas para ello (panel).

Se puede explicar con un ejemplo sencillo: Supongamos que tenemos una muestra de un gas oloroso y la diluimos 10000000 veces. Es probable que cuando se dé a oler a un panel de por ejemplo 6 personas, ninguna de ellas detecte olor. Si vamos diluyendo la muestra cada vez menos, llegará un punto en el que la mitad de las personas que formen el panel podrán oler la muestra diluida, y la otra mitad no (esta es una aproximación básica, en realidad lo que se calcula es la media geométrica de los umbrales de olor individuales de cada panelista). De esta forma, si una muestra se ha diluido 30 veces y en este punto 3 de 6 personas del panel dicen que la pueden oler, se estima que la concentración de olor de la muestra es 30 ou_E .

Dicho de otra manera, la unidad de olor europea es la cantidad de sustancia(s) olorosa(s) que, cuando se evapora en 1 metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales, origina una respuesta fisiológica de un panel (umbral de detección) equivalente al que origina una Masa de Olor de Referencia Europea (MORE) evaporada en 1 m^3 de un gas neutro en condiciones normales. Es por ello, que se define una **1 ou_E/m^3** como la concentración de cualquier gas oloroso a la cual somos capaces de detectarlo. Esto se conoce como el **umbral de detección**. Sin embargo, esto no implica que el olor sea identificable, ya que es necesaria una concentración mayor para poder identificar o reconocer a qué huele.

7. RECEPTORES CERCANOS

Para poder realizar un correcto estudio de olores procedentes de la planta, es necesario conocer el entorno en el que se emplaza dicha instalación. Para conocer la existencia de parcelas con suelo de clasificación “urbano” en las proximidades de la planta se ha consultado la capa de UDALPLAN (Cartografía del planeamiento municipal en el País Vasco) del visor de geoEuskadi¹⁰.

Según el Sistema de Información Urbanística de Euskadi, que se basa en el Plan de Ordenación Municipal. En la siguiente figura, se incluye la capa de la ordenación urbanística de los municipios colindantes a la planta.

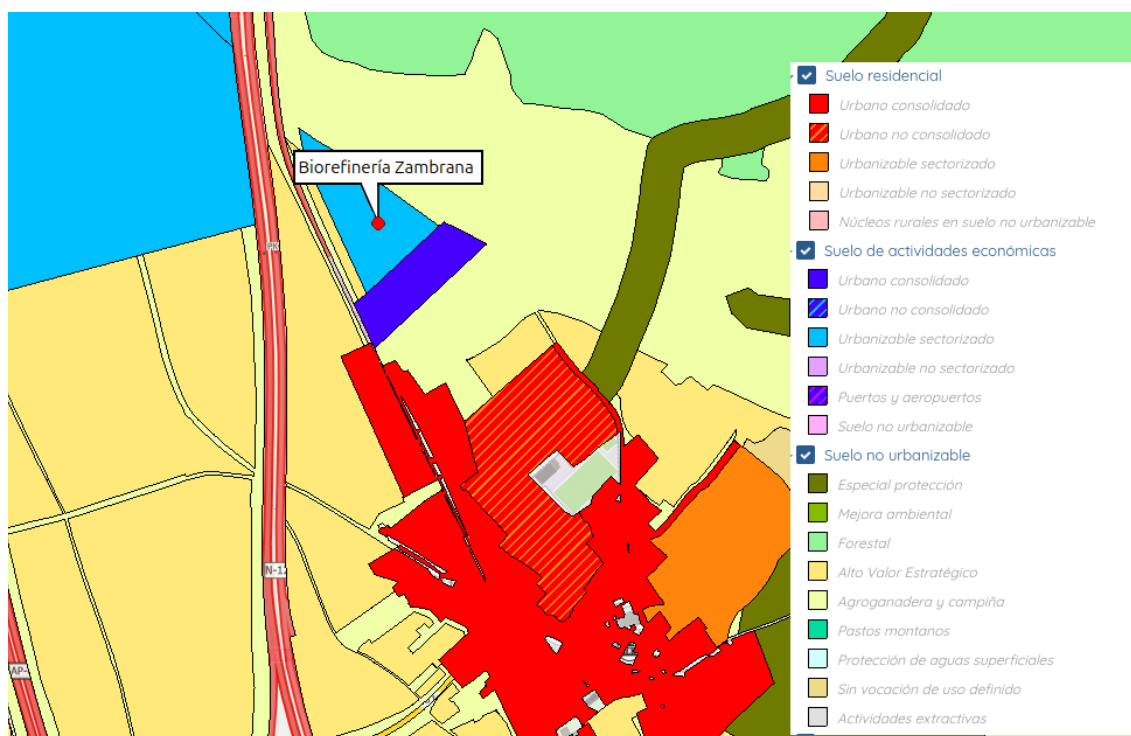


Figura 9. Clasificación del suelo según el visor geoEuskadi.

Para determinar los receptores susceptibles de tener un impacto por olor, se han seleccionado los puntos más cercanos a la planta catalogados como suelo urbano o urbanizable.

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de los receptores mediante sus coordenadas geográficas.

¹⁰ Enlace al Visor de [geoEuskadi](http://geoEuskadi.euskadi.net/)

Tabla 7. Coordenadas de los receptores Huso 30 y su distancia a la actividad.

Receptor	Coord. X	Coord. Y	Distancia (m)
R1	509.622 m E	4.723.624 m N	50
R2	509.653 m E	4.723.606 m N	55
R3	509.725 m E	4.723.570 m N	120
R4	509.893 m E	4.723.635 m N	190

En la siguiente figura se ubican los receptores sobre el plano.



Figura 10. Plano de situación de los receptores.

8. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN

Se ha realizado la simulación de la dispersión de olor a partir de la estimación de las emisiones de olor presentadas en el apartado 4. En este apartado se expone el mapa de isodoras correspondiente al percentil 90 de las concentraciones horarias de olor obtenidas para el periodo anual, teniendo en cuenta las emisiones producidas por la actividad analizada.

Los resultados se exponen, a continuación, en los mapas representados sobre un Sistema de Información Geográfica utilizando como base la cartografía digital de la zona. Estos mapas trazan, mediante líneas isodoras (líneas de igual concentración de olor para un percentil determinado), aquellos puntos que tienen el mismo rango de concentración de olor en unidades de olor/metro cúbico (ou_E/m^3) para el caso donde se representa el percentil 90.

8.1. Resultados del percentil 90 de los valores horarios

Se representan a continuación las unidades de olor por metro cúbico de aire expresadas como percentil 90 de las concentraciones horarias en un año.



Figura 11. Mapa de percentil 90 de los promedios horarios de olor durante el período de simulación.

En la figura 11 se representan las isodoras correspondientes a la emisión de olor de la planta estudiada. Como puede observarse, se representan las

concentraciones entre 1 y 1,15 ou_E/m³ en naranja. La mayor concentración se da en el entorno de la planta con 1,15 ou_E/m³.

Tal y como se observa en mapa anterior, el P90 de las concentraciones en los receptores cercanos NO supera 1 ou_E/m³. Por lo que, de acuerdo al criterio establecido, no hay impacto por olor en este escenario planteado.

8.2. Resultados del impacto de olor en los receptores

En la siguiente tabla se recogen los valores del percentil 90, es decir, el 90% de las horas del año, de la concentración de olor en cada receptor.

Tabla 9. Concentración de olor en los receptores.

Receptores	Conc. olor (ou _E /m ³) Percentil 90 horario
R1	0,83
R2	0,96
R3	0,51
R4	0,08

Estos valores corresponden al percentil 90, es decir, no se superarán esos valores durante el 90% de las horas del año. El 10% restante, 876 horas al año, podrían superarse dichos valores.

8.3. Comparación de valores límite con los resultados

Se observa que basándonos en el criterio de impacto por olor establecido, la concentración está por debajo de 1 ou_E/m³ en percentil 90% horario.

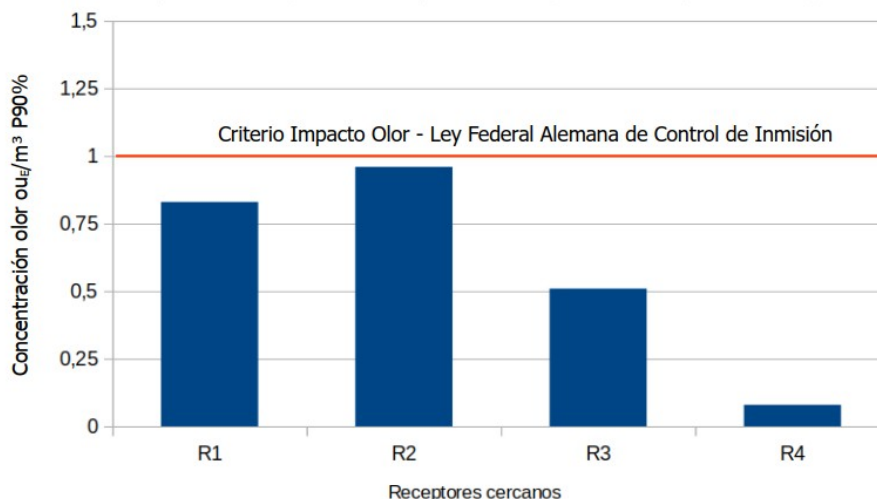


Gráfico 3. Concentración de olor en los receptores (azul) y concentración límite usada como referencia (línea roja).

Se observa que la concentración está por debajo de 1 ouE/m³ en percentil 90% horario en los receptores definidos, cumpliendo con el criterio establecido en *la Ley alemana Federal de Control de Inmisión (Instrucciones Técnicas sobre el Control de la Contaminación Atmosférica del Aire – TALuft)*.

Dado que la molestia por olor se define como la exposición a un olor tan ofensivo y prolongado en el tiempo que interfiere significativamente en el día a día de los receptores, se considera que esta **exposición menor a 1 ouE/m³** menos del 90% de las horas del año **no se produce impacto sobre la población cercana**.

En el caso de que se perciban molestias por olor, se recomienda realizar un estudio olfatómetro con muestras analizadas mediante olfatometría dinámica según la UNE EN 13725. Si resulta impacto negativo sobre la población, se deberán aplicar medidas como cerramientos e instalación de elementos de control de olor para los elementos susceptibles de generar olor.

9. CONCLUSIONES

En este estudio se ha analizado el posible impacto por olor que podrá generar la futura planta de DESTILERÍAS Y BIO-REFINERÍAS ZAMBRANA, S.A., que se ubicará en el término municipal de Zambrana (Álava).

Los resultados arrojan una **concentración menor a 1 ou_E/m³ en Percentil 90% en los receptores cercanos**. Por lo tanto, de acuerdo a los resultados de modelización en las condiciones mencionadas **no hay impacto por olores** en los receptores indicados, según la ley anteriormente citada, usada como referencia para este estudio.

Es decir, la emisión de olor de la futura planta de producción DESTILERÍAS Y BIO-REFINERÍAS ZAMBRANA, S.A., evaluada **CUMPLE** con los valores tomados como referencia en este informe de la ley de calidad del aire alemana.

Por último, en el caso de que se perciban molestias por olor, se recomienda realizar un estudio olfatométrico con muestras analizadas mediante olfatometría dinámica según la UNE EN 13725. Si resulta impacto negativo sobre la población, se deberán aplicar medidas como cerramientos e instalación de elementos de control de olor para los elementos susceptibles de generar olor.

En 16 de junio de 2026

Informe elaborado por:

Informe aprobado por:

Ainhoa Antón García
Ingeniera Ambiental

Carlos Díaz Jiménez
Licenciado en Química

ANEXOS

ANEXO I – Plano de situación



ANEXO II – Mapa de isodoras



ANEXO III – Informe de validación del modelo meteorológico



Validación meteorológica en Zambrana (Álava)

Validación meteorológica de la actividad vinícola de
DESTILERÍAS Y BIO-REFINERÍAS ZAMBRANA, S.A. en el
término municipal de Zambrana (Álava).

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN CLIENTE.....	4
2.1. Cliente.....	4
3. JUSTIFICACIÓN DEL AÑO DE REFERENCIA EN LA MODELIZACIÓN METEOROLÓGICA.....	5
4. FUNDAMENTOS DE LA MODELIZACIÓN METEOROLÓGICA.....	8
4.1. Dominio de modelización.....	8
4.1.1. Descripción de la meteorología.....	9
4.1.2. Descripción de la orografía.....	9
4.2. Caracterización meteorológica.....	10
4.2.1. El modelo WRF.....	10
4.2.2. El modelo CALMET.....	10
5. EVALUACIÓN DE LA PLAUSABILIDAD DEL MODELO METEOROLÓGICO.....	12
6. DESCRIPCIÓN DATOS METEOROLÓGICOS.....	17
6.1. Correlación modelo y mediciones.....	17
6.1.1. Viento.....	17
6.1.2. Temperatura.....	18
6.1.3. Precipitación.....	20
7. CONCLUSIONES.....	21

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al estudio titulado "Validación meteorológica en Zambrana (Álava)". El propósito de este estudio es caracterizar las condiciones meteorológicas de una región específica utilizando los resultados de la modelización, además de evaluar la precisión de dicha modelización meteorológica con relación a un análisis de dispersión atmosférica en Álava. Los datos meteorológicos necesarios para la asimilación de observaciones en el modelo y para la estimación de incertidumbres han sido adquiridos de la Agencia Vasca de Meteorología (Euskalmet), utilizando la estación de Zambrana (C050) como referencia.

2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN CLIENTE

2.1 Cliente

Datos generales de la instalación	
Nombre	Destilería y bio-refinería Zambrana
Provincia	Álava
Municipio	Zambrana
Localización	
Coordenadas UTM esquina SO de la parcela	509.597 m E ; Y: 4.723.719 m N; Huso: 30
Distancia al núcleo urbano más próximo	<1 km aprox.
Actividad Principal	
Descripción actividad	Planta de valorización y eliminación de residuos vinícolas mediante procesos de destilación y bio-refinería en el municipio de Zambrana (Álava).
Código C.N.A.E.	2059.- Fabricación de otros productos químicos n.c.o.p.

3. JUSTIFICACIÓN DEL AÑO DE REFERENCIA EN LA MODELIZACIÓN METEOROLÓGICA

Se ha seleccionado el año meteorológico de análisis siguiendo los criterios delineados en la sección 3 de la Guía de buenas prácticas para la construcción de modelos de dispersión del Gobierno Vasco. Estos criterios enfatizan la importancia de la cercanía temporal y aconsejan excluir años con alta humedad y numerosos días de precipitación. Los datos de precipitación acumulada (expresados en mm) para el periodo 2021-2025 están resumidos en la Tabla 1, obtenidos del servicio Open Data de la Agencia Vasca de Meteorología (Euskalmet), utilizando la estación de Zambrana (C050) como referencia. La elección de esta estación se fundamenta en su proximidad a la actividad.

Tabla 1. Precipitación acumulada total para los últimos cinco años para la estación de Zambrana (C050) Fuente: Euskalmet

Año	Precipitación Acumulada Total (mm)
2021	427,9
2022	251,1
2023	313,2
2024	491,1
2025	529,3

A partir de los datos históricos analizados, se puede observar que el promedio de la cantidad total de lluvia anual acumulada, considerando los últimos cinco años, en la estación de Zambrana (C050), es de 402,52 mm.

Durante el año 2025, la precipitación se mantuvo en niveles regulares para cada estación del año, sin que se registraran meses con valores fuera de lo común en términos de humedad (ya sea exceso o déficit). Además, el patrón climático representado en el climograma del año 2025 se asemeja a la media de los registros (ver Figura 1 y Figura 2).

Aunque la precipitación acumulada del año 2025 se encuentra por encima de la media, esto se debe a que durante los años 2022 y 2023 los valores de lluvia fueron especialmente bajos en comparación con el resto del periodo y con la precipitación habitual en la zona, lo que hace que el promedio de estos cinco años baje.

En cuanto a la temperatura, se puede apreciar (Tabla 1 y Figura 2) que, el año 2025 obtiene unos valores similares a la media del periodo estudiado.

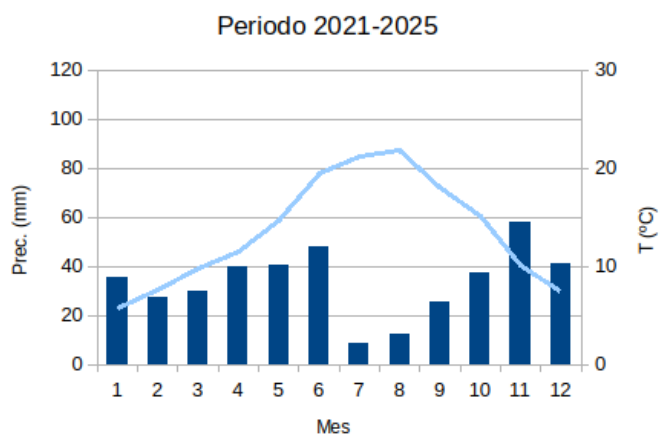


Figura 1. Climograma medio del periodo 2021-2025 de la estación de Zambrana (C050) Fuente: Euskalmet.

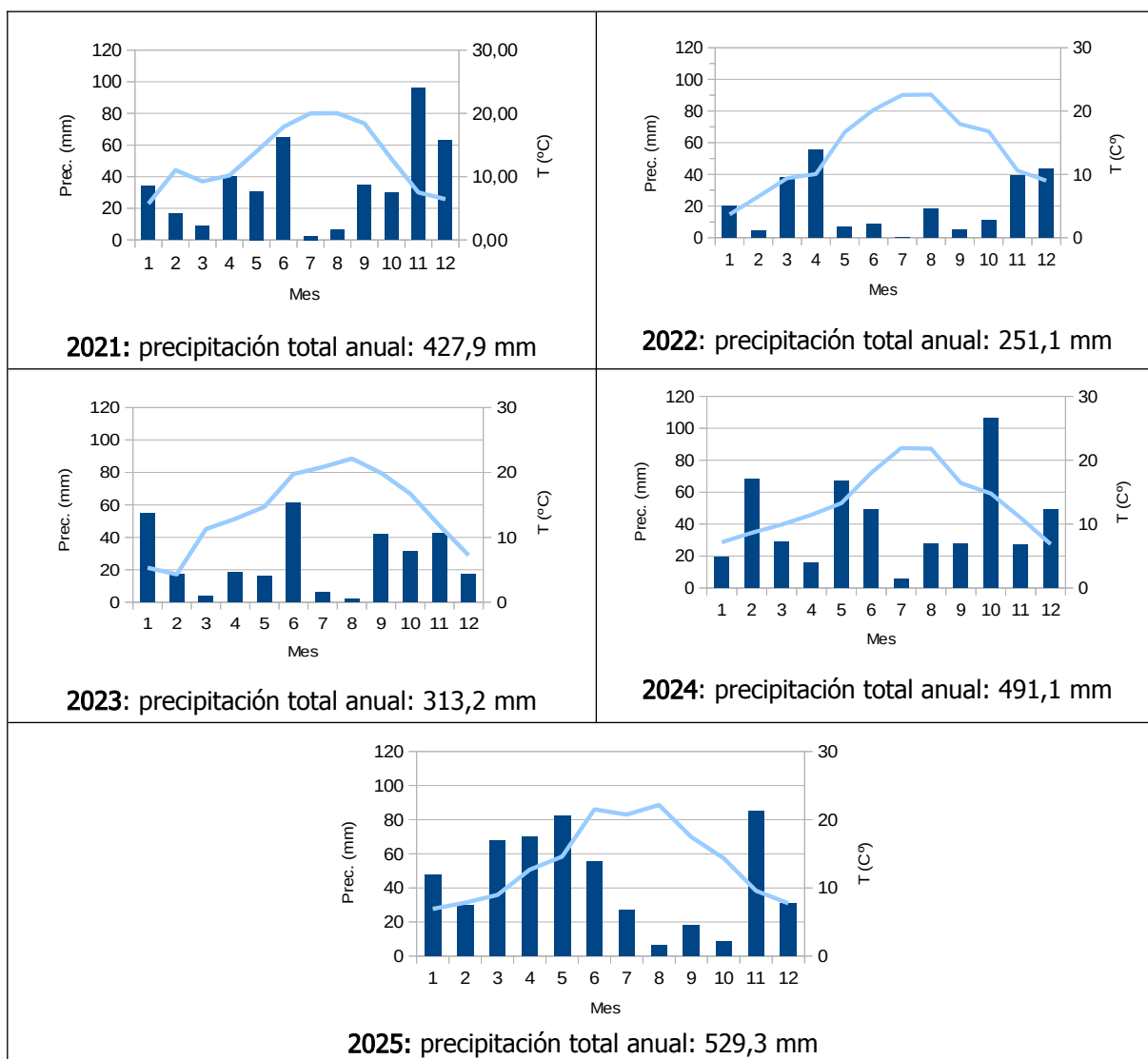


Figura 2. Climogramas de Zambrana (C050) del periodo 2021-2025. Fuente: Euskalmet.

Basándonos en estos factores, y siguiendo las pautas proporcionadas en la Guía de buenas prácticas para la elaboración de modelos de dispersión del Gobierno del País Vasco mencionada previamente, se ha elegido el año 2025 como el período para validar los datos generados por el modelo meteorológico.

4. FUNDAMENTOS DE LA MODELIZACIÓN METEOROLÓGICA

4.1. Dominio de modelización

Para la modelización se ha diseñado un dominio de 18 km² centrado en la planta. Como se ve en la imagen, la estación meteorológica de Zambrana, empleada en la validación del modelo meteorológico, se encuentra dentro de este dominio a aproximadamente 1 km de distancia de la planta.



Figura 3. Dominio establecido para la modelización y ubicación de la planta y la estación meteorológica.

4.1.1. Descripción de la meteorología

Zambrana presenta una meteorología de transición entre el clima atlántico y el mediterráneo, caracterizada por inviernos nubosos, frescos y húmedos y veranos moderadamente cálidos, despejados y más secos. Durante el invierno, las temperaturas suelen ser bajas, con máximas en torno a los 10–13 °C y mínimas que descienden varios grados por encima de cero, acompañadas con frecuencia de cielos nubosos, lluvias y, de forma ocasional, episodios de nieve. La humedad es elevada en esta época, lo que incrementa la sensación de frío.

En verano, las temperaturas se suavizan, con días templados y cálidos que suelen situarse en el entorno de los 22–26 °C y noches relativamente frescas, lo que favorece un ambiente agradable. En esta estación disminuye la frecuencia de las precipitaciones y aumenta el número de días despejados, aunque no son raros algunos chubascos o tormentas puntuales.

Las estaciones de transición, primavera y otoño, se caracterizan por un tiempo variable y cambiante, con temperaturas suaves y frecuentes episodios de lluvia, especialmente en otoño. A lo largo del año, los vientos dominantes suelen proceder del oeste y suroeste, asociados a la llegada de frentes atlánticos, y la orografía del entorno, con una altitud cercana a los 450–500 metros, contribuye a que los cambios de tiempo puedan ser relativamente rápidos y a que se perciban diferencias locales dentro del propio término municipal.

4.1.2. Descripción de la orografía

La orografía de la zona de Zambrana, en el suroeste de Álava, se caracteriza por un relieve variado y tortuoso, influido por su posición limítrofe con La Rioja y Burgos. Al norte y este, el terreno presenta estribaciones meridionales de la sierra de Cantabria, con pendientes pronunciadas y formaciones abruptas como la peña del castillo de Portilla a 780 metros de altitud, mientras que desciende suavemente hacia el oeste hasta el valle del Ebro, quedando encajado al sur por este río. La altitud media municipal ronda los 558 metros, con la villa situada a 455 metros, atravesada por el río Inglares de este a oeste y el Zadorra como afluente del Ebro en su término.

La destilería, situada en las coordenadas 509.597 m E; 4.723.719 m N, se encuentra a una altitud aproximada de 460 metros y la estación meteorológica empleada para la validación del modelo meteorológico, 509.267 m E; 4.724.727 m N, a 465 m de altitud.

4.2. Caracterización meteorológica

4.2.1. El modelo WRF

El WRF (<http://www.wrf-model.org>) es un modelo meteorológico de última generación que permite obtener campos de viento, presión, temperatura y humedad, entre otros, con alta resolución espacio-temporal, los cuales son de suma importancia como datos de entrada de los modelos de calidad de aire. El modelo WRF tiene la particularidad de poder ser configurado localmente para representar dominios espaciales en diferentes escalas de acuerdo al estudio que desee realizarse.

En lo referente a este estudio, se ejecutó la pasada de WRF para un año de datos (2023), inicializado a partir de los datos de re-análisis FNL del National Centers for Environmental Prediction (NCEP). Partiendo de condiciones a escala sinóptica del FNL, se ha seguido un patrón de 3 dominios anidados hasta obtener un dominio de modelado a alta resolución (3 km^2) centrado en la zona de estudio, obteniendo datos horarios de más de 20 parámetros meteorológicos y a 27 niveles diferentes de altura. El dominio de $3 \times 3 \text{ km}^2$ es el utilizado para generar los campos meteorológicos de CALMET precisados en este estudio.

A modo resumen, el conjunto de parametrizaciones utilizado en WRF (ARW) ha sido el siguiente:

- Radiation: Longwave RRTM, Shortwave MM5-Dudhi
- PBL: YSU (with sfclay: Monin-Obukhov from MM5 MRF)
- Surface: 5 layer MM5 LSM
- Cumulus: Kain-Fritsch
- Microphysics: WSM6

4.2.2. El modelo CALMET

Se trata de un modelo de diagnóstico meteorológico tridimensional. Este modelo utiliza estaciones en superficie y altura (radiosondeos) u otros modelos meteorológicos. Está formado por un módulo de diagnóstico del campo de vientos capaz de simular efectos locales, como los flujos de ladera, efectos cinemáticos y de bloqueo del terreno y un módulo de capa límite, por el cual se obtiene, por ejemplo, la altura de la base de la capa de mezcla.

La ventaja comparativa de este modelo meteorológico frente a las soluciones tradicionales gaussianas (ej. Uso de una sola estación meteorológica en superficie) es evidente, puesto que es capaz de simular condiciones a escala local que cambian por completo el escenario meteorológico, y por tanto, la dispersión de los contaminantes.

En general, el modelo incluye tres pasos. El primer paso es interpolar o extrapolar los datos de viento medidos a la malla del dominio de estudio. El siguiente paso consiste en la parametrización para modelizar los efectos cinemáticos del terreno y del entorno. El tercer paso es ajustar los campos de vientos de modo que sean consistentes (condición de divergencia nula).

Para este estudio, se ha diseñado un dominio de 60 x 60 celdas, con centro en las instalaciones, con una resolución espacial de 300 m y 11 niveles verticales (ZFACE= 0, 20, 40, 80, 160, 300, 600, 1000, 1500, 2200 y 3000 m). De este modo, tal y como apuntan recientes estudios (González, J.A. et al.; 2014), al incrementarse el número de niveles en altura dentro de la capa límite atmosférica el procesado de las salidas de WRF mediante CALMET mejora sustancialmente la aproximación del modelo WRF para diversos parámetros meteorológicos críticos en la dispersión, como puede ser la altura de la capa límite o de mezcla.

Como se comentó anteriormente, como datos de entrada del modelo se han utilizado las salidas del modelo WRF (ARW), tanto en superficie como en altura, supliendo de este modo la carencia de radiosondeos en la zona, así como los datos de las 3 estaciones de superficie existentes en el dominio de simulación. Para ingestar estas estaciones en CALMET, una vez extraídos y tratados sus datos, se generó el fichero en formato de entrada de CALMET (SURF.DAT) a través del procesador SMERGE, de la suite CALPUFF.

Los datos de elevación de terreno para la zona han sido proporcionados por el Shuttle Radar Topography Mission (SRTM3), modelo que ha sido elaborado por la NASA y el USGS, con una resolución aproximada de 90 m. éstos se han seleccionado teniendo en cuenta el tipo de terreno predominante en el área de estudio. Los datos de los usos del suelo se han obtenido a partir del "Global Land Cover Characterization" (LULC), con una resolución de 1 km. Por último, la configuración CALMET utilizada presentaba el módulo cinemático (IKINE) y el parámetro de ajuste de la velocidad vertical de viento (IOBR) activados.

El sistema de modelización meteorológica CALMET, pese a ser un modelo de aplicación complicada que requiere datos en altura (radiosondeos o datos de modelos) y mucha más información meteorológica en superficie que un modelo simple gaussiano (ISC, AERMOD), se asume que generará una mejor representación meteorológica de la zona de estudio (en tres dimensiones) que puede ser aprovechada por el modelo CALPUFF para simular de modo más fidedigno la dispersión de los contaminantes.

5. EVALUACIÓN DE LA PLAUSABILIDAD DEL MODELO METEOROLÓGICO

Según lo expuesto en la "Guía de Buenas Prácticas para la Elaboración de Modelos de Dispersión" proporcionada por el Gobierno Vasco, se establece que es necesario validar los resultados, ya sea que se utilicen u omitan observaciones meteorológicas locales de superficie o perfiles verticales para la simulación meteorológica. Esta evaluación debe realizarse preferentemente utilizando "observaciones independientes" que no se hayan empleado en la evaluación meteorológica. Estas observaciones deben estar cercanas al punto de emisión o representar con precisión la meteorología del área circundante a la instalación. Al menos una de las series de observaciones utilizadas en la evaluación debe contener datos de perfiles verticales de viento.

En cuanto a la comparación numérica determinista entre los datos observados y los modelados, se han empleado diversos estadísticos. Estos estadísticos son seleccionados de acuerdo con las directrices de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) en su documento técnico N°10/2011 (disponible en <http://www.eea.europa.eu/publications/fairmode>). La elección de los estadísticos depende de la aplicación específica del modelo, su propósito y la disponibilidad de observaciones. Los estadísticos seleccionados en este documento técnico incluyen valores de referencia recomendados (detallados en la tabla A.2.3 del documento técnico N°10/2011). Estos estadísticos y valores de referencia también se presentan en el documento de la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. "Draft Guidance on meteorological model evaluation (2009)" (Emery, 2001) y (Tesche, 2002). Cabe destacar que estas recomendaciones están diseñadas para áreas de topografía sencilla.

Por ejemplo, para evaluar la dirección del viento, se han utilizado los estadísticos MB y MAGE, que representan el error medio y el error absoluto medio, respectivamente. A continuación, se presentan las definiciones matemáticas de cada uno de los estadísticos utilizados.

Tabla 2. Estadísticos utilizados.

Sesgo medio, <i>MB</i>	
$MB = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M_i - O_i)$	El MB, o sesgo medio, proporciona información útil sobre la tendencia media del modelo a subestimar o sobrestimar el valor de un parámetro sobre el valor real, cuantificando así el error sistemático del modelo. Recomendaciones de la US EPA establecen, para los modelos atmosféricos, un sesgo medio recomendado (BIAS) de entre ± 5 e $\pm 15\%$.
Error absoluto medio, <i>MAGE</i>	
$MAGE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N M_i - O_i $	MAGE, es el error absoluto medio como media aritmética de los errores absolutos, permitiendo así comprobar la existencia y entidad de los errores aleatorios del modelo.
Error cuadrático medio, <i>RMSE</i>	
$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M_i - O_i)^2}$	RMSE, o error cuadrático medio, nos da la medida de la media de las diferencias al cuadrado entre los valores pronosticados y los observados, aportando información sobre la precisión del modelo. Dado que estas diferencias al cuadrado no se compensan, si no que se acumulan. Por eso, es un parámetro esencial en la evaluación de la precisión de un modelo.
Índice de concordancia, <i>IOA</i>	
$IOA = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^N M_i - \bar{O} + O_i - \bar{O} ^2}$	IOA, o Índice de Concordancia o Ajuste, calculado según la aproximación de Willmott (1981), condensa las diferencias entre estimaciones de modelos y observaciones en un solo valor adimensional. Se extiende desde el valor -1 que sería el de mínima concordancia entre modelo y medidas y el +1 que representaría el ajuste perfecto del modelo con las medidas. Cuando IOA = 0, la suma de las magnitudes de los errores y la suma de las magnitudes de desviación observada son equivalentes.

A continuación se muestran las características de la estación meteorológica considerada para la evaluación.

Tabla 3. Características de la estación meteorológica

Estación	XUTM	YUTM	Variables
Estación de Zambrana (C050)	509.267 m E	4.724.727 m N	Velocidad del viento, dirección del viento, temperatura y precipitación

Una vez analizados los estadísticos para las variables de la estación meteorológica analizada y el modelo meteorológico empleado, se exponen los resultados:

Tabla 4. Resultados estadísticos.

Variable	Estadísticos (unidades) [RECOMENDACIONES]	Resultados estadísticos
Velocidad del viento horaria	MB (m/s) [$<\pm 0,5$ m/s] RMSE (m/s) [$<2,0$ m/s] IOA [$\geq 0,60$]	0,32 1,96 0,28
Dirección del viento horaria	MB ($^{\circ}$) [$<\pm 10^{\circ}$] MAGE ($^{\circ}$) [$<30^{\circ}$]	- 49,41 44,97
Temperatura horaria	MB ($^{\circ}\text{C}$) [$<\pm 0,5^{\circ}\text{C}$] MAGE ($^{\circ}\text{C}$) [$<2^{\circ}$] IOA [$\geq 0,8^{\circ}$]	- 0,33 2,03 0,89
Precipitación acumulada mensual	MB (mm) RMSE (mm) IOA	- 0,01 0,55 0,16

Para la velocidad del viento, los valores de MB y RMSE se encuentran en los valores recomendados. Por otro lado, se obtiene un estadístico fuera del valor recomendable para el IOA aunque aceptables por su cercanía a los rangos esperados.

Para la dirección del viento, tanto el MB como el MAGE son superiores a lo recomendado. La dirección del viento es un parámetro para el que no siempre se consigue la aceptación de los criterios aquí expuestos, a resolución horaria.

El modelo meteorológico CALMET interpola datos a una resolución espacial de 1 kilómetro y temporal de 1 hora), lo que puede introducir discrepancias por efectos locales como orografía compleja ampliamente representativa de la zona de estudio, heterogeneidad del terreno o microclimas no capturados por el modelo y la sensibilidad de los datos referentes al viento en cuanto a pequeñas diferencias en el entorno.

No obstante, la variable viento se va a analizar adicionalmente a través de la comparación de las rosas de los vientos generadas por los datos de la estación meteorológica y los del modelo.

En la figura 4, se incluyen las rosas de los vientos para el año 2025, en ambas ubicaciones con los datos obtenidos de la estación meteorológica y los datos del modelo meteorológico empleado.

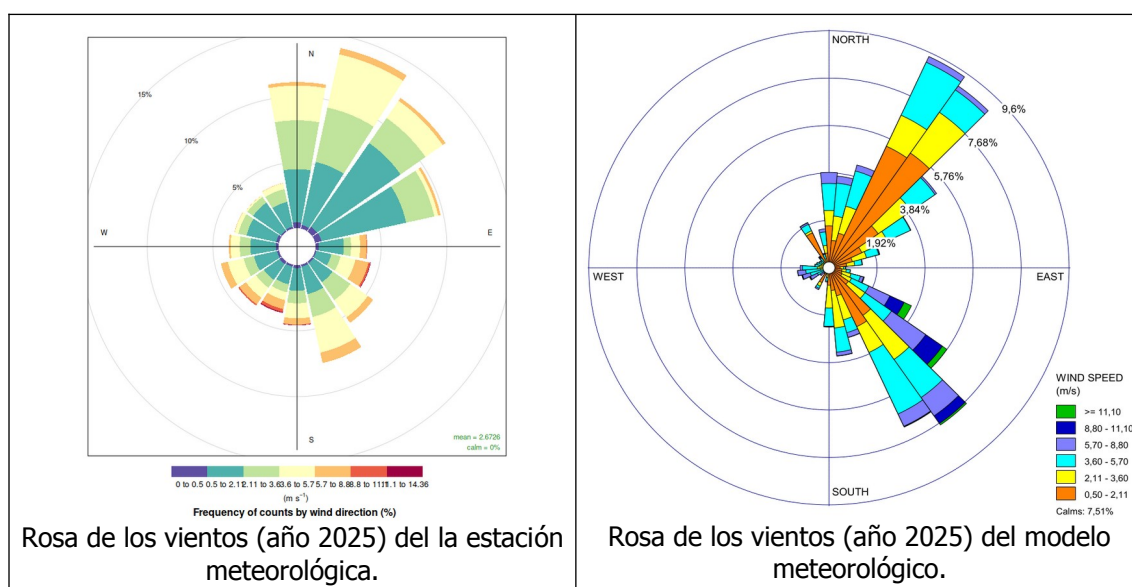


Figura 4. Comparación de ambas rosas de vientos.

En la figura anterior se representa la rosa de los vientos de los datos horarios del 2025 de la estación meteorológica (izquierda) y rosa de los vientos de los datos horarios del 2025 obtenidos a través del modelo meteorológico generado, en el mismo punto que la estación meteorológica.

Se observa una tendencia similar en ambas rosas, con vientos predominantes desde las direcciones Norte-Noreste y Sur-Sueste. También se observan en ambos casos velocidades de viento bajas o moderadas en todas las direcciones.

Por otro lado, en las siguientes imágenes se representan las frecuencias de velocidad de viento para los datos procedentes de la estación meteorológica y la del modelo CALMET.

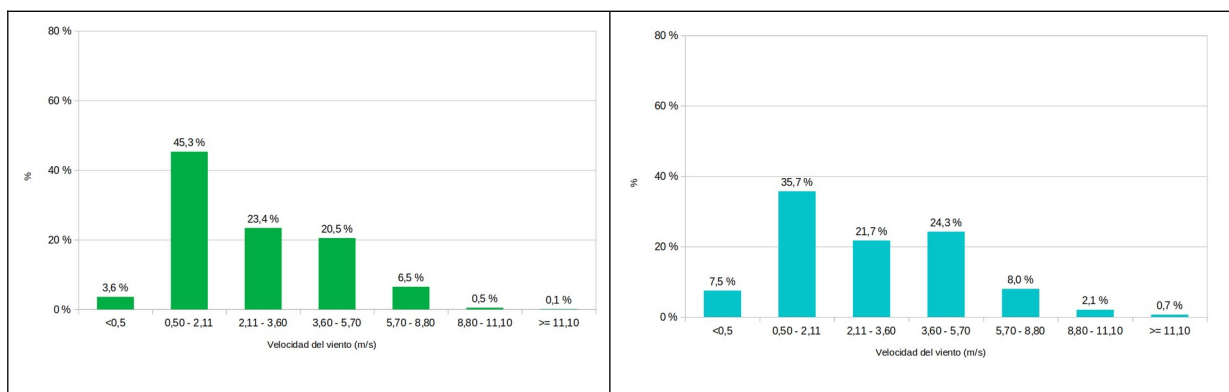


Figura 5. Frecuencias de la velocidad del viento registradas por la estación meteorológica de Zambrana (izq.) y por el modelo meteorológico (dcha.).

Al analizar los gráficos de la figura 5, se observa una gran similitud en la distribución de las frecuencias de velocidad del viento entre la estación real y el modelo. En ambos casos, el mayor porcentaje de registros se concentra en el rango de velocidades bajas y moderadas, concretamente entre 0,50 y 2,11 m/s, donde la estación registra un 45,3% y el modelo un 35,1%. Asimismo, las velocidades superiores a 5,70 m/s muestran valores residuales muy parecidos en ambas gráficas.

Tras analizar las tendencias en las variables relacionadas con el viento, y teniendo en cuenta las limitaciones anteriormente comentadas, se puede validar la plausibilidad del modelo en relación a esta variable.

Por otro lado, continuando con el análisis de las variables estadísticas de la tabla 4, el análisis de la temperatura, muestra valores de los estadísticos MAGE e IOA dentro de los rangos recomendados. El MB, aunque se encuentra ligeramente fuera del rango, muestra un valor totalmente aceptable por lo que también se valida la meteorología empleada para esta variable.

Para la precipitación, las guías metodológicas de referencia no establecen límites estadísticos obligatorios en modelos de dispersión. No obstante, los bajos valores de error obtenidos (MB de -0,01 mm y RMSE de 0,55 mm) confirman el buen ajuste del modelo.

En definitiva, los estadísticos estudiados muestran que es posible validar el modelo meteorológico empleado para la modelización, ya que a pesar de que alguno de ellos no se encuentra estrictamente dentro del rango, estos no se desvían en exceso. Además, cabe destacar que los rangos proporcionados son solamente recomendaciones y vienen determinados a partir de modelizaciones muy concretas. Por todo esto, se concluye que se valida la meteorología utilizada para el proyecto.

6. DESCRIPCIÓN DATOS METEOROLÓGICOS

6.1. Correlación modelo y mediciones

En este apartado se recoge la correlación existente entre los datos meteorológicos, viento, temperatura y precipitación, tomados del modelo y los obtenidos de la estación meteorológica de Zambrana.

6.1.1. Viento

En la siguiente imagen se representan los datos de tiempo horaria y el diagrama de dispersión de puntos para la velocidad de viento. De la serie de tiempo horaria de la velocidad de viento se observa cierta concordancia entre modelo y observaciones.

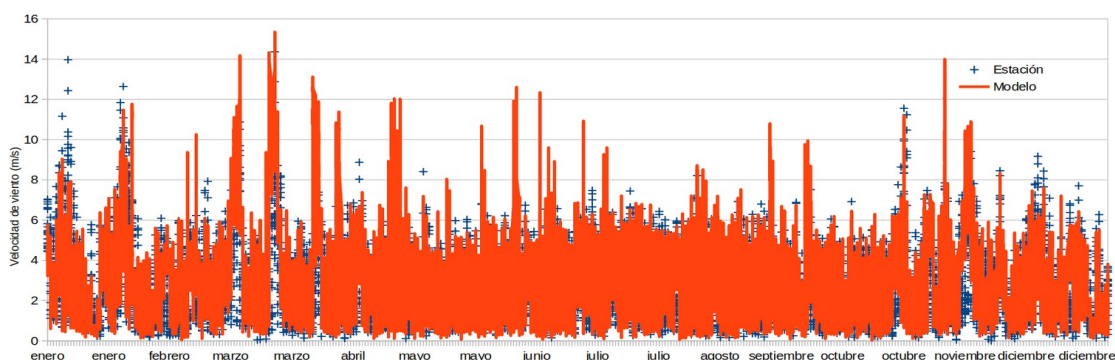


Figura 6. Datos horarios de velocidad de viento (m/s) del año 2025 recogidos en la estación meteorológica de Zambrana (azul, cruz) y del modelo empleado en la modelización (naranja).

El diagrama de dispersión muestra la cierta correlación entre observación y modelo de acuerdo con el coeficiente de correlación (R) obtenido de 0,58.

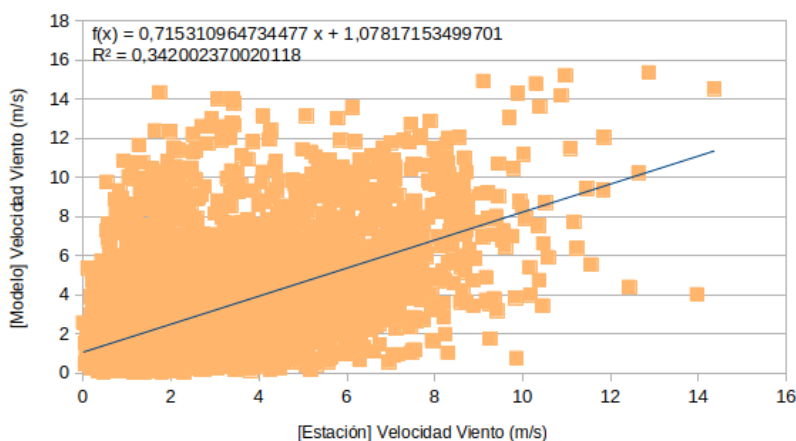


Figura 7. Diagrama de dispersión de la velocidad de viento (m/s) medida en la estación de Zambrana y del modelo empleado en la modelización.

6.1.2. Temperatura

En la tabla presentada a continuación se recogen los datos mensuales mínimos, medios y máximos de temperatura, tanto en la estación meteorológica de Zambrana como en el modelo empleado.

Tabla 5. Datos mínimos, medios y máximos de temperatura en la estación meteorológica y el modelo empleados durante 2025.

	Estación			Modelo		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
Enero	-4,15	6,87	16,85	-2,53	6,57	14,36
Febrero	-2,73	7,74	18,06	-2,05	7,70	18,03
Marzo	-2,44	8,88	21,34	-1,81	7,74	18,98
Abril	0,34	12,62	26,85	2,57	12,20	24,57
Mayo	4,27	14,34	32,88	3,11	14,31	32,87
Junio	10,17	21,19	37,32	7,82	21,44	36,68
Julio	10,55	20,73	37,01	10,25	19,67	35,79
Agosto	10,77	22,16	40,33	11,18	22,54	37,78
Septiembre	4,05	17,46	34,30	6,62	16,99	31,99
Octubre	1,38	14,34	27,74	5,46	14,53	24,68
Noviembre	-0,91	9,62	22,65	-0,52	9,68	20,56
Diciembre	-1,36	7,74	17,10	-2,01	6,40	15,33

En la siguiente imagen se representan los datos de tiempo horaria y el diagrama de dispersión de puntos para la temperatura. De la serie de tiempo horaria de la temperatura se observa una buena concordancia entre modelo y observaciones.

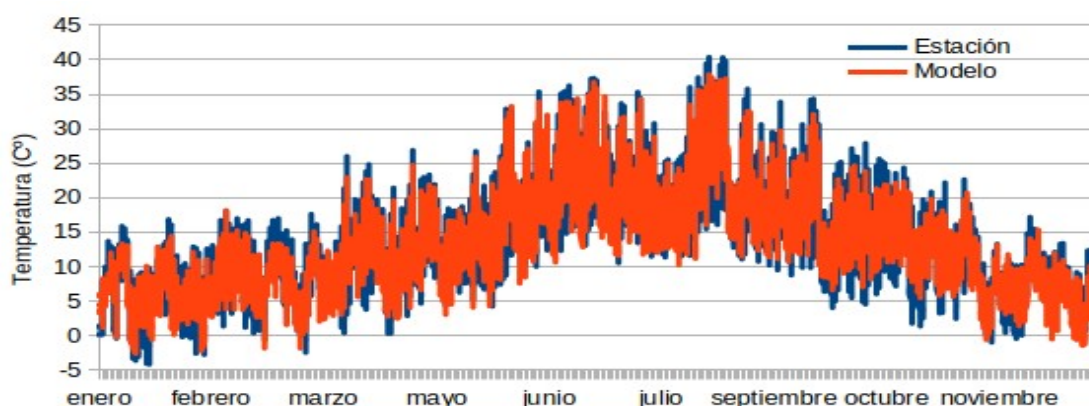


Figura 8. Datos horarios de temperatura (°C) del año 2025 recogidos en la estación meteorológica de Zambrana (azul) y del modelo empleado en la modelización (rojo).

El diagrama de dispersión muestra la buena correlación entre observación y modelo de acuerdo con el coeficiente de correlación (R) obtenido de 0,94.

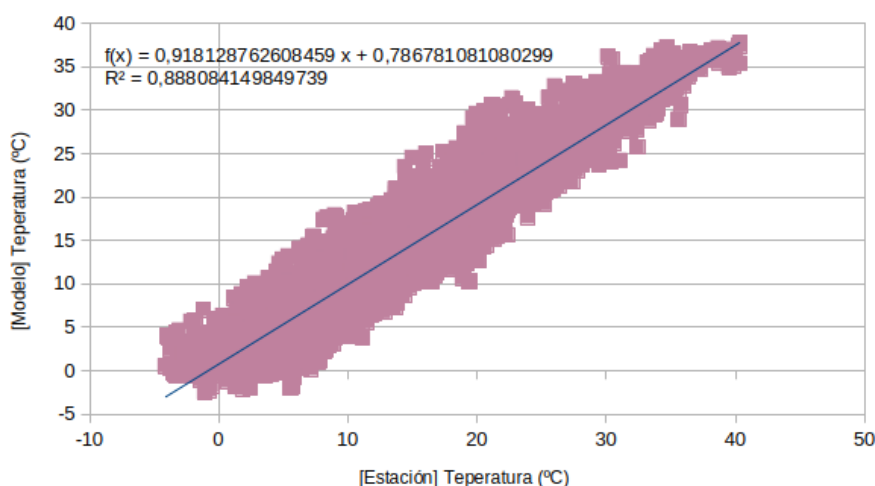


Figura 9. Diagrama de dispersión de la temperatura (°C) medida en la estación de Zambrana y del modelo empleado en la modelización.

6.1.3. Precipitación

A continuación se presenta la comparación por lo que respecta a la precipitación mensual acumulada. Se observa que el modelo en general reproduce correctamente las variaciones mensuales de precipitación presentando una correlación entre observación y modelo, de acuerdo con el coeficiente de correlación (R) obtenido de 0,93.

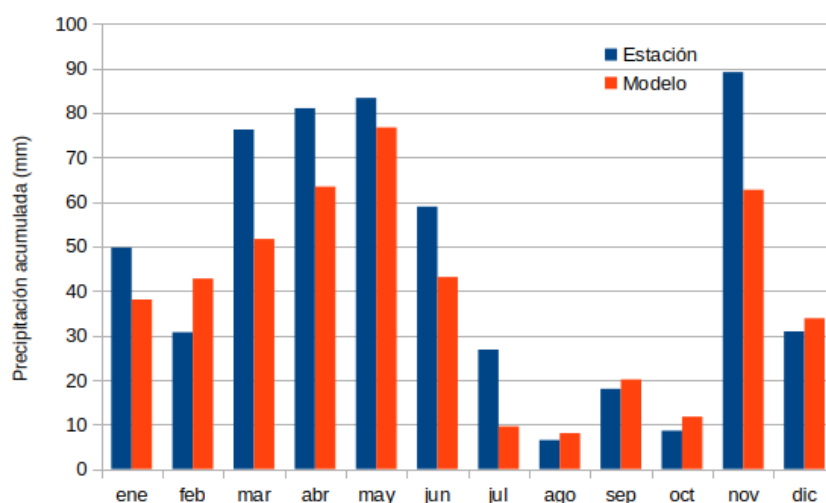


Figura 10. Diagrama de barras representando la precipitación mensual acumulada (mm) en la estación de Zambrana (azul) y según el modelo meteorológico (rojo).

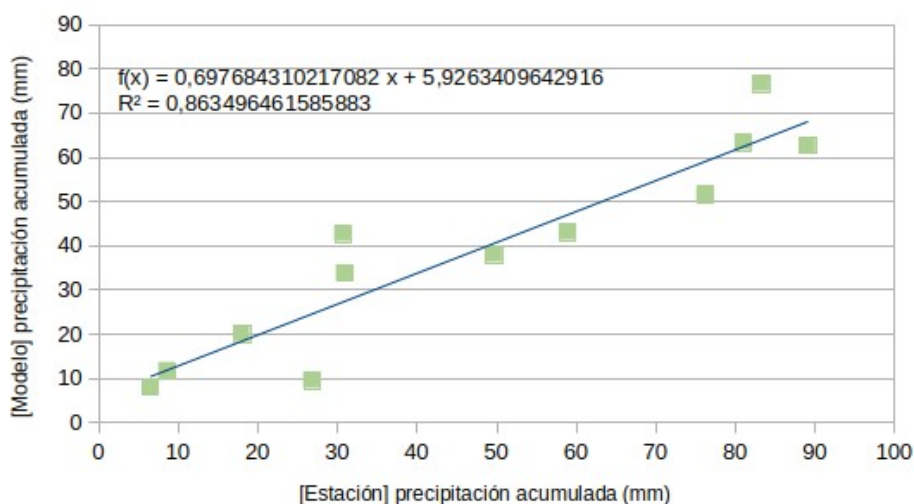


Figura 11. Diagrama de dispersión de la precipitación acumulada mensual (mm) medida en la estación de Zambrana y del modelo empleado en la modelización.

7. CONCLUSIONES

En base a los criterios establecidos en la sección 3 de la Guía de buenas prácticas del Gobierno Vasco para modelos de dispersión, se ha determinado el año para el análisis meteorológico. Los criterios priorizan reciente temporalidad y evitan años con alta humedad y precipitaciones frecuentes. Se resumen en la Tabla 1 los datos de precipitación acumulada entre 2021 y 2025, obtenidos de la Agencia Vasca de Meteorología (Euskalmet) con la estación de Zambrana (C050) como referencia, mostrando un promedio anual de 402,52 mm. El año 2025 se caracteriza por una precipitación regular y equilibrada. Además, el patrón climático representado en el climograma del año 2025 se asemeja a la media de los registros. La temperatura muestra regularidad temporal asemejándose a la media en todo el periodo analizado (climogramas de la figura 1 y la figura 2). Basado en esto y en la guía, se seleccionó 2025 para validar el modelo meteorológico, respaldado por la concordancia entre criterios de selección y características del año.

Por otra parte, para la comprobación de la plausibilidad del modelo meteorológico, de acuerdo a la "Guía de Buenas Prácticas para la Elaboración de Modelos de Dispersión" del Gobierno Vasco, recomienda la evaluación de algunos estadísticos para la comparación precisa entre datos observados y modelados, seleccionados según directrices de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). Estos estadísticos incluyen el sesgo medio (MB), error absoluto medio (MAGE), error cuadrático medio (RMSE) e índice de concordancia (IOA).

Los resultados de la evaluación estadística para la velocidad del viento, dirección del viento, temperatura y precipitación acumulada se presentan en la Tabla 4. En general, los valores de los estadísticos están dentro de los valores recomendados, demostrando una aceptable validez del modelo meteorológico utilizado. Aunque algunos estadísticos se encuentran en el límite de los valores recomendados, estos desvíos son aceptables y los rangos proporcionados son meramente recomendaciones. En conjunto, estos resultados validan la aptitud del modelo meteorológico para la modelización, respaldando su utilidad en estas circunstancias.

En definitiva, los datos meteorológicos y por consiguiente el modelo meteorológico empleado para la presente modelización son válidos según los criterios establecidos en la Guía de buenas prácticas del Gobierno Vasco para modelos de dispersión.

En 16 de junio de 2026

Informe elaborado por:



Lucia Herrero Quintanilla
Bióloga

Informe aprobado por:



Carlos N. Díaz Jiménez
Licenciado en Química