



INGENIERÍA Y CAPACITACIÓN

Informe de resultados

Modelación de la Dispersión de Emisiones de Olor
de Planta BIOE Molina Basada en Mediciones 2022

22468P1 – Tercera Entrega
19 de enero de 2023

• Asesorías • Capacitaciones • Modelaciones

Móvil : (+56) 9 92923241 | Correo : pablo.romero@nakadis.cl | www.nakadis.cl

Datos del Proyecto

Empresa : Molina Bioenergía / Gesma

Contraparte : Daniela Rubilar (Gesma)

Especialistas : Pablo Romero C.
Kissi Rubio H.

Índice

1.	Resumen del estudio.....	5
1.1.	Descripción del estudio.....	5
1.2.	Escenario modelado	5
1.3.	Máximos aportes obtenidos sobre receptores.....	6
1.4.	Alcance del olor perceptible y molesto	7
2.	Objetivos	8
3.	Metodologías generales del proyecto	8
3.1.	Emisiones consideradas.....	8
3.2.	Justificación de modelo	8
3.3.	Modelación de dispersión y meteorología	10
4.	Normativa aplicable y definición de influencia.....	12
4.1	Límite de referencia.....	12
4.2	Área de Influencia	13
5.	Dominio y receptores.....	14
5.1.	Receptores de área	15
5.2.	Receptores puntuales	16
6.	Estructuras para efecto downwash	18
7.	Análisis de incertidumbre de información meteorológica	20
7.1.	Velocidad del viento	21
7.2.	Dirección del viento	24
7.3.	Temperatura	29
7.4.	Capa Límite Atmosférica	32
7.5.	Ciclo estacional de viento	34
7.6.	Topografía y campo de viento	35
7.7.	Uso de suelo, Rugosidad, Albedo y Bowen.....	36
8.	Emisiones de planta	37
8.1.	Fuentes emisoras.....	37
8.2.	Mediciones de olor	39
8.3.	Emisiones de olor.....	40
9.	Predicción de impactos de olor – Modelo de dispersión.....	41

9.1.	Dispersión de olor máxima en el año (promedios 1 hora)	41
9.2.	Dispersión de olor tras la aplicación del percentil 98 (promedios 1 hora)	42
9.3.	Análisis de frecuencia de exposición sobre receptores.....	45
9.4.	Horarios de percepción sobre receptores con mayor impacto.....	54
9.5.	Análisis de resultados	61
10.	Conclusiones.....	65

Anexo N°1: Resultados Olor (archivo rar adjunto con gráficas en alta definición)

Anexo N°2: Literatura de referencia (documentos utilizados en el estudio)

Anexo N°3: Respaldo modelación de olor (archivo rar con entradas y salidas programadas)

1. Resumen del estudio

Siguientes puntos resumen la descripción del estudio, las emisiones utilizadas en el escenario modelado y los principales aportes obtenidos sobre los receptores.

1.1. Descripción del estudio

El presente estudio corresponde un modelo actualizado de dispersión de olor, basado en las mediciones por olfatometría dinámica más recientes, realizadas el pasado diciembre de 2022. Estas emisiones fueron programadas en software Calpuff para la determinación del alcance de las zonas con olor perceptible y molesto durante todas las condiciones meteorológicas del año.

1.2. Escenario modelado¹

El estudio de dispersión de emisiones consideró la modelación del siguiente escenario:

Modelo Operación: Dispersión de las emisiones provenientes de las 9 fuentes con fluidos expuestos al ambiente, estos son: Laguna Digestato (A), Laguna Digestato (B), Ensilaje 1, SID I, SID II, Recepción Percolados Ensilaje, Salida Digestato Sólido, Playa Recepción y Pozo Recepción. Siguiendo tabla presenta el rango total de emisión obtenida.

Tabla 1.2.1 – Emisión máxima de olor		
Emisor	Unidad	Emisión total
Planta Molina	OU/s	2.906,83 ou/s

La modelación consideró que el anterior total se emite de forma constante durante todas las horas del año.

¹ Escenario, fuentes emisoras y emisiones obtenidas en capítulo 8.

1.3. Máximos aportes obtenidos sobre receptores²

Se modelaron los aportes respirables de emisiones en todo un dominio de 16x16 km²; considerando como receptores a 16 puntos receptores cercanos y toda la zona residencial de Molina. Siguiendo tabla presenta el máximo aporte obtenido sobre este conjunto de receptores para la modelación tras la aplicación del percentil 98.

Tabla 1.3.1 - Resumen de máximos aportes modelados sobre conjunto receptor		
Receptor	Máximo tras aplicar el percentil 98	
	ou/m ³	Día / Estación
Receptor con mayor impacto	0,49	23:00 del 8 de junio Otoño

La modelación de dispersión muestra un máximo de 0,49 ou/m³, valor obtenido sobre un receptor al sur de planta, aledaño al camino de acceso a ésta. Este valor es menor que el valor de inicio de molestia indicado en normativa de referencia colombiana de 3 ou/m³.

Todo receptor recibe concentraciones menores al límite de percepción de 1,0 ou/m³. Este resultado permite demostrar que la operación de planta Molina durante el año 2022 no generó olores molestos y/o perceptibles sobre ningún punto receptor durante al menos 98% de las horas del año.

² Dominio y receptores presentado en capítulo 5. Aportes modelados sobre receptores presentados en capítulos 9.

1.4. Alcance del olor perceptible y molesto

Por último, se determinó el alcance del olor perceptible y molesto luego de aplicado el percentil 98, siguiente imagen presenta lo obtenido.



Figura 9.2.1 – Alcance de olor perceptible y molesto

Se observa que el alcance del olor perceptible y molesto se limita al terreno industrial sin alcanzar a ningún punto receptor con una cobertura de 0,25 y 0,039 km², respectivamente; resultado que permite descartar la generación de olores sobre norma referencial para todo punto receptor.

2. Objetivos

Los objetivos del proyecto son:

- Programar las nuevas mediciones 2022 en modelo de dispersión de olores.
- Determinar los máximos impactos de olor sobre los receptores aledaños a la planta para todas las condiciones meteorológicas del año.
- Determinar el área de influencia para la isodora de olor perceptible $1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ y la zona con olor molesto dentro de ésta.

3. Metodologías generales del proyecto

La presente sección resume todas las consideraciones, criterios y valores de referencia utilizados en la modelación.

3.1. Emisiones consideradas

Para la obtención de las unidades de olor emitida durante un año de planta Molina se utilizan mediciones de concentración por olfatometría dinámica y áreas expuestas de cada fuente. Capítulo 8 muestra los valores obtenidos para cada fuente.

3.2. Justificación de modelo

Punto 4.2 de la “Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA” indica la selección de un modelo homogéneo (Gaussiano) o de un modelo heterogéneo (Gaussiano-Lagrangiano) es dependiente del tipo de dominio en evaluación. A continuación, una explicación de ambos:

Modelo para dominio homogéneo: Asume que las condiciones de topografía, uso de suelo, orografía, campos de vientos y entre otras variables no varían significativamente dentro del dominio modelado. Bajo esta condición es posible obviar la corrección de los campos de viento, pudiéndose usar directamente los datos de una estación local. Esta simplificación sólo es válida para algunos dominios menores a 5 km (dependiendo de la presencia de cerros, no todo terreno < 5 km es homogéneo).

Modelo para dominio heterogéneo: Debido a que las características del terreno nacional son heterogéneas, siempre deberá preferirse el uso de una meteorología espacial y temporal heterogénea (conclusión del Informe Técnico elaborado por la Fundación para la Transferencia Tecnológica (UNTEC) para el SEA). Esto significa el uso de modelos tipo Puff y meteorología computacional WRF. Este tipo de modelaciones no está limitada a un tamaño de dominio.

Para el caso específico del proyecto de Bioenergía Molina, el tipo de dominio puede definirse por medio de la visualización de los campos vectoriales de viento a continuación.

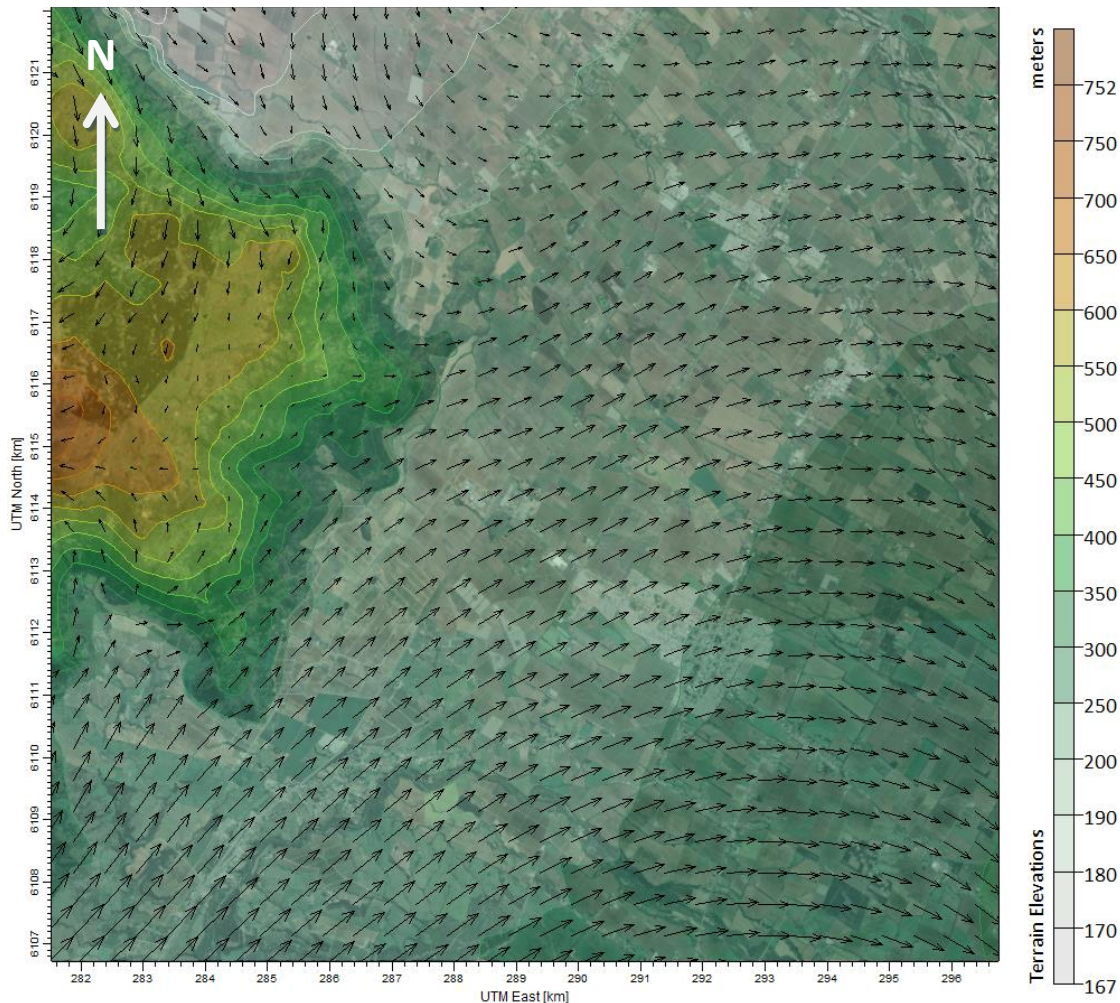


Figura 3.2.1 – Campo vectorial de viento en dominio

Se observan cambios relevantes en la dirección y magnitud de los vectores de viento, demostrando que el dominio modelado corresponde a uno del tipo heterogéneo; es decir, sólo puede utilizarse un modelo Gaussiano-Lagrangiano como Calpuff para su correcta evaluación.

3.3. Modelación de dispersión y meteorología

Para el presente estudio, se utilizaron los siguientes criterios y valores de referencia:

Modelo matemático: Para la modelación de la dispersión de emisiones se utilizó el software Calpuff, correspondiente a un modelo tipo “puff” Lagrangiano-Gaussiano. Dentro de las principales cualidades de este modelo se encuentra la corrección de los datos meteorológicos reales de la zona en función de la topografía del terreno a modelar.

La siguiente imagen muestra el esquema de funcionamiento del software Calpuff.

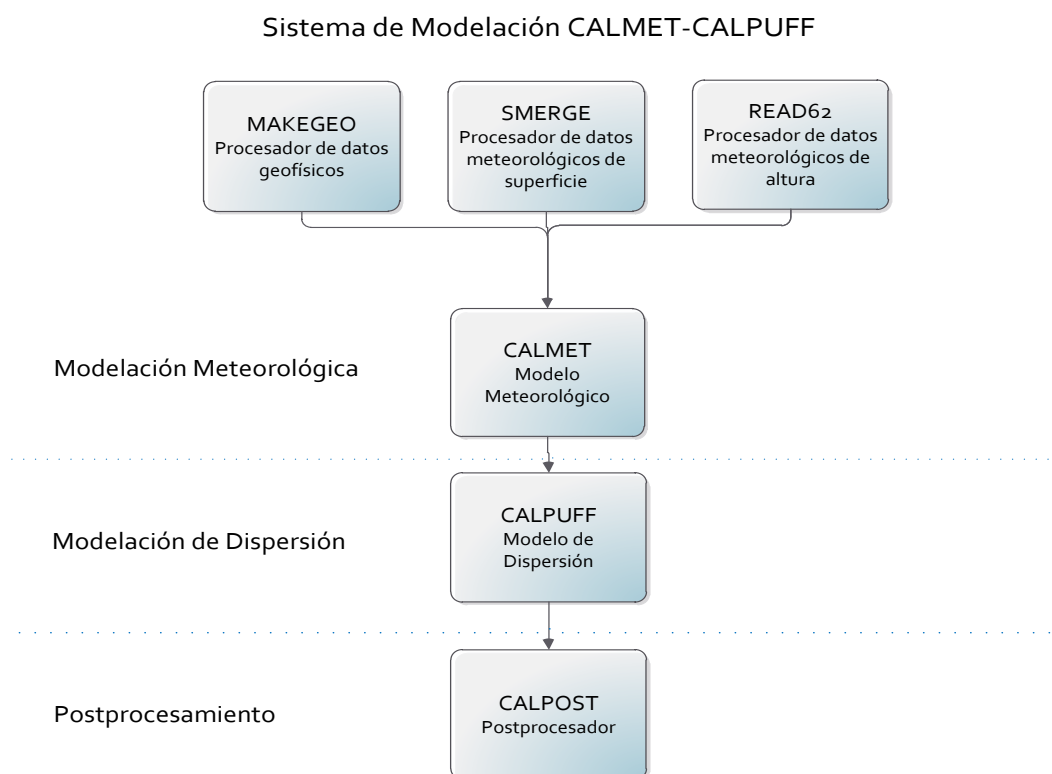


Figura 3.3.1. – Módulos de Calmet – Calpuff

Factor de planta: Emisión continua de olor durante todas las horas del año para incluir cada condición meteorológica presente en la zona.

Datos meteorológicos: Para poder realizar un completo análisis de la meteorología de la zona y dar cumplimiento a las exigencias de la “Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA”, se adquirió archivo meteorológico WRF con la empresa Lakes Environmental, misma empresa creadora del software Calpuff View.

Estación de referencia (meteorología): Para la comparación de los datos del archivo WRF con registros reales de la zona se utilizó la estación Curicó. La siguiente tabla muestra los principales datos de la estación.

Tabla 3.3.1 – Datos de estación locales – Meteorología y Calidad	
Información	Datos
Estación	Curicó
Propietario	Ministerio del Medio Ambiente
Operador	Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA
Región	Del Maule
Provincia	Curicó
Comuna	Curicó
Coordenadas UTM	296068 E 6127456 N
Huso horario	19
Meteorología medida*	Velocidad, Dirección y temperatura

*Sólo se indican los registros utilizados en el presente informe.

La estación Curicó, ubicada a 14 km de planta Molina y cuya ubicación está incluida dentro de los datos WRF, corresponde a una estación del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire y es utilizada para validar la representatividad de los datos WRF utilizados en la modelación.



Figura 3.3.2. – Ubicación de estación meteorológica de referencia

En capítulo 7 se presenta la comparación estadística entre ambas fuentes de datos.

4. Normativa aplicable y definición de influencia

Para evaluar la magnitud y relevancia de los aportes, se utilizan límites de norma internacional como referencia; mientras que para la extensión del área de influencia se utiliza el valor de umbral de olor. Sigüientes puntos presentan el detalle.

4.1 Límite de referencia

Norma de referencia para olor: Debido a que no existe una norma de olor nacional (a la fecha de emisión de este informe), se recurre a la norma de olor de Colombia, correspondiente al único país de Latinoamérica con una normativa vigente de olor y que cuenta con cordilleras y valles en su topografía, condiciones que, al igual que ocurre en Chile, generan una meteorología heterogénea (copia de norma es incluida en Anexo 2 – Literatura de Referencia). Sigüiente tabla presenta los límites para 13 actividades emisoras de olor que considera la norma.

Tabla 4.1.1 – Concentraciones límites de norma de Colombia	
Actividad	Nivel Permissible
Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos	3 ou/m ³ Percentil 98
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	
Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas; papel y cartón	
Curtido y recurtido de cueros, recurtido y teñido de pieles	
Tratamiento y disposición de desechos no peligrosos y estaciones de transferencia	
Planta de tratamiento de aguas residuales	
Actividades que capten agua de cuerpos de agua receptores de vertimientos	
Fabricación de sustancias y productos químicos básicos	
Tratamiento térmico de subproductos de animales	
Unidad de producción pecuaria	
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal	5 ou/m ³ Percentil 98
Descafeinado, tostón y molienda de café	7 ou/m ³ Percentil 98
Otras actividades	

Debido a que las fuentes emisoras están asociadas al tratamiento de RLEs, se selecciona “Planta de tratamiento de aguas residuales” como actividad. Para ésta La norma indica un nivel permisible de $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ como concentración de inicio de molestia, valor que será utilizado en el presente estudio.

4.2 Área de Influencia

En punto 4.1 de la “Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA” se indica utilizar el valor de inicio de percepción de olor de $1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ como área de Influencia. Dentro de esta área de olor perceptible podrían o no existir concentraciones de olor molesto según los resultados de los modelos de dispersión. En base a esto, el presente estudio utiliza las siguientes definiciones:

- **Área de Influencia:** todo terreno con concentración de olor igual o mayor a $1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, tras la aplicación del percentil 98.
- **Impacto significativo:** todo receptor contenido dentro del área de influencia con una concentración igual o mayor al inicio de molestia, cuyo valor referencial para las fuentes de Molina es de $3,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, tras la aplicación del percentil 98.

El punto 4.4.4 de la “Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA”, indica que en caso de que un receptor se encuentre dentro del área de influencia, se deberá realizar un análisis de frecuencia para determinar el porcentaje del tiempo en que éste se encuentra por sobre los valores de olor perceptible y/o molesto. Según la Guía sólo se considerará sobrepasado el límite referencial si el tiempo de exposición supera el 2% (percentil 98).

5. Dominio y receptores

Para efecto de modelación, se ha seleccionado una superficie de 16 km x 16 km con una resolución de grilla de 500m y de 50m sobre la planta, rutas y receptores. En la siguiente imagen satelital se muestran la ubicación del proyecto y la extensión del dominio.

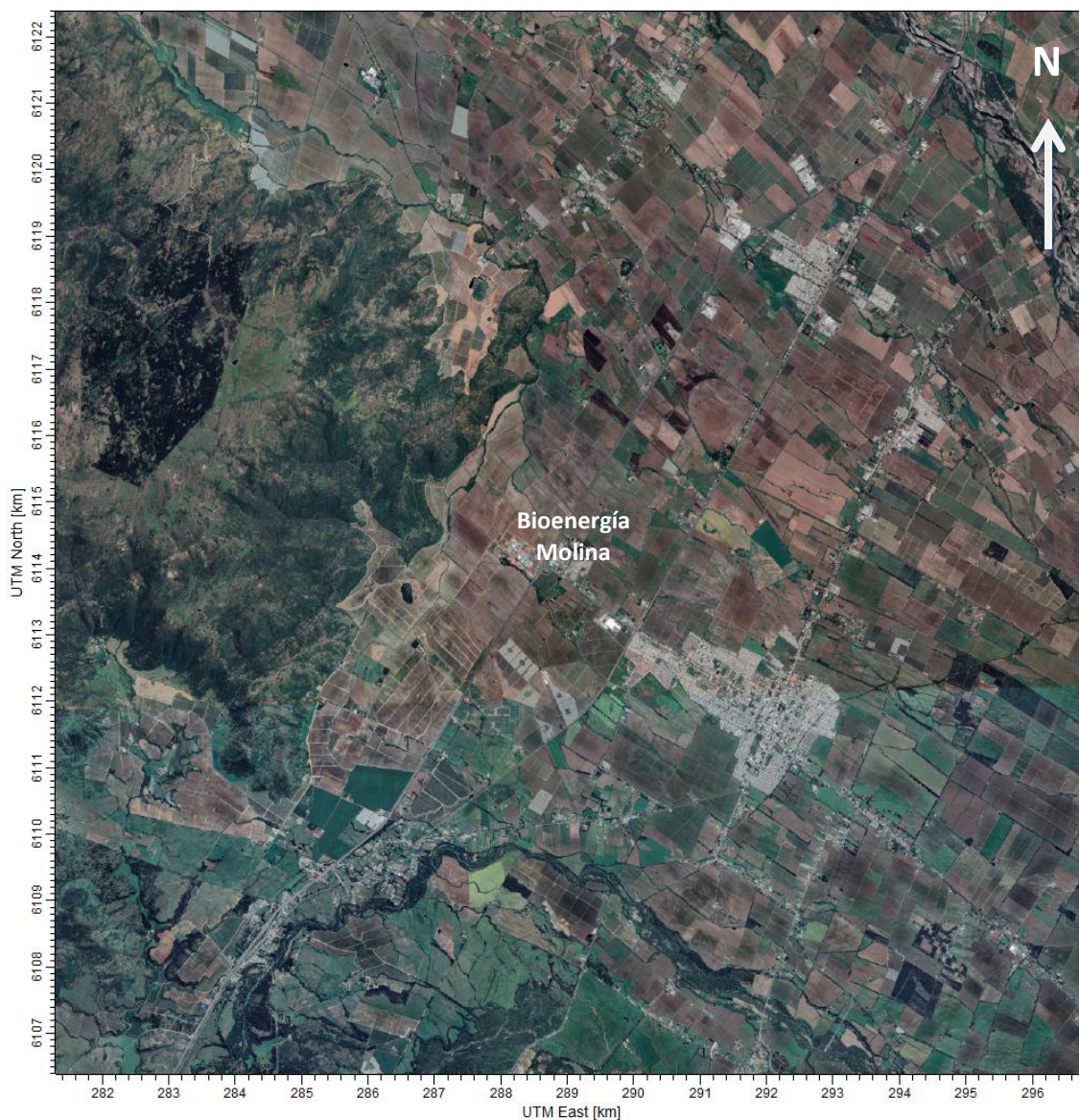


Figura 5.1: Dominio considerado para las modelaciones (16km x 16km)

Siguientes secciones presentan la ubicación y descripción de los receptores de interés.

5.1. Receptores de área

Como receptor de área se consideró toda la zona habitada de Molina, siguiente imagen muestra la periferia obtenida luego de ser ingresada al modelo de dispersión.

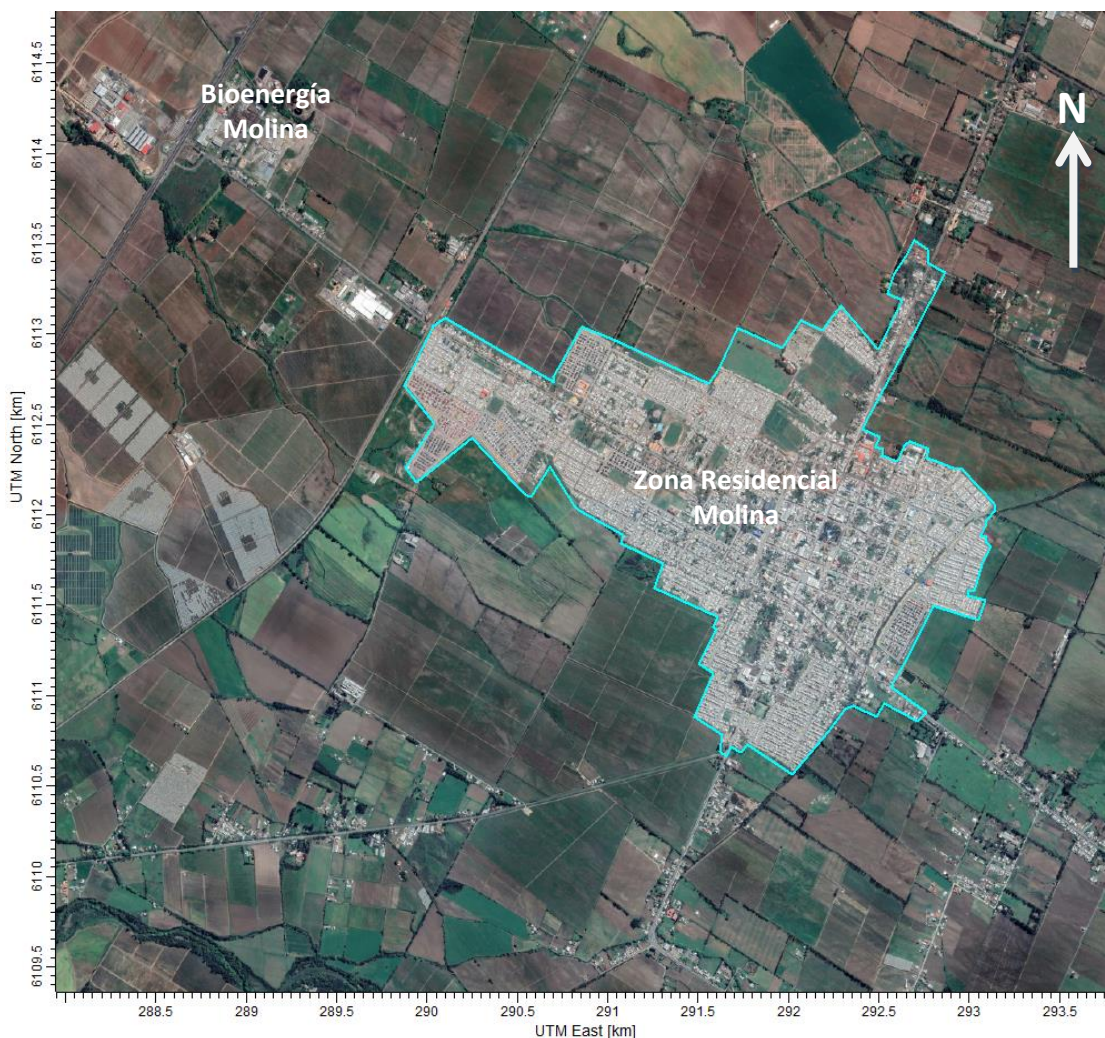


Figura 5.1.1: Zona receptora programada en modelo

Se aclara que un área receptora corresponde a un elevado número de receptores puntuales agrupados dentro de una misma zona. Para el presente informe el área receptora considera:

Zona Residencial Molina: compuesta por 419 receptores puntuales

Modelo de dispersión cuantifica las concentraciones aportadas por planta para cada compuesto modelado sobre todos los receptores anteriores. El aporte que es presentado como representativo corresponde al máximo obtenido dentro del conjunto de receptores puntuales.

5.2. Receptores puntuales

Como receptores puntuales se consideran 16 puntos definidos por estudio de Medio Humano. Siguiente imagen satelital y tabla muestra la ubicación de estos respecto a planta.



Figura 5.2.1: Puntos receptores programadas en modelo

Las coordenadas y distancias a Planta Bioenergía Molina de cada receptor se presentan en tabla a continuación.

Tabla 5.1.1 - Ubicación geográfica de los receptores Medio Humano				
Tipo	Descripción	Coordenada Este* (m)	Coordenada Sur* (m)	Distancia a la planta (m)
Receptor de área	Zona Residencial Molina	291.802 (centro)	6.111.970 (centro)	1.470**
Receptor puntual	R1	289.199	6.113.733	637
	R2	289.905	6.114.073	851
	R3	289.111	6.113.757	606
	R4	289.025	6.113.824	545
	R5	289.012	6.113.831	540
	R6	288.971	6.113.865	516
	R7	288.952	6.113.864	522
	R8	289.226	6.113.671	702
	R9	289.252	6.113.649	729
	R10	289.272	6.113.633	749
	R11	289.380	6.113.586	824
	R12	289.378	6.113.584	825
	R13	289.311	6.113.680	713
	R14	290.018	6.112.935	1.695
	R15	290.036	6.112.907	1.728
	R16	290.061	6.112.856	1.785

*Coordenadas según WGS84, UTC-4 y Zona 18H.

**Para un receptor de área, la distancia es medida desde el borde más cercano del receptor.

Todos los receptores anteriores fueron incorporados al modelo Calpuff; en Capítulo 9 se presentan los máximo aportes obtenidos dentro de cada receptor puntual y de área.

6. Estructuras para efecto downwash

El efecto Downwash consiste en la precipitación temprana de la pluma a nivel de piso, atraída por la depresión aguas abajo de los edificios aledaños a la pluma. Este fenómeno es de gran relevancia en modelos de dispersión ya que afecta tanto los valores máximos de aportes en el aire respirable como también el alcance de estos.

La siguiente figura esquematiza la depresión generada por la turbulencia del paso del viento al rodear las naves en su paso y su atracción sobre una pluma.

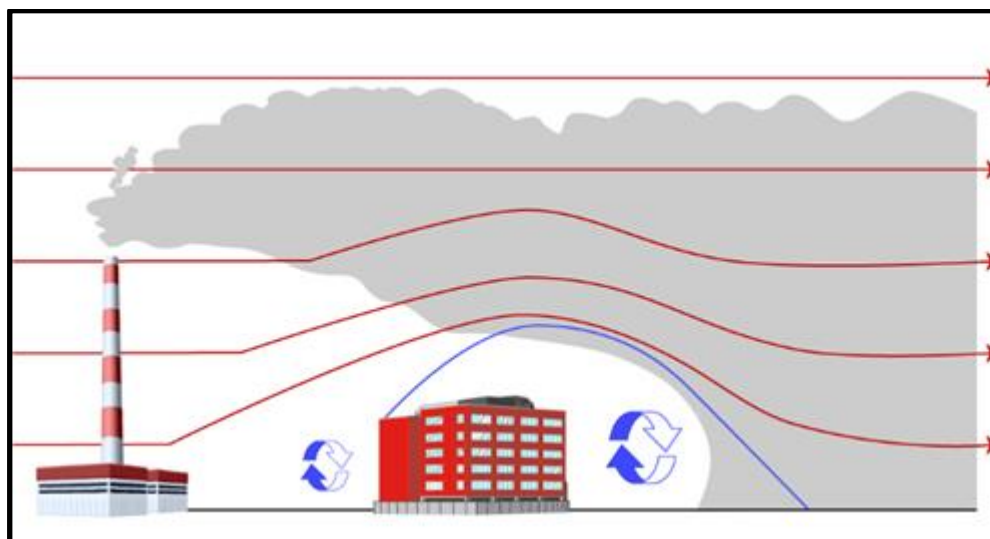


Figura 6.1: Representación del efecto Downwash³

Para aumentar la exactitud del modelo, se trasladaron los planos de planta y elevaciones proporcionados por contraparte al modelo de dispersión. Las siguientes imágenes muestra la representación tridimensional de las principales estructuras luego de ser incorporadas al modelo de dispersión en módulo Bpip.

³ Imagen extraída del documento "AIR DISPERSION MODELLING GUIDELINE FOR ONTARIO"



Figura 6.2: Naves programadas en Calpuff – Escenario Actual

El efecto de las estructuras sobre la dispersión se puede apreciar en las gráficas de isoconcentración del Capítulo 9.

7. Análisis de incertidumbre de información meteorológica

Los datos meteorológicos utilizados para la modelación corresponden a los proporcionados por la empresa Lakes Environmental en archivo WRF. Estos datos se comparan con los medidos por la estación Curicó durante el año más reciente con suficiencia de datos. Siguiente tabla presenta el porcentaje de horas medidas para el año 2022.

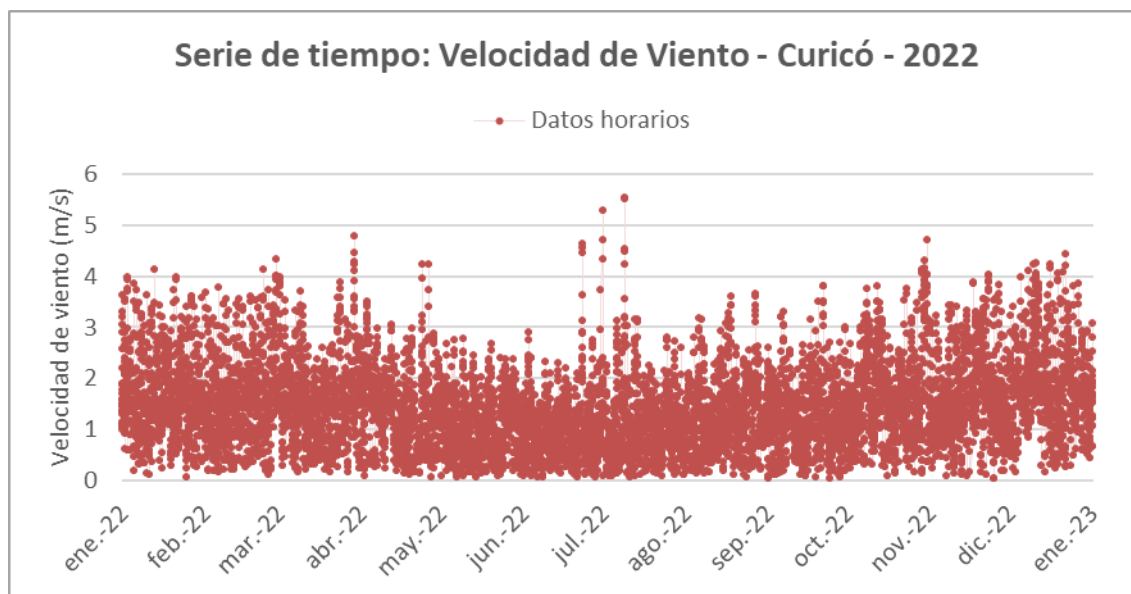
Tabla 7.1 – Datos disponibles para las estaciones de referencia				
Estación	Año	Porcentaje de horas disponibles		
		Velocidad de viento m/s	Dirección de viento °	Temperatura °C
Curicó	2022	99,02%	99,02%	99,30%

De acuerdo al punto 5.3.2 de la “Guía para el Uso de Modelos de Calidad de Aire en el SEIA”, los datos meteorológicos deben contar con un mínimo de 75% de horas con registros para poder ser usados en el análisis estadístico. Según esto, se considera el periodo 2022 apto como año base.

En siguientes secciones se presenta la comparación cualitativa y cuantitativa de los registros de la estación Curicó con los datos matemáticos WRF.

7.1. Velocidad del viento

Para apreciar la cantidad de datos disponibles en la estación Curicó, se presenta gráfico serie de tiempo para todo el año base.



Se aprecia existencia de registros para todos los meses del año base. Las horas sin registros alcanzan un total de 86 horas, correspondientes a un 0,98% del total de datos en el año.

Los siguientes gráficos muestran la distribución promedio horaria y su variabilidad en términos del percentil 5 y 95 de la velocidad del viento durante el año 2022. Se compara la información contenida en la estación Curicó y archivo WRF.

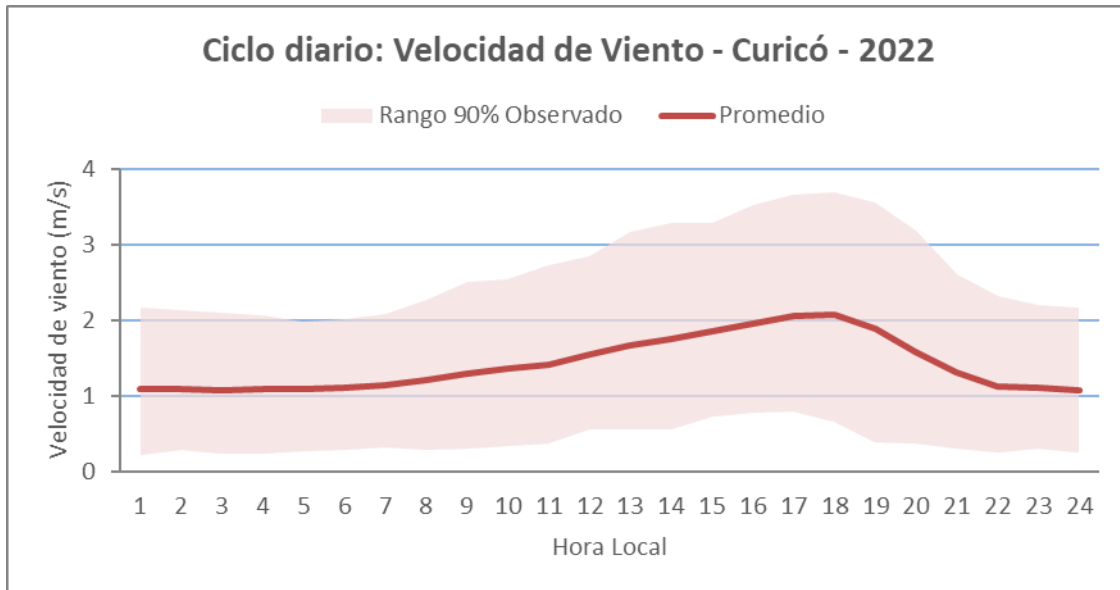


Figura 7.1.2 - Ciclo diario velocidad del viento – Estación Curicó

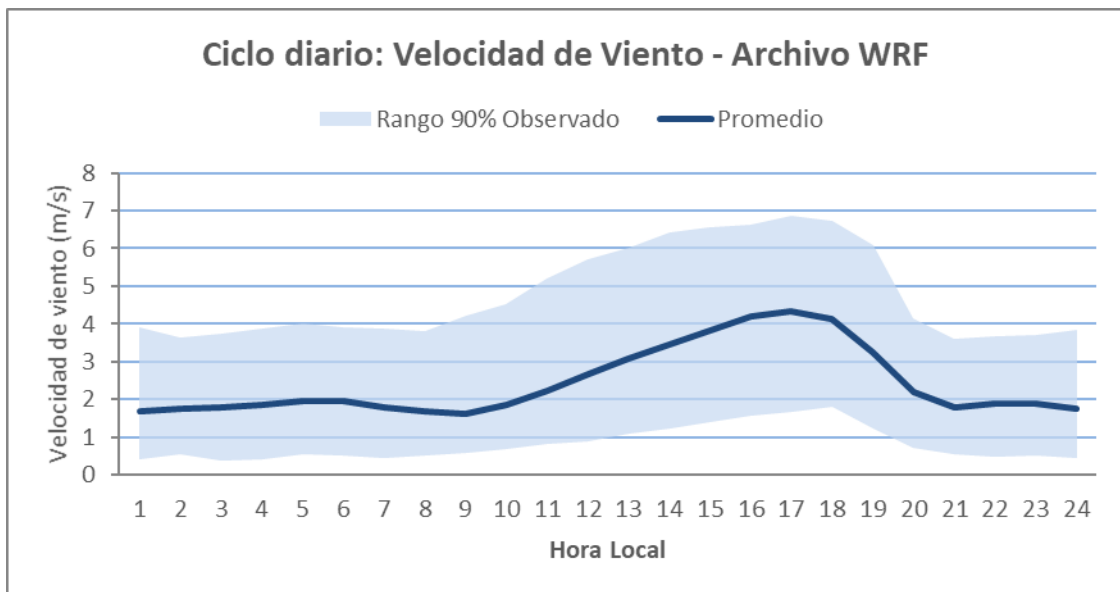


Figura 7.1.3 - Ciclo diario velocidad del viento – WRF

Tanto los datos de la estación Curicó como los datos del archivo WRF muestran un incremento en la velocidad del viento durante las horas con mayor luz solar, comportamiento asociado al movimiento de masas de aire durante el día.

Adicionalmente, en tabla a continuación, se presenta el análisis estadístico de los datos para determinar el nivel de concordancia entre el archivo WRF y la estación meteorológica.

Tabla 7.1.1 – Análisis estadístico de Velocidad de Viento – Curicó vs WRF			
Datos evaluados	Criterio de evaluación	Estación	WRF
Velocidad de viento	Error cuadrático medio (m/s)	+1,183	
	Coefficiente de correlación	0,946	
	Sesgo	+0,701	+1,073

De la tabla anterior se puede decir que:

- El error cuadrático medio obtenido de +1,183 m/s indica que existe una desviación positiva del archivo WRF respecto a la estación local. Debido a que la dispersión es proporcional a la velocidad del viento, la anterior desviación implicaría un mayor alcance de las plumas modeladas.
- El coeficiente de correlación obtenido fue de 0,946 valor dentro del rango típico obtenido en otros proyectos de modelación de 0,650 a 0,950.
- El sesgo, correspondiente a la inclinación de la Campana de Gauss, es de +0,701 para la estación local y de +1,073 para el archivo WRF; al ser ambos valores positivos, se concluye que las dos fuentes de datos contienen una mayor cantidad de valores por sobre la velocidad más frecuente.

Se concluye que existe concordancia entre la información utilizada en la modelación y los datos reales registrados por la estación local.

7.2. Dirección del viento

Para apreciar la cantidad de datos disponibles en la estación Curicó, se presenta gráfico serie de tiempo para todo el año base.

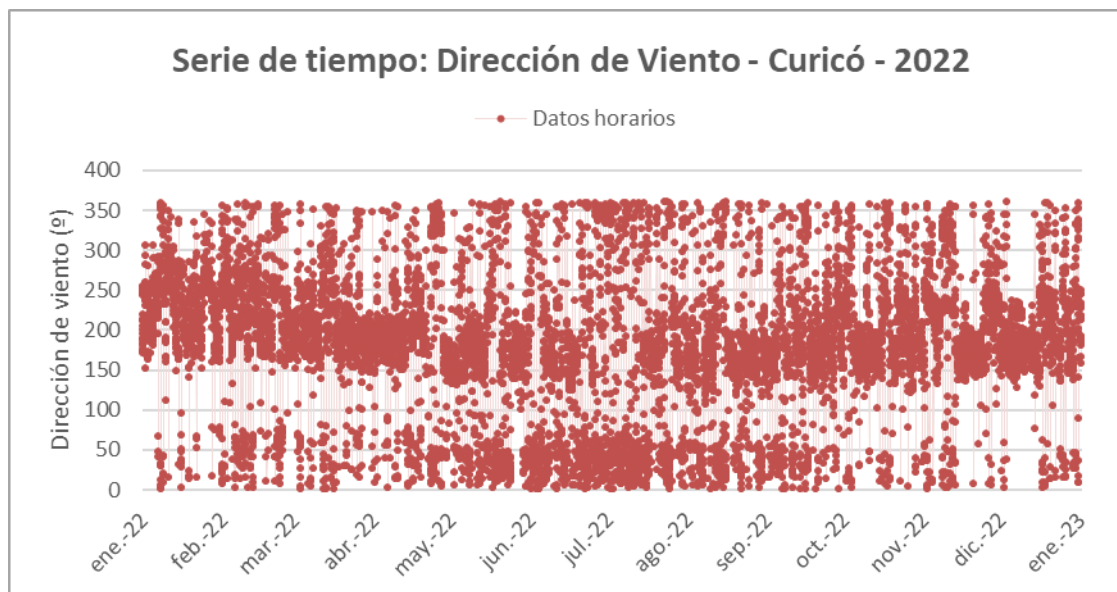


Figura 7.2.1 - Serie de tiempo dirección del viento – Estación Curicó

Se observa existencia de registros para todos los meses del año base. Las horas sin registros alcanzan un total de 86 horas, correspondientes a un 0,98% del total de datos en el año.

Los siguientes gráficos muestran la distribución promedio horaria del viento dentro del ciclo diario de la estación y WRF para todo el año base.

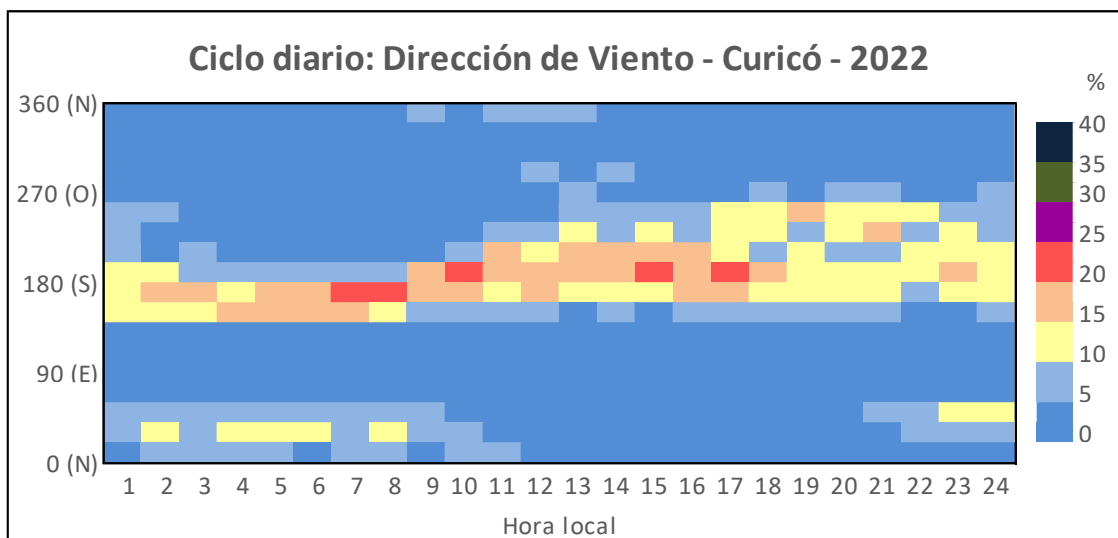


Figura 7.2.2 - Ciclo diario dirección del viento – Estación Curicó

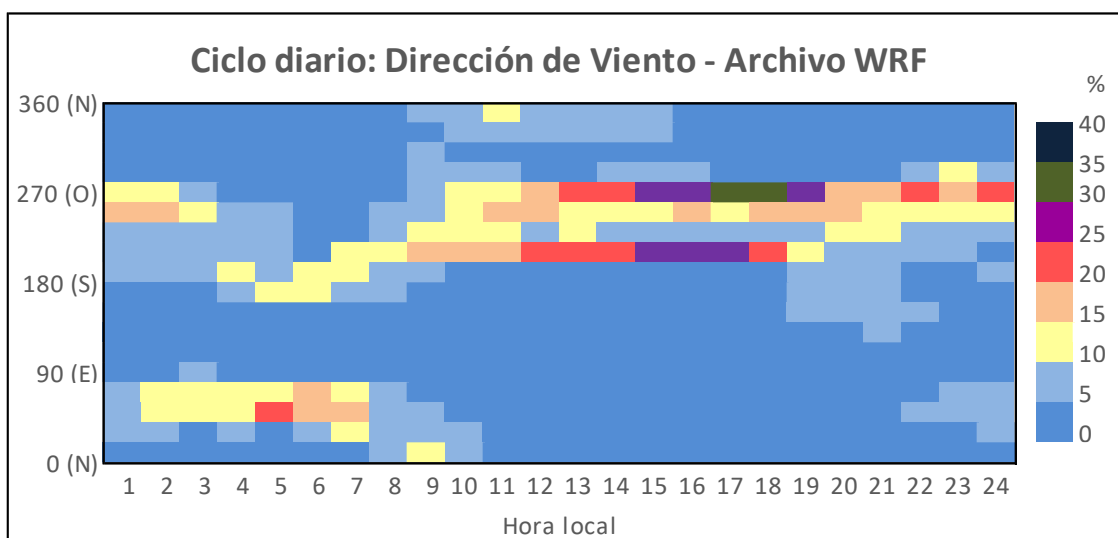


Figura 7.2.3 - Ciclo diario dirección del viento – WRF

Para las horas de mayor luz solar, desde las 8:00 a 22:00 horas, la estación Curicó muestra una dirección preponderante entre sur y oeste. Este mismo comportamiento se observa en la meteorología WRF.

Para las horas de la noche, desde las 23:00 a 7:00 horas, la estación Curicó muestra viento desde el sur y desde el noreste. Un comportamiento similar se observa en la meteorología WRF con direcciones oeste, sur y noreste para el mismo periodo.

Se demuestra, por lo tanto, similitud cualitativa entre ambos archivos de datos.

Respecto al análisis cuantitativo de datos, se aclara que no es posible su aplicación directa a datos de dirección de viento debido a que estos dependen del concepto de “cantidad”, el cual no es aplicable a la dirección del viento (la dirección de vientos corresponde a un conjunto de datos circulares en los que no hay direcciones mayores a otras). Como alternativa, en punto 7.5 se presenta un análisis vectorial del viento.

Adicionalmente, para visualizar la dirección preponderante a la que estarán sometidas las emisiones de planta (datos WRF sobre Bioenergía Molina), se presenta la rosa de los vientos promedio anual, la cual fue obtenida a partir de los datos incluidos en archivo WRF.

Rosa de los vientos periodo anual:

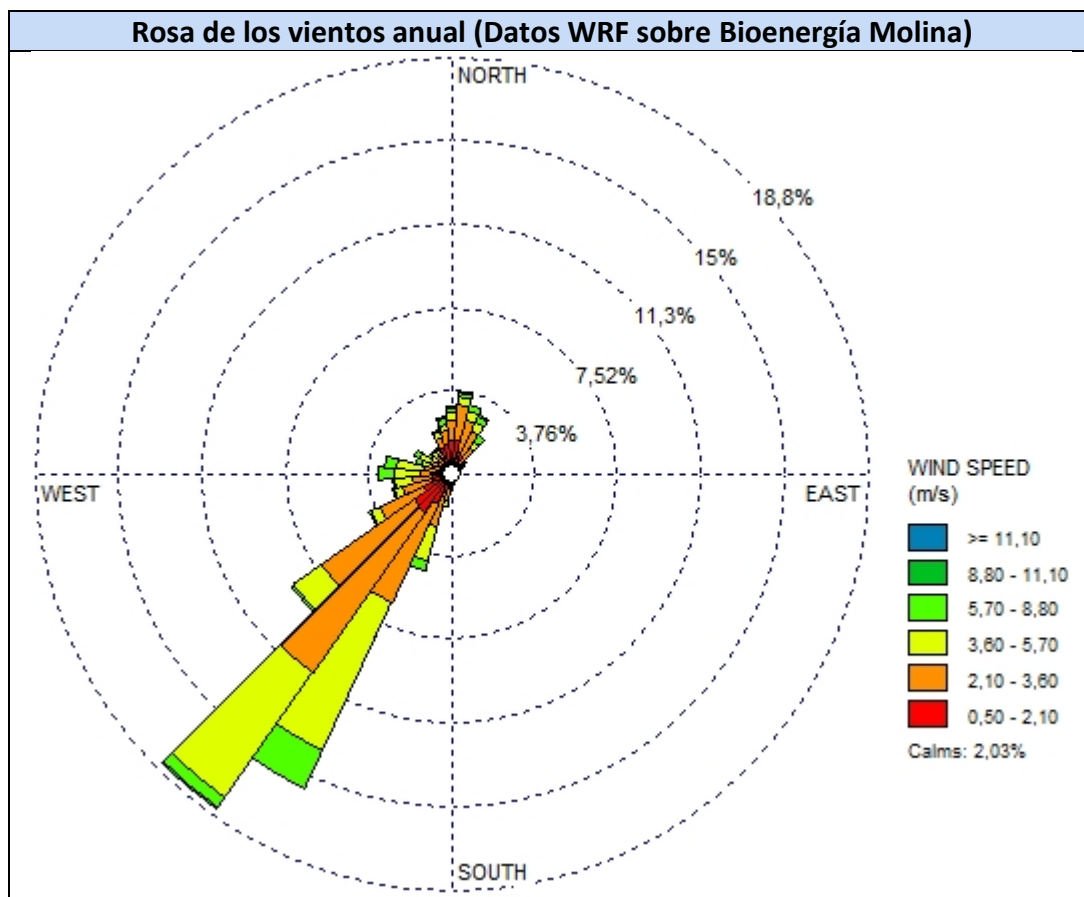


Figura 7.2.4 – Rosa de los vientos anual

El viento de mayor frecuencia es el proveniente del suroeste. Para diferenciar si el comportamiento del viento varía según estación del año se presenta un desglose de la rosa anterior en estaciones.

Rosa de los vientos periodo estacional

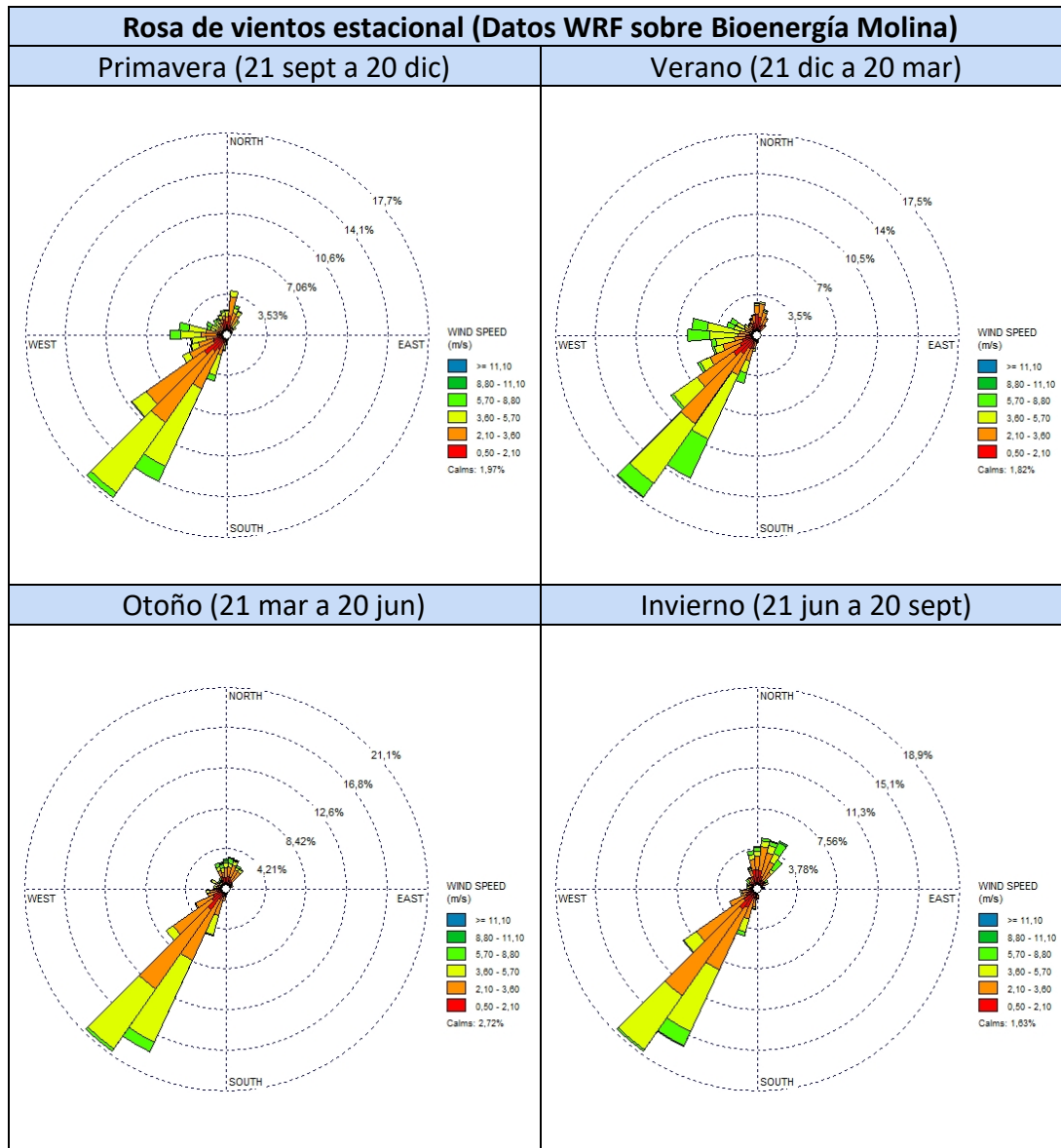


Figura 7.2.5 – Comparación rosas de los vientos estacionales

Las rosas para cada estación del año presentan una marcada dirección preponderante suroeste, al igual que la rosa anual. Se concluye que la dirección del viento no es dependiente de la estacionalidad del año.

Para ver el comportamiento diario, se desglosa el promedio anual en periodos de 6 horas.

Rosa de los vientos ciclo diario

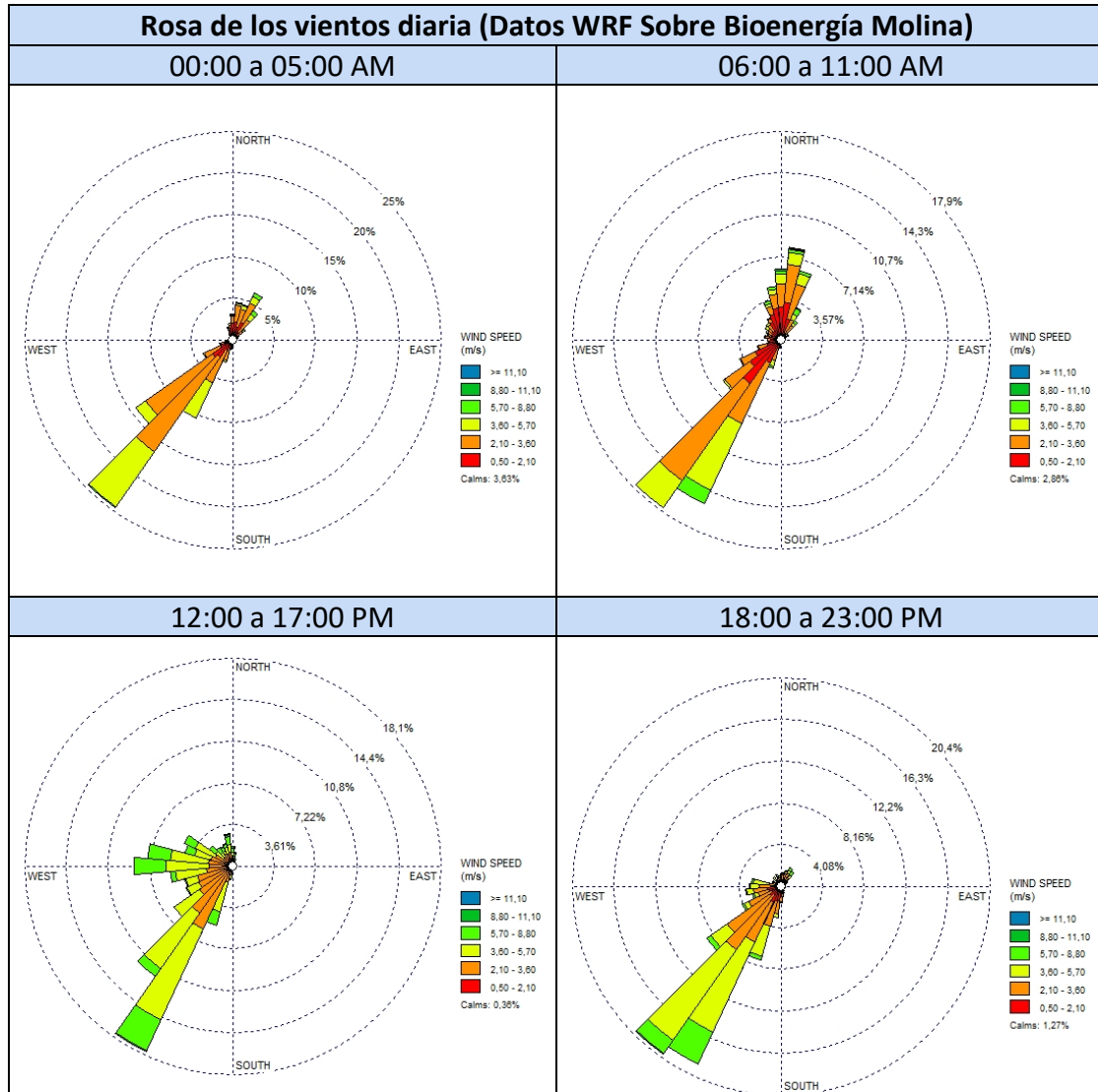
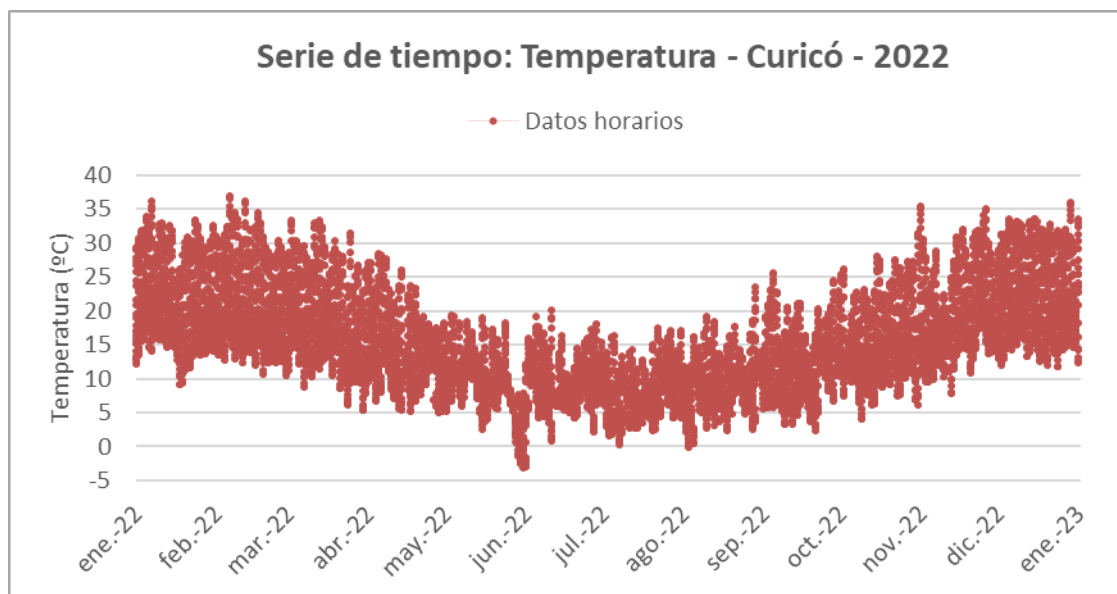


Figura 7.2.6 – Comparación rosas ciclos diarios

Al descomponer la rosa por horas del día se observa el mismo comportamiento observado en la rosa anual, con dirección preponderante suroeste durante las 24 horas. Se concluye que la dirección del viento no es dependiente de la hora del día.

7.3. Temperatura

Para apreciar la cantidad de datos disponibles en la estación Curicó, se presenta gráfico serie de tiempo para todo el año base.



Se observa existencia de registros para todos los meses del año. Las horas sin registros alcanzan un total de 61 horas, correspondientes a un 0,70% del total de datos en el año.

Los siguientes gráficos muestran la distribución promedio horaria y su variabilidad en términos del percentil 5 y 95 de la velocidad del viento durante el año 2022. Se compara la información contenida en la estación Curicó y archivo WRF.

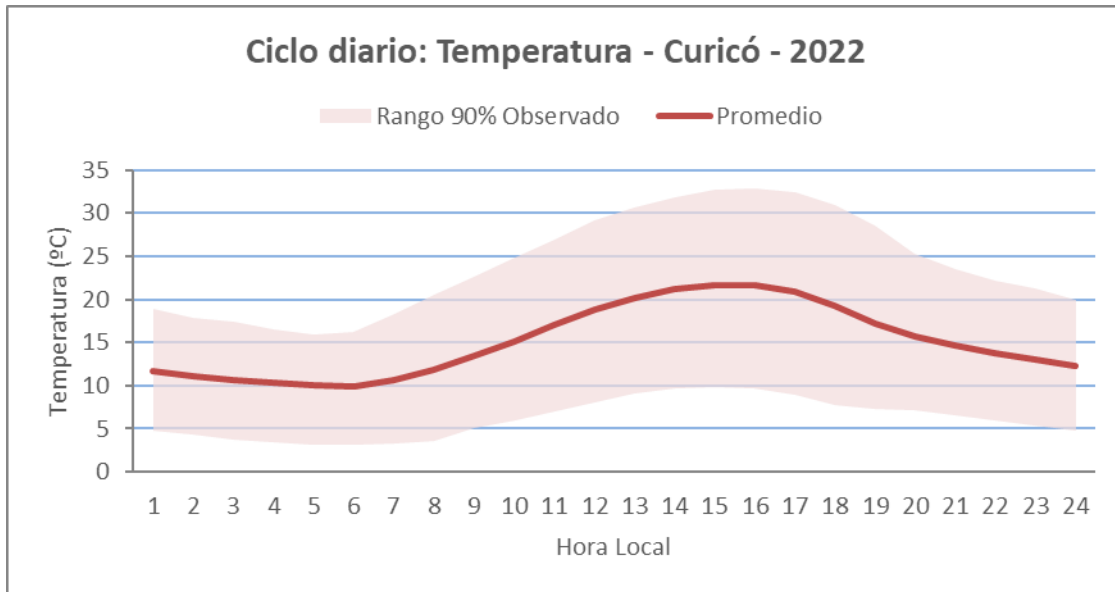


Figura 7.3.2 – Ciclo diario temperatura ambiente – Estación Curicó

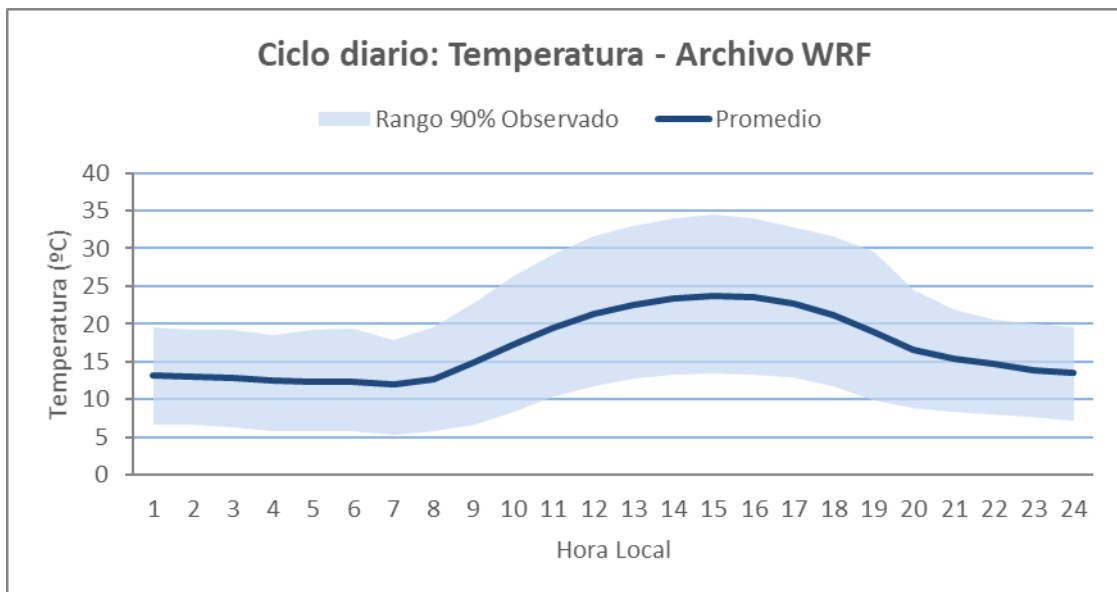


Figura 7.3.3 – Ciclo diario temperatura ambiente – WRF

Tanto los datos de temperatura del archivo de la estación local como del archivo WRF muestran un incremento durante las 7:00 a 20:00 hrs, con peak alrededor de las 15:00.

Adicionalmente, en tabla a continuación, se presenta el análisis estadístico de los datos para determinar el nivel de concordancia entre el archivo WRF y la estación meteorológica.

Tabla 7.3.1 – Análisis estadístico de Temperatura – Curicó vs WRF			
Datos evaluados	Criterio de evaluación	Estación	WRF
Temperatura	Error cuadrático medio (°C)	+1,838	
	Coefficiente de correlación	0,991	
	Sesgo	+0,362	+0,479

De la tabla anterior se puede decir que:

- El error cuadrático medio obtenido fue de +1,838 °C, siendo los datos del archivo WRF mayores respecto a la estación local.
- El coeficiente de correlación obtenido fue de 0,991, valor incluso mayor al rango típico obtenido en otros proyectos de modelación de 0,85 a 0,95.
- El sesgo, correspondiente a la inclinación de la Campana de Gauss, es de +0,362 para la estación local y de +0,479 para el archivo WRF; al ser ambos valores positivos, se concluye que las dos fuentes de datos contienen una mayor cantidad de valores por sobre la temperatura más frecuente.

Se concluye que existe concordancia entre la información utilizada en la modelación y los datos reales registrados por la estación local.

7.4. Capa Límite Atmosférica

La “Capa Límite Atmosférica” (CLA) corresponde a la porción de aire dentro de la tropósfera que interactúa con la superficie terrestre y que es, además, la altura de la atmósfera dentro de la cual se lleva a cabo la dispersión de las plumas de compuestos modelados. Dentro de sus propiedades se encuentran:

- Variación pronunciada de su altura durante el transcurso del día.
- Variación de los valores máximos y mínimos según los meses de primavera-verano y otoño-invierno.

Los datos de altura de la CLA se encuentran contenidos dentro del archivo de meteorología WRF utilizado para la modelación. Para evaluar si el comportamiento de estos datos coincide con las propiedades listadas, se presentan las gráficas de ciclo diario y variación mensual sobre la ubicación de planta.

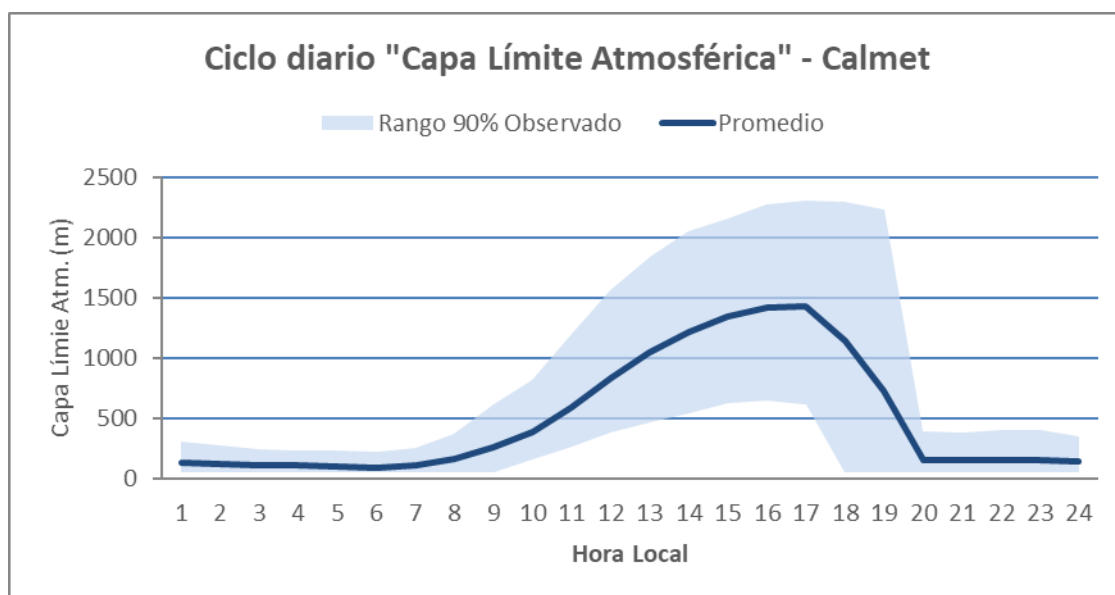


Figura 7.4.1 – Capa límite atmosférica – Ciclo diario

El ciclo diario presenta una marcada variación entre las horas de la noche y las horas de luz solar, con valores promedio mínimo y máximo de 95 m y 1.428 m, respectivamente.

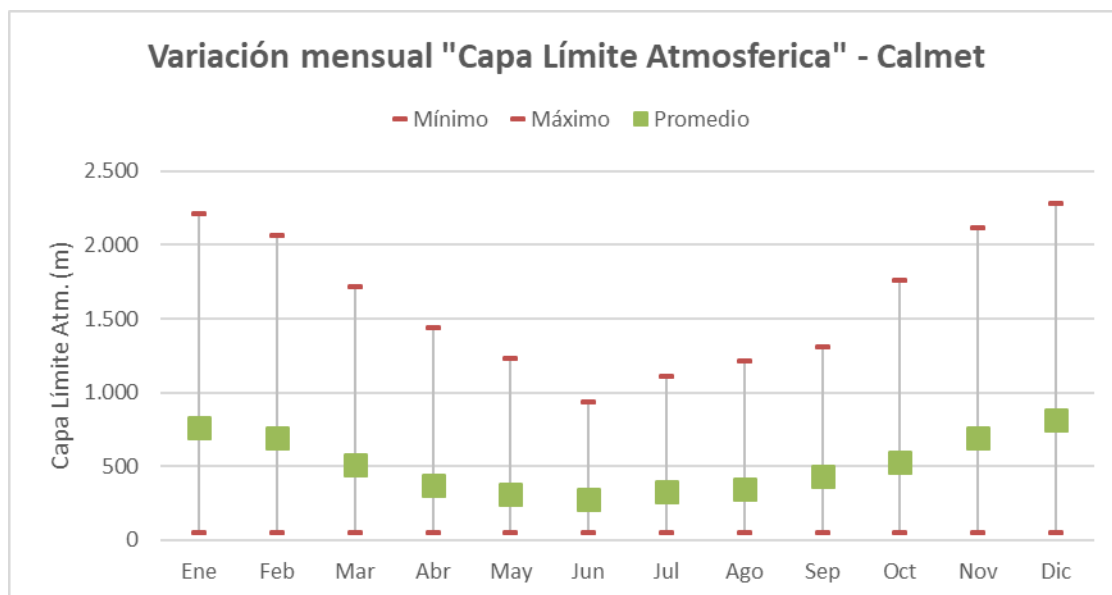


Figura 7.4.2 – Capa límite atmosférica - Ciclo Anual

La variación mensual permite observar el comportamiento de la altura de la CLA para cada estación del año. La máxima altura promedio se presenta durante los meses de primavera-verano, con 816 m en diciembre; mientras que la mínima altura se presenta en el periodo otoño-invierno, con 274 m en junio.

Finalmente, se confirma que tanto la variación diaria como estacional de la altura de la CLA contenida en archivo WRF es coincidente con el comportamiento empírico esperado para esta variable.

Nota: la capa límite no es registrada por estaciones de meteorología superficial, por lo que no es posible realizar un análisis estadístico cuantitativo de comparación.

7.5. Ciclo estacional de viento

Para complementar el análisis de vientos, se realizó un procesamiento vectorial de los vectores de viento sobre Bioenergía Molina, esto es la información conjunta de la dirección y rapidez del viento contenido en archivo WRF. Siguiendo gráfica presenta el ciclo estacional obtenido.

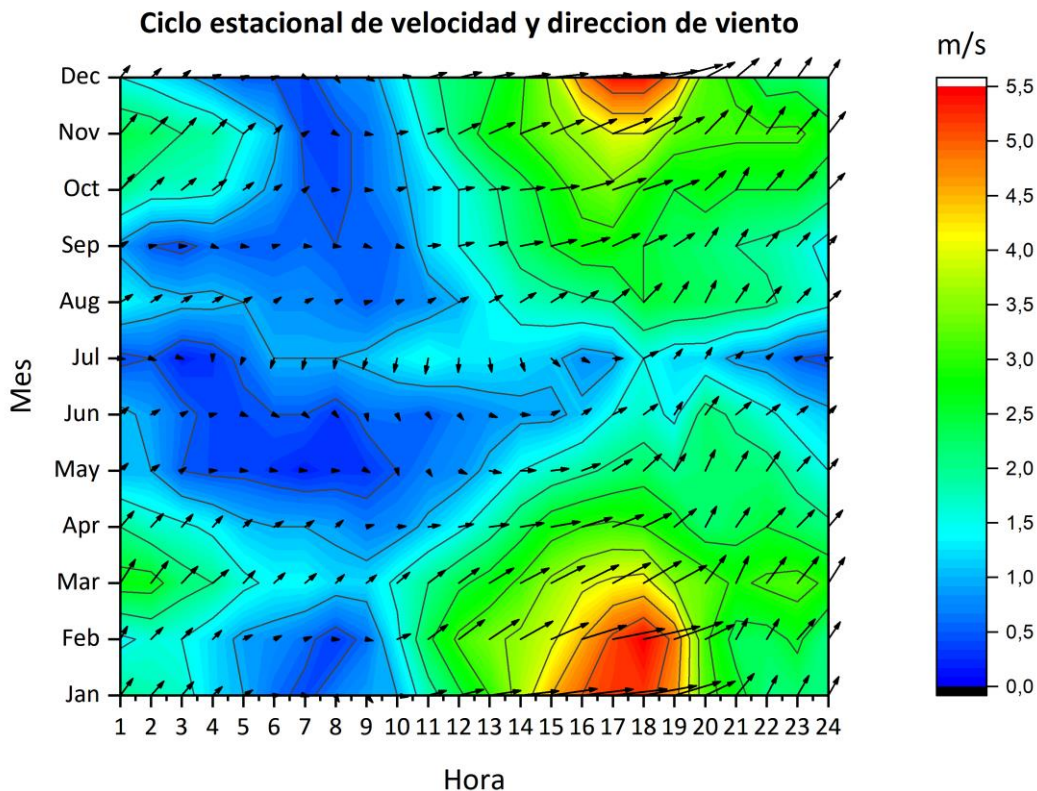


Figura 7.5.1 – Ciclo estacional de viento

Del resultado obtenido se puede decir que:

- Las horas de menor velocidad, condición que genera mayores concentraciones respirables cercanas a planta, se presenta durante la noche para todos los meses del año.
- Las horas de mayor velocidad se presentan durante las horas con luz solar, con dirección hacia el noreste de planta.

7.6. Topografía y campo de viento

Análisis de dirección de viento de punto 7.2 mostró que existe una condición de viento preponderante sursuroeste durante la mayor parte del año. Siguiendo imagen presenta esta dirección sobre Bioenergía Molina (se incluye topografía).

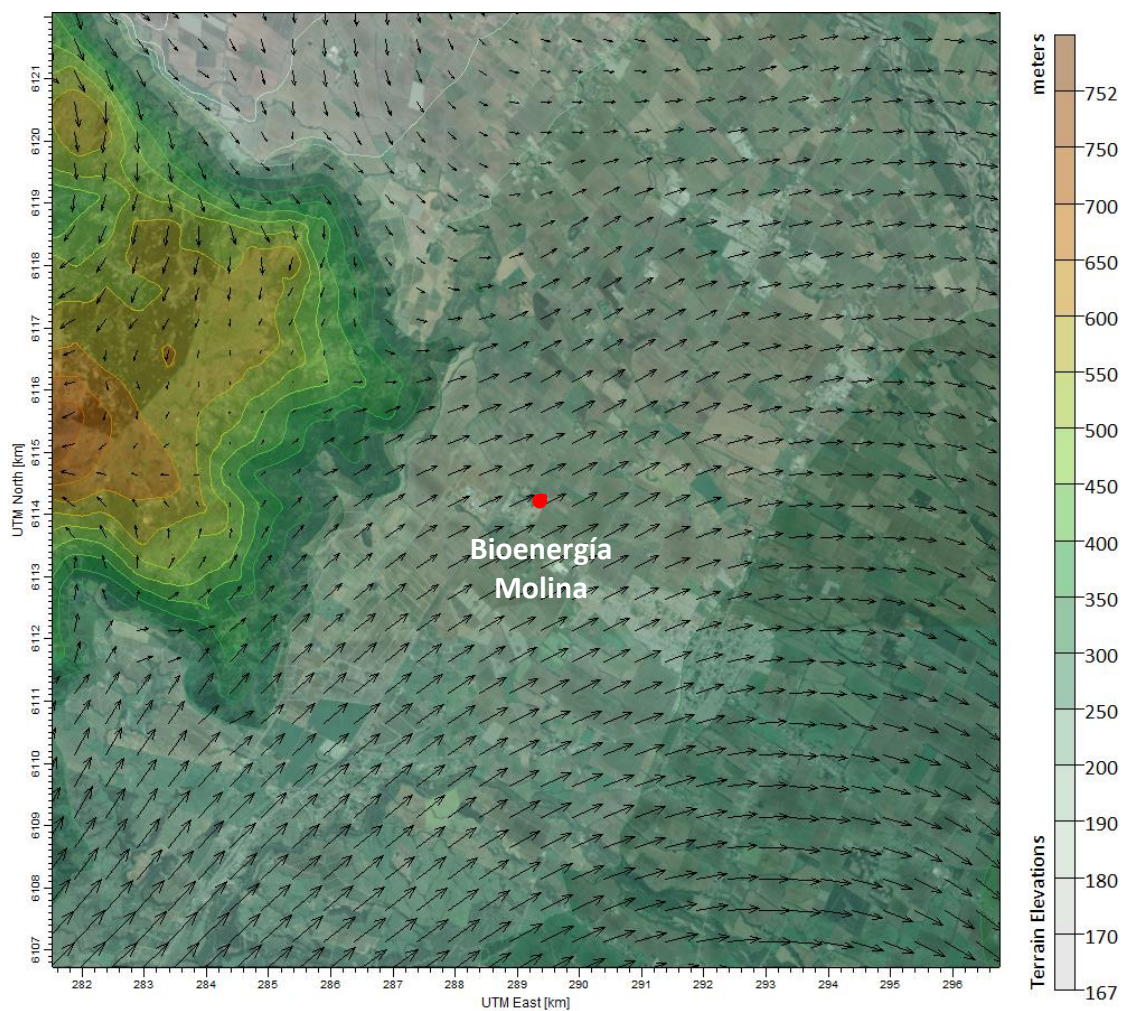


Figura 7.6.1 – Topografía y campo de viento – Viento Oeste

Dentro del dominio existen elevaciones del terreno de hasta 752 msnm, con planta ubicada a 225 msnm; esta condición es suficiente para afectar tanto la dirección como magnitud de los vectores de viento.

Se concluye que el dominio corresponde a un terreno del tipo heterogéneo y complejo.

7.7. Uso de suelo, Rugosidad, Albedo y Bowen

Las siguientes gráficas presentan los datos de terreno obtenidos para la modelación.

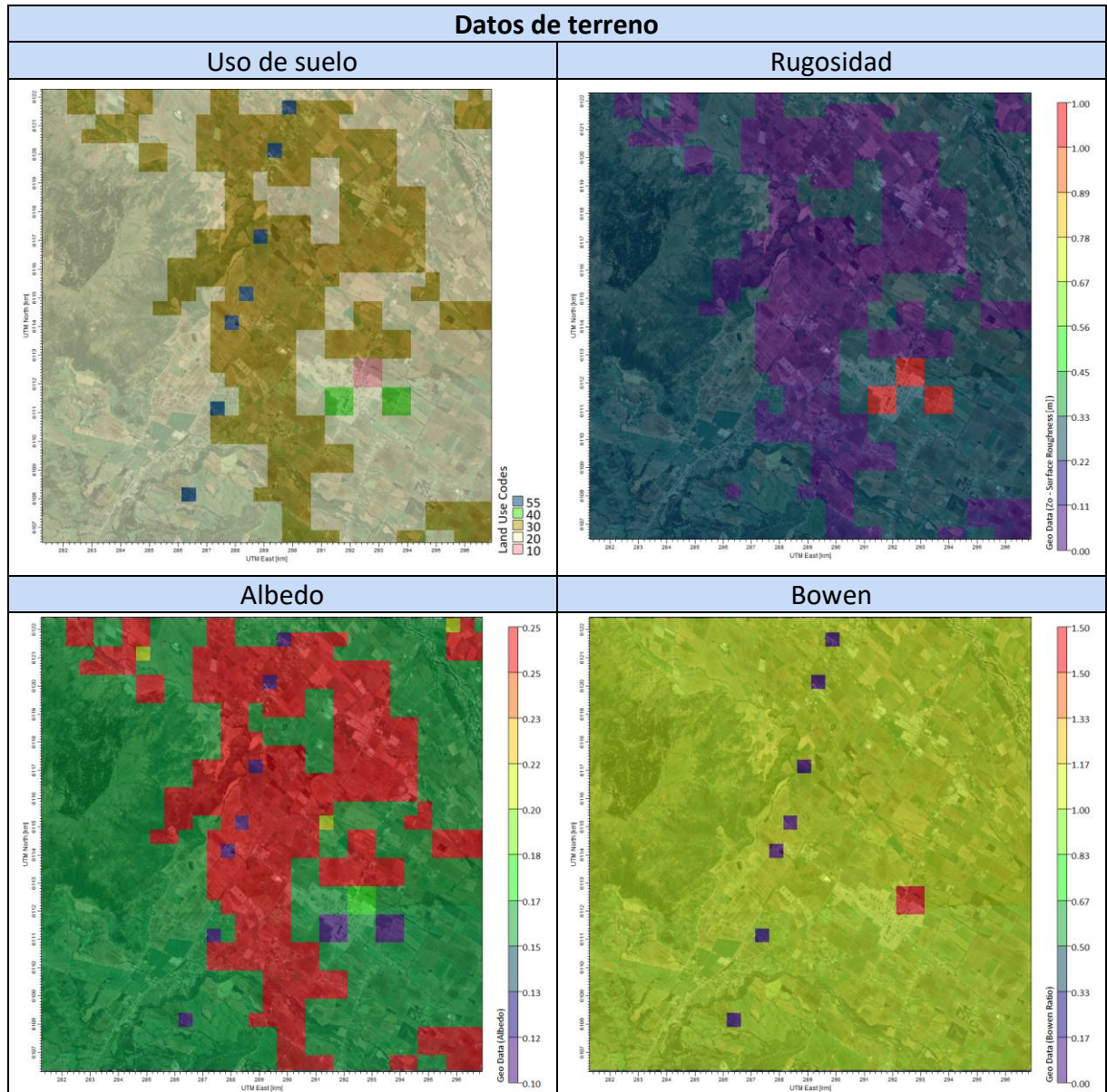


Figura 7.7.1 – Datos de terreno obtenidos para la modelación

Se observa que todos los puntos de la grilla cuentan con su correspondiente valor de terreno, condición que descarta posibles incongruencias en los resultados a obtener tras la aplicación del modelo.

8. Emisiones de planta

La presentación de las emisiones se divide en la presentación de fuentes de olor, mediciones 2022 y obtención de emisiones de olor ingresadas al modelo de dispersión.

8.1. Fuentes emisoras

Las fuentes emisoras corresponden a 9 superficies de residuos orgánicos y digestato sólido y líquido, cuyas notas de olor fueron descritas en reporte de olfatometría 2022 como: amoniacal, vinagre, descomposición, orujo y estiércol.

Siguiente imagen presenta la distribución de las fuentes dentro de planta:

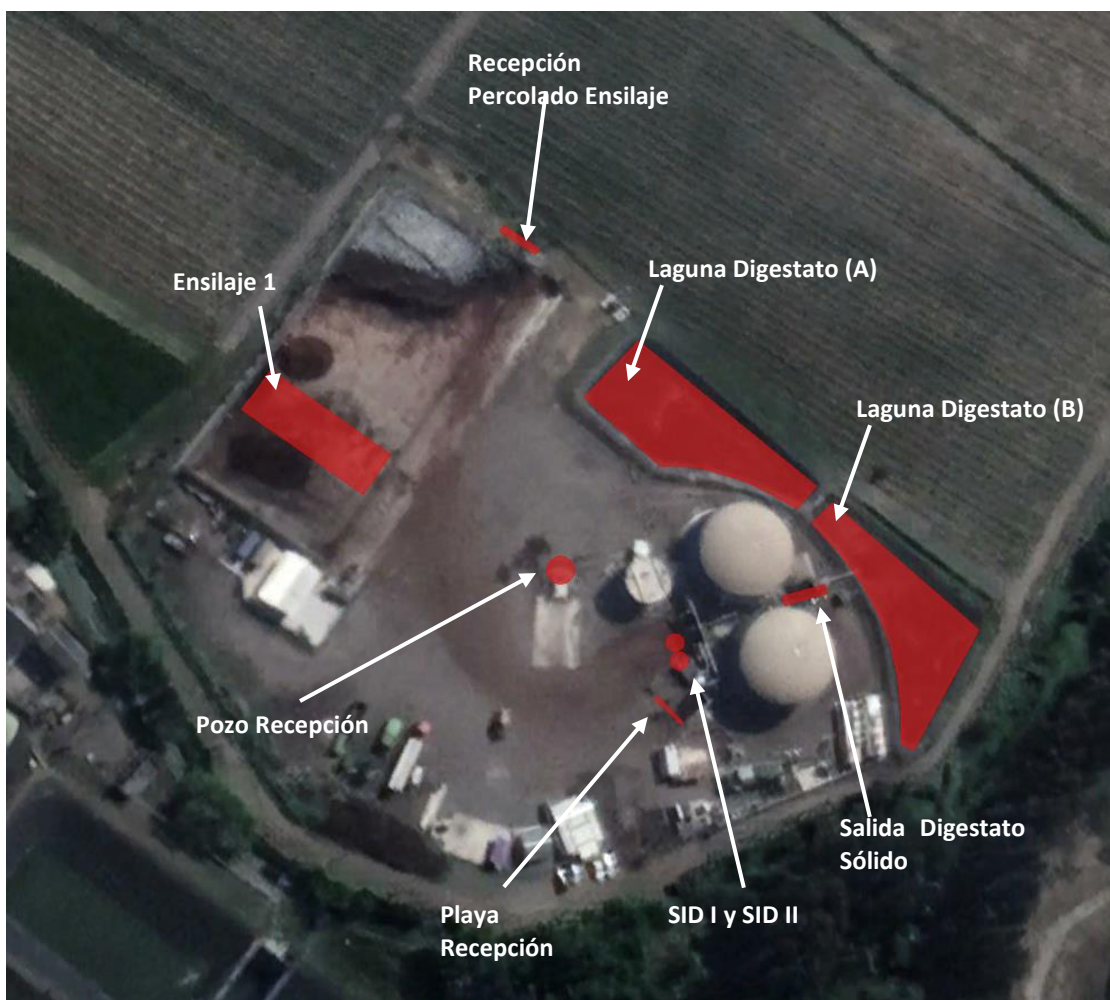


Figura 8.1.1 – Fuentes emisoras de olor de planta

Siguiente tabla presenta las dimensiones de cada fuente.

Tabla 8.1 - Geometría de fuentes emisoras		
Fuentes	Superficie expuesta	Altura de emisión
	Área (m ²)	Respecto al suelo (m)
Laguna Digestato (A)	715	1,8
Laguna Digestato (B)	600	1,8
Ensilaje 1	354	2
SID I	10,89	3
SID II	10,89	3
Recepción Percolados Ensilaje	19,2	0
Salida Digestato Sólido	16,8	1
Playa Recepción	6,24	1
Pozo Recepción	28,3	0,2

Por último, se indican las principales características de las anteriores fuentes.

Tipo de fuente: Cada fuente corresponde a una superficie con emisión de olor por volatilización, por lo que clasifican como tipo “areal”.

Tipo de olor: El olor proveniente de las 6 fuentes anteriores está conformado por una combinación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), Compuestos sulfurados, Ácidos grasos volátiles, Hidrocarburos y Amonios. Por lo tanto, el tipo de olor clasifica como “compuesto”.

Nota de olor: En reporte de olfatometría 2022 se describen las notas de olor como: amoniaca, vinagre, descomposición, orujo y estiércol.

En base a lo anterior, se pueden clasificar las notas según la “Figura 3. Rueda de descriptores de olor de carácter general” de la “Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA” como:

- Notas Medicinales: Amoniaco y Vinagre
- Notas Ofensivas: Descomposición y Fecal

Intensidad: Ofensivo Medio, según lo expuesto en Capítulo 4.1, la isodora que define el nivel de inicio de molestia es 3,0 ou_E/m³.

8.2. Mediciones de olor

La concentración de olor de cada fuente emisora se obtiene por mediciones de olfatometría dinámica realizadas por el laboratorio Odour Solution (informe P4239-TEO- 001) el pasado diciembre 2022. Siguiente tabla presenta los valores medidos.

Tabla 8.2. – Mediciones de olor 2022	
Fuentes	Emisión areal
	(ou/m ² s)
Laguna Digestato (A)	1,107
Laguna Digestato (B)	1,107
Ensilaje 1	1,321
SID I	29,9
SID II	29,9
Recepción Percolados Ensilaje	2,356
Salida Digestato Sólido	14,32
Playa Recepción	1,345
Pozo Recepción*	1,345

*Homologado a medición realizada en Playa Recepción.

En punto 8.3 de presenta la emisión de olor (ou/s) obtenida a partir de las mediciones areales y las actuales áreas de las fuentes emisoras.

8.3. Emisiones de olor

Finalmente, se presentan las emisiones programadas para cada fuente emisora de planta. Para ello se utilizaron las mediciones por olfatometría dinámica realizadas por la empresa Odour Solution durante el año 2022 y la geometría.

Tabla 8.3.1 - Fuentes emisoras según medición 2022			
Fuente	Emisión areal	área	Emisión
	(ou/m ² s)	m ²	ou/s
Laguna Digestato (A)	1,107	715	791,51
Laguna Digestato (B)	1,107	600	664,20
Ensilaje 1	1,321	354	467,63
SID I	29,9	10,89	325,61
SID II	29,9	10,89	325,61
Recepción Percolados Ensilaje	2,356	19,2	45,24
Salida Digestato Sólido	14,32	16,8	240,58
Playa Recepción	1,345	6,24	8,39
Pozo Recepción	1,345	28,3	38,06
Total	--	--	2.906,83

La emisión máxima del conjunto de fuentes de planta para el año 2022 es de un total de 2.906,83 ou/s.

En capítulo a continuación se presenta la dispersión obtenida y el alcance máximo del olor perceptible y molesto aportado por las fuentes de la Molina.

9. Predicción de impactos de olor – Modelo de dispersión

Las siguientes secciones presentan los resultados de la modelación de las emisiones presentes del proyecto. Adicionalmente, en **Anexo N°1: Resultados** se incluyen los mismos gráficos en alta resolución.

Nota: Los gráficos promedios máximos de 1 hora representan, en cada punto de la grilla, la concentración máxima obtenida de todos estos promedios modelados durante el año. Esto implica que las concentraciones de los distintos puntos graficados ocurren en días diferentes y, en ningún caso, se da la condición graficada al unísono. Por esta misma razón no se incluyen los campos de viento, ya que estos no tendrían ningún significado físico al tratarse de días diferentes.

9.1. Dispersión de olor máxima en el año (promedios 1 hora)

El siguiente gráfico presenta los promedios horarios aportados por el proyecto.

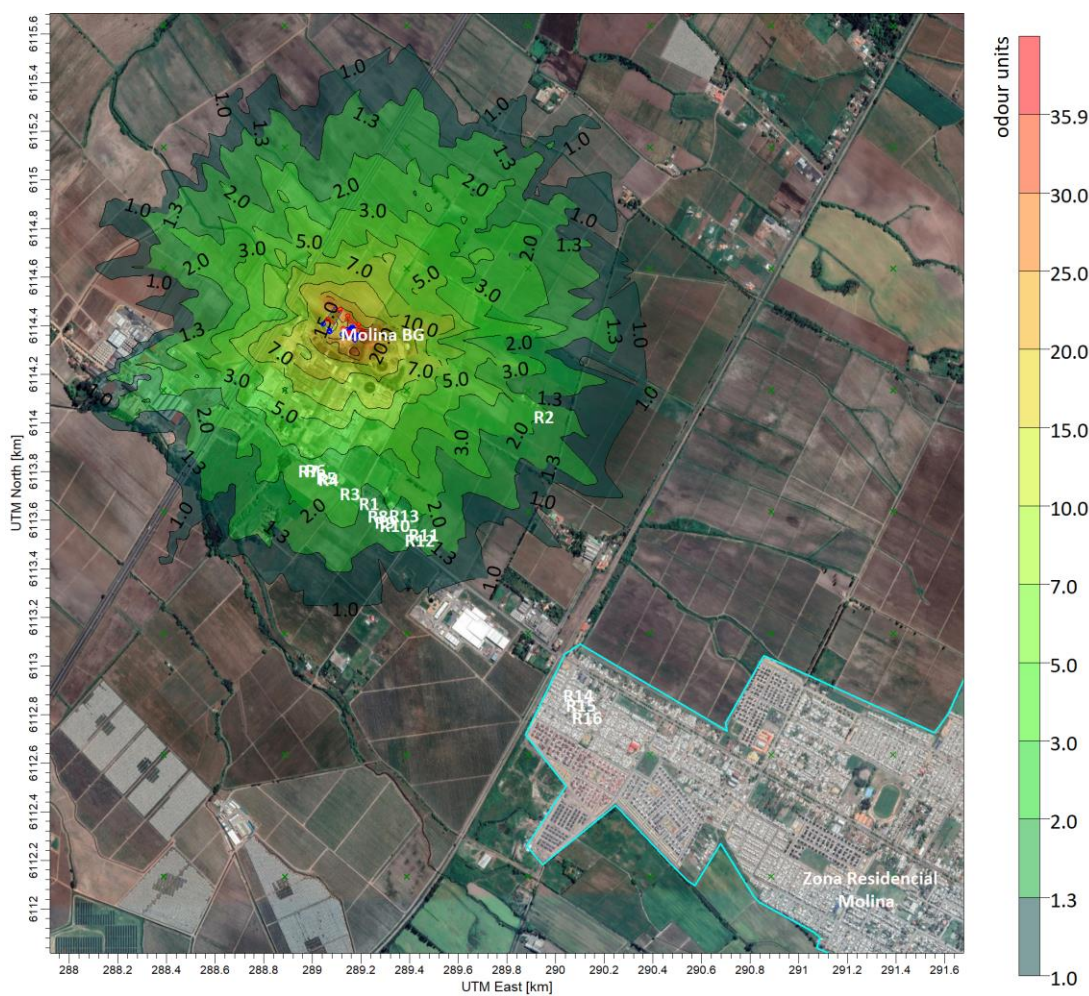


Figura 9.1.1 – Dispersión de olor máximo en el año (sin aplicación de percentil)

La gráfica muestra que, en algún momento del año, es posible generar olor perceptible sobre los receptores R1 a R13; para determinar si este alcance es suficiente para generar sobrepaso de la concentración de referencia (exposición una cantidad de veces igual o mayor a 175 horas en el año o 2% del tiempo), se presenta la aplicación del percentil 98 en punto a continuación.

9.2. Dispersión de olor tras la aplicación del percentil 98 (promedios 1 hora)

De acuerdo a lo indicado en la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor” del SEIA, a los resultados se debe aplicar el percentil 98 para su comparación con la normativa de referencia. La siguiente gráfica muestra el alcance de los límites de inicio de percepción y molestia de 1,0 y 3,0 ou_E/m³, respectivamente, tras la aplicación del percentil 98 (valores límites definidos en puntos 4.1 y 4.2 del presente informe).

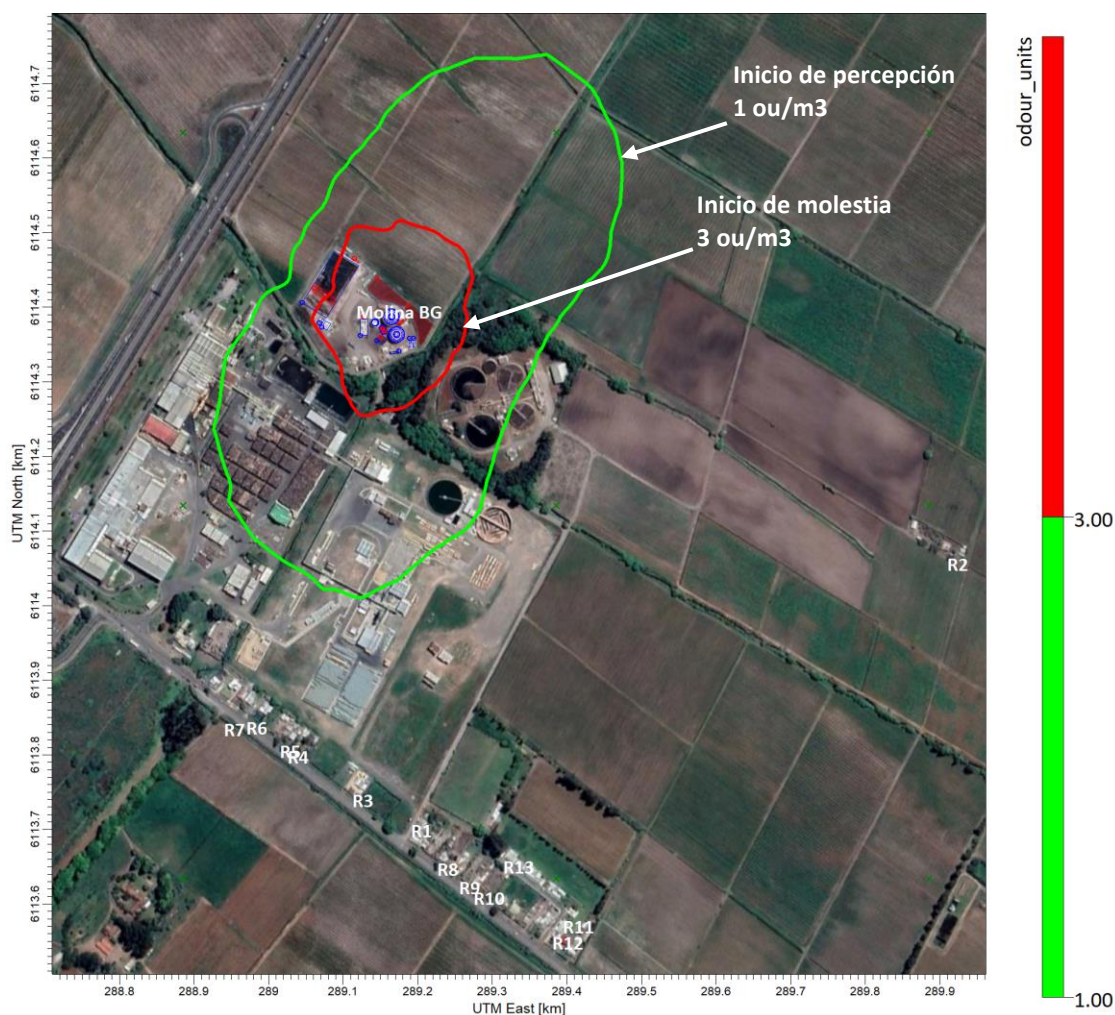


Figura 9.2.1 – Alcance de olor perceptible y molesto

Se observa que el alcance del olor perceptible y molesto se limita al terreno industrial sin alcanzar a ningún punto receptor con una cobertura de 0,25 y 0,039 km², respectivamente; resultado que permite descartar la generación de olores sobre norma referencial para todo punto receptor.

Respecto a los valores exactos obtenidos sobre cada receptor, estos se presentan en tabla a continuación junto con el día y fecha en que fue obtenido cada valor.

Tabla 9.1.1 – Fecha y estación de máximos aportes obtenidos en cada receptor				
Receptor	Máximo aporte horario		Percentil 98	
	Conc. ouE/m³	Día / Estación	Conc. ouE/m³	Día / Estación
R1	2	4:00 del 14 de mayo Otoño	0,25	8:00 del 8 de julio Invierno
R2	2,4	6:00 del 16 de agosto Invierno	0,084	15:00 del 14 de enero Verano
R3	2,5	4:00 del 11 de julio Invierno	0,43	5:00 del 1 de diciembre Primavera
R4	2,79	4:00 del 22 de marzo Otoño	0,49	23:00 del 8 de junio Otoño
R5	2,8	21:00 del 27 de mayo Otoño	0,46	5:00 del 21 de marzo Otoño
R6	3,16	2:00 del 23 de octubre Primavera	0,47	7:00 del 2 de agosto Invierno
R7	3,03	2:00 del 23 de octubre Primavera	0,44	2:00 del 29 de abril Otoño
R8	1,72	5:00 del 21 de agosto Invierno	0,19	6:00 del 4 de octubre Primavera
R9	1,6	4:00 del 1 de abril Otoño	0,17	1:00 del 24 de enero Verano
R10	1,71	4:00 del 1 de abril Otoño	0,16	23:00 del 9 de junio Otoño
R11	1,65	6:00 del 25 de febrero Verano	0,12	5:00 del 12 de enero Verano
R12	1,64	6:00 del 25 de febrero Verano	0,12	5:00 del 15 de febrero Verano
R13	2,13	6:00 del 14 de junio Otoño	0,17	8:00 del 7 de junio Otoño
R14	0,46	3:00 del 13 de septiembre Invierno	0,021	22:00 del 28 de julio Invierno
R15	0,45	3:00 del 13 de septiembre Invierno	0,02	2:00 del 11 de mayo Otoño

Continuación Tabla 9.1.1 – Fecha y estación de máximos aportes obtenidos en cada receptor				
Receptor	Máximo aporte horario		Percentil 98	
	Conc. ou _E /m ³	Día / Estación	Conc. ou _E /m ³	Día / Estación
R16	0,43	3:00 del 14 de septiembre Invierno	0,019	21:00 del 23 de diciembre Verano
Zona Residencial Molina	0,51	2:00 del 9 de septiembre Invierno	0,022	2:00 del 3 de diciembre Primavera

De la tabla de resultados se extrae la siguiente información:

- Al aplicar el percentil 98 de la guía de referencia, ninguno de los receptores alcanza el nivel de inicio de percepción de 1,0 ou/m³ (área de influencia) presentándose el mayor aporte sobre el receptor R4 con 0,49 ou/m³.
- Todos los receptores están también por debajo del límite referencial de inicio de molestia de 3,0 ou/m³, por lo que se descarta la generación de impactos significativos sobre todo punto receptor.
- Los eventos de máximos aportes ocurren durante todas las estaciones del año, tendiendo a presentarse, principalmente, durante las horas de la noche y madrugada. Este resultado demuestra que no existe una única peor condición meteorológica y que la condición más desfavorable está dada por una combinación de baja velocidad de viento, dirección del viento y ubicación de receptores respecto a planta.

Se concluye que las emisiones de la Molina Bioenergía son insuficientes para impactar de forma significativa a los puntos receptores más cercanos.

9.3. Análisis de frecuencia de exposición sobre receptores

Para determinar el porcentaje del tiempo en que los receptores estarían sobre el nivel de olor perceptible y molesto, se ordenaron todas las concentraciones modeladas de forma descendente; indicando, además, la concentración máxima después de aplicado el percentil 98. Sigüientes gráficas presentan lo obtenido.

Nota: Para facilitar la presentación de resultados, cada gráfica se limita a las 1000 primeras concentraciones modeladas.

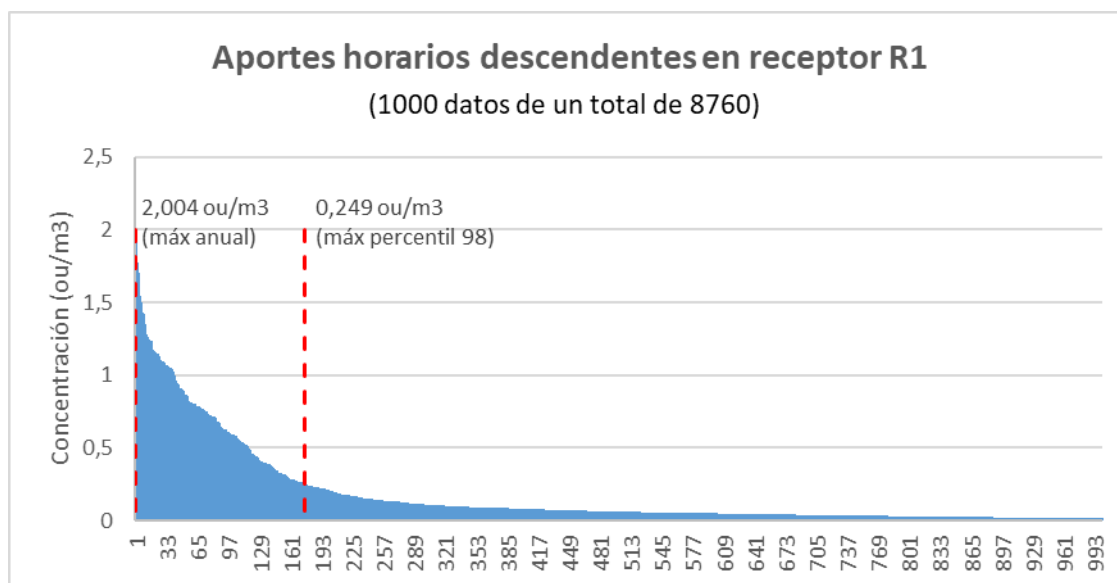


Figura 9.3.1 – Aportes sobre receptor R1

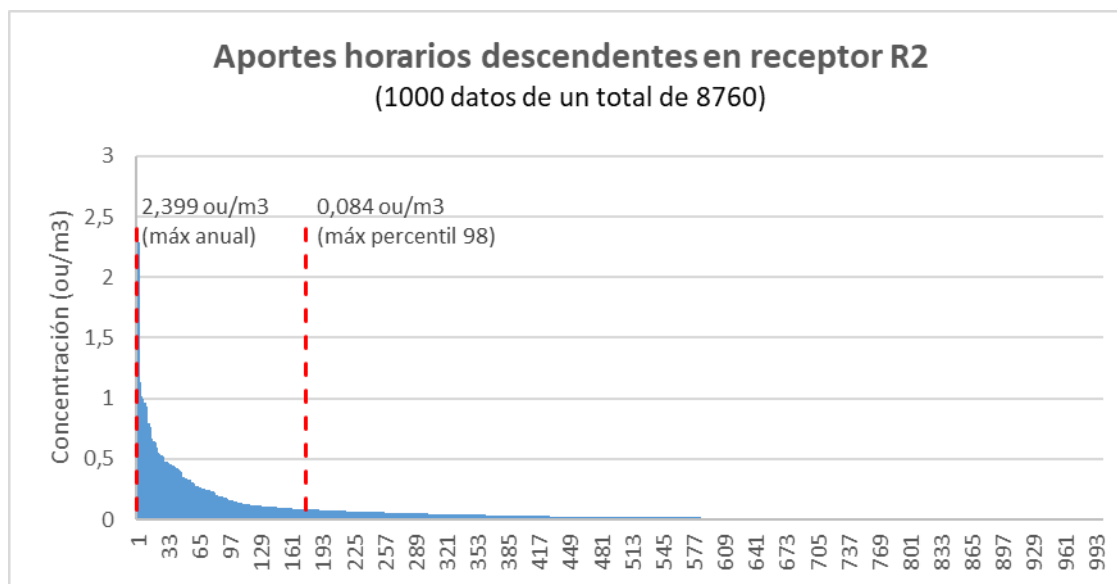


Figura 9.3.2 – Aportes sobre receptor R2

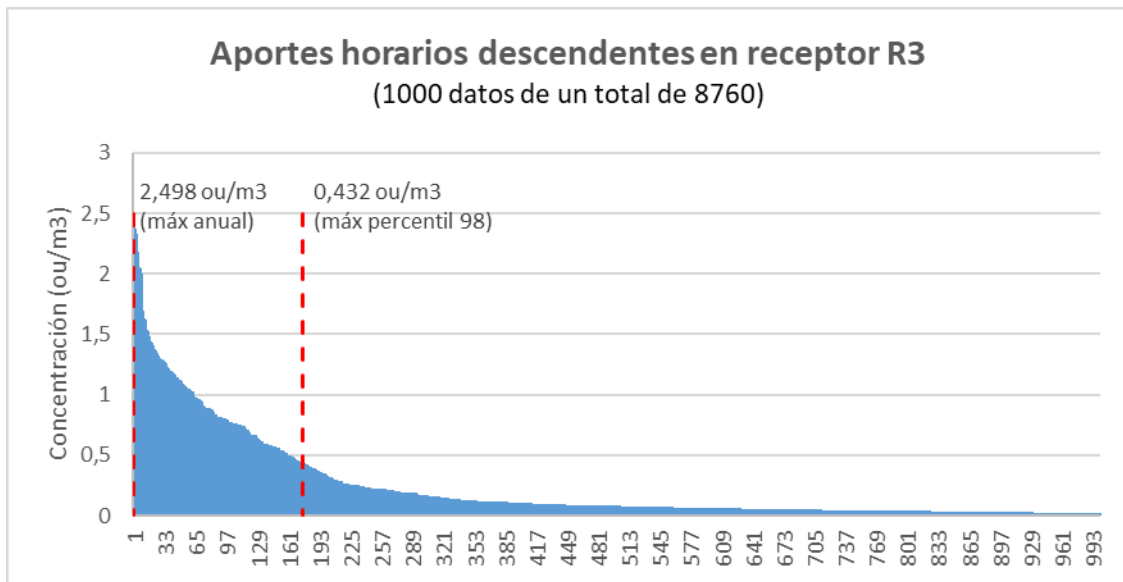


Figura 9.3.3 – Aportes sobre receptor R3

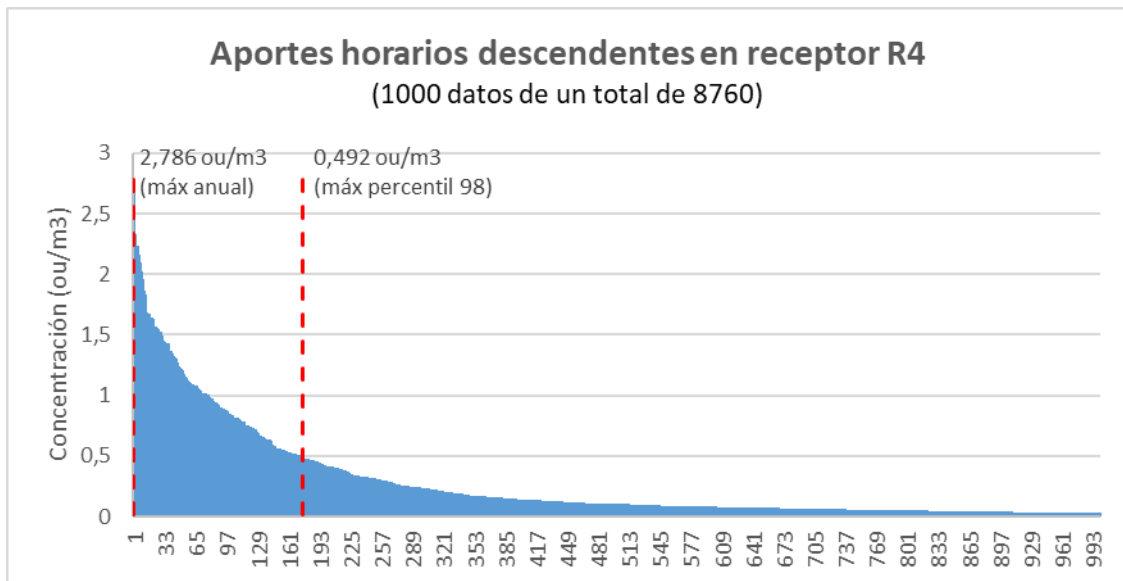


Figura 9.3.4 – Aportes sobre receptor R4

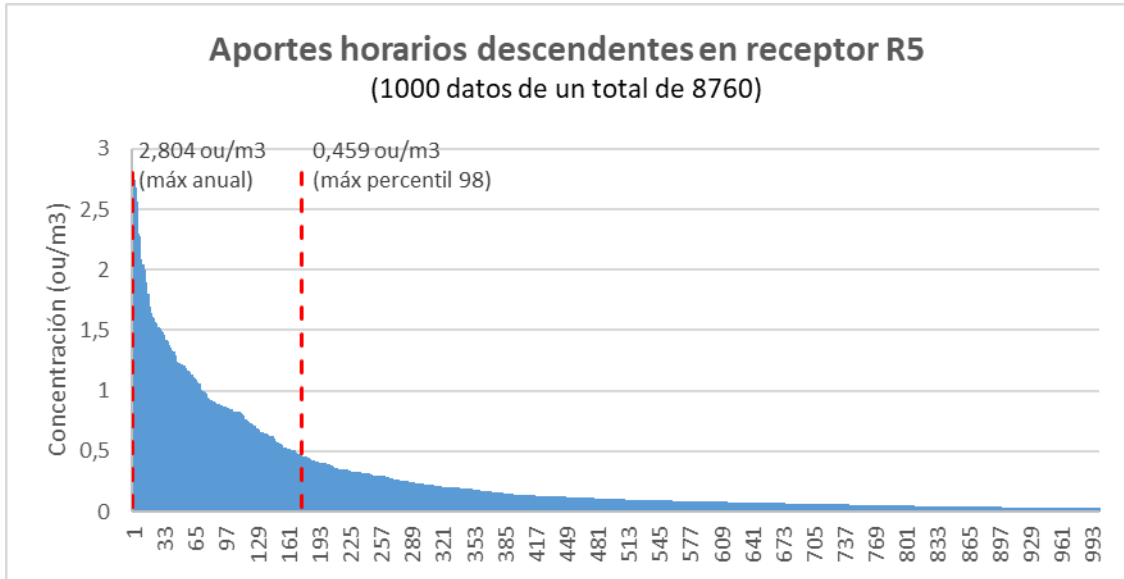


Figura 9.3.5 – Aportes sobre receptor R5

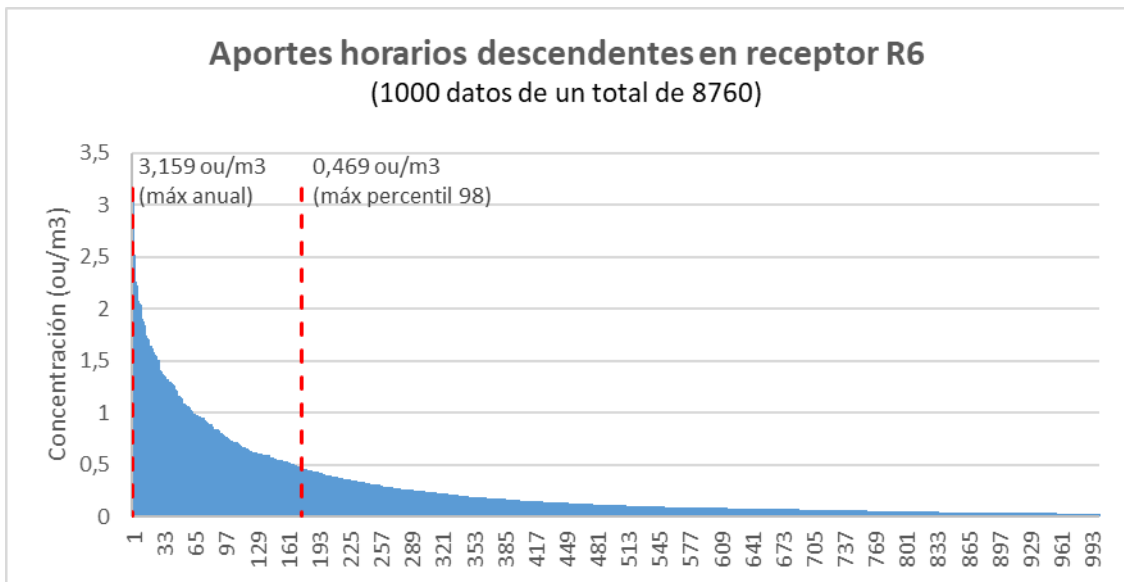


Figura 9.3.6 – Aportes sobre receptor R6

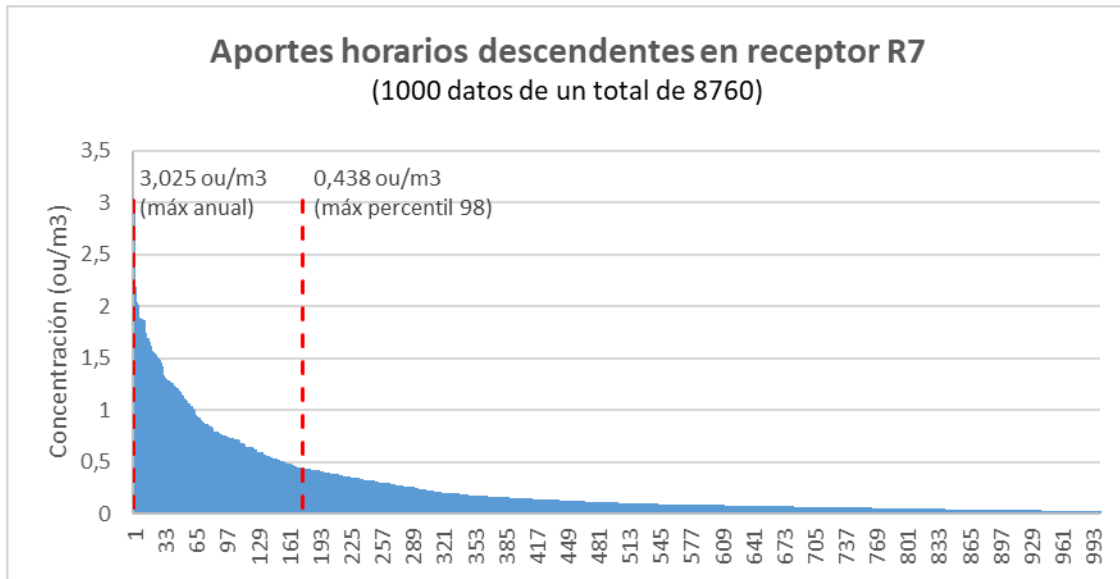


Figura 9.3.7 – Aportes sobre receptor R7

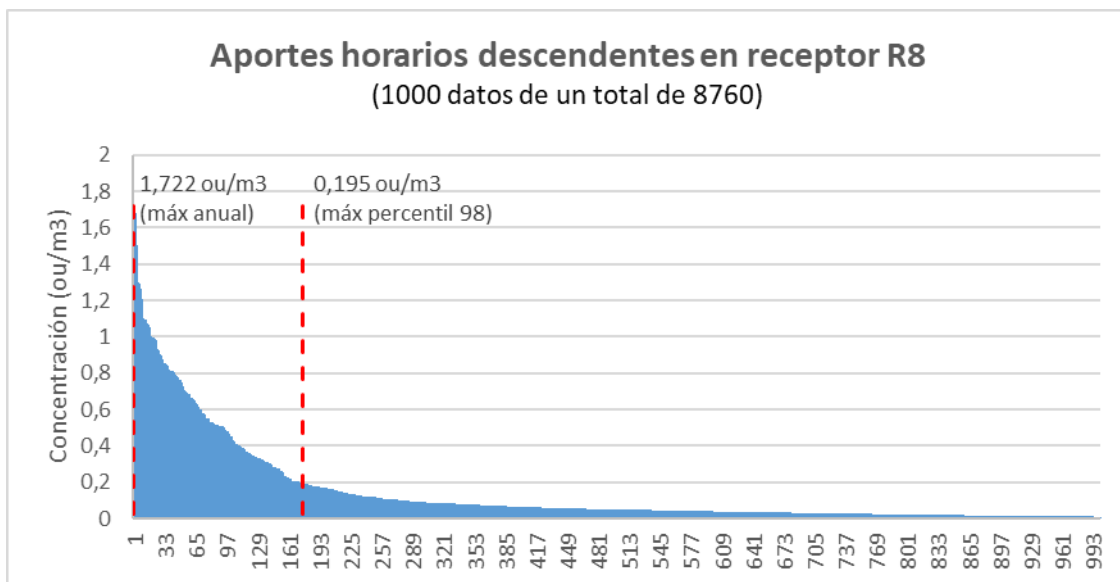


Figura 9.3.8 – Aportes sobre receptor R8

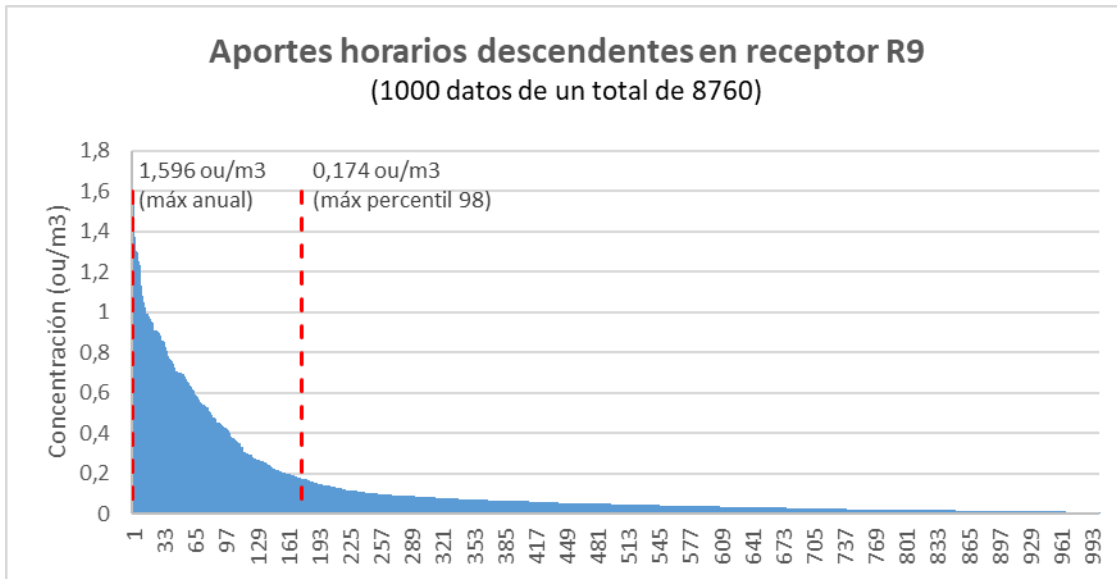


Figura 9.3.9 – Aportes sobre receptor R9

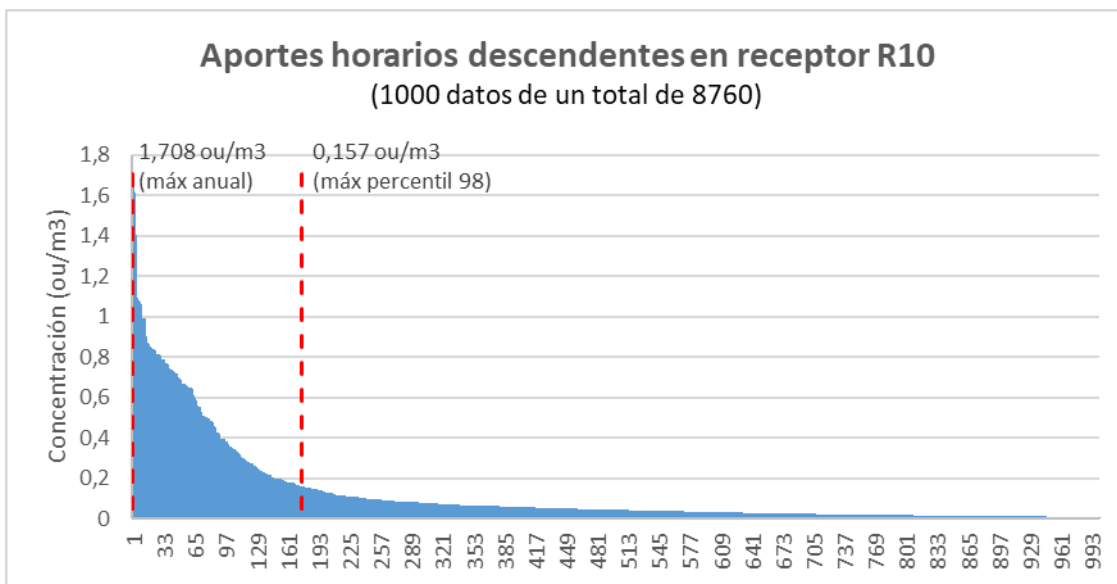


Figura 9.3.10 – Aportes sobre receptor R10

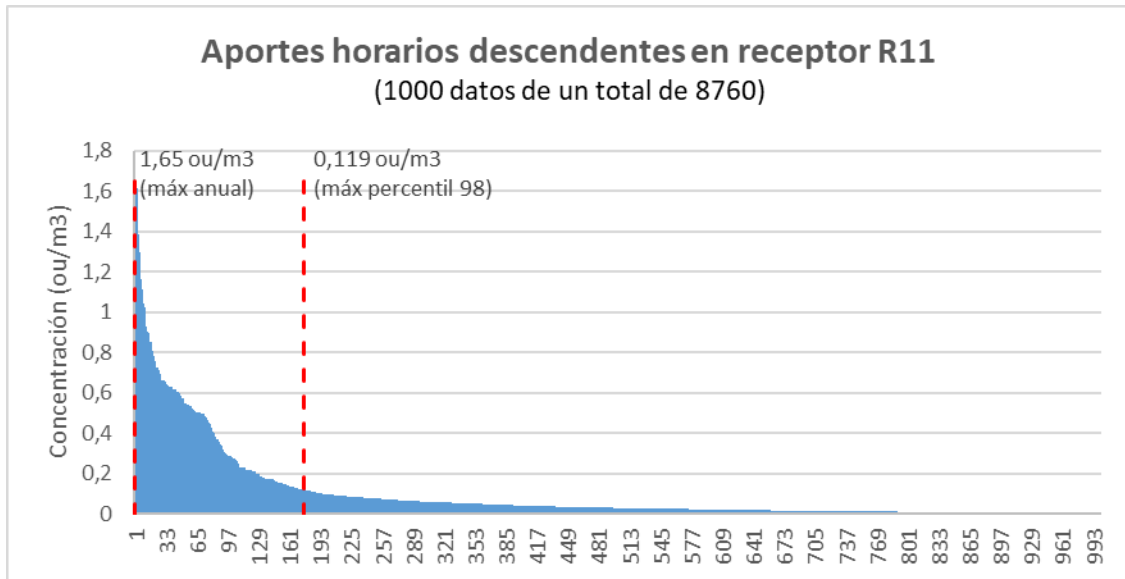


Figura 9.3.11 – Aportes sobre receptor R11

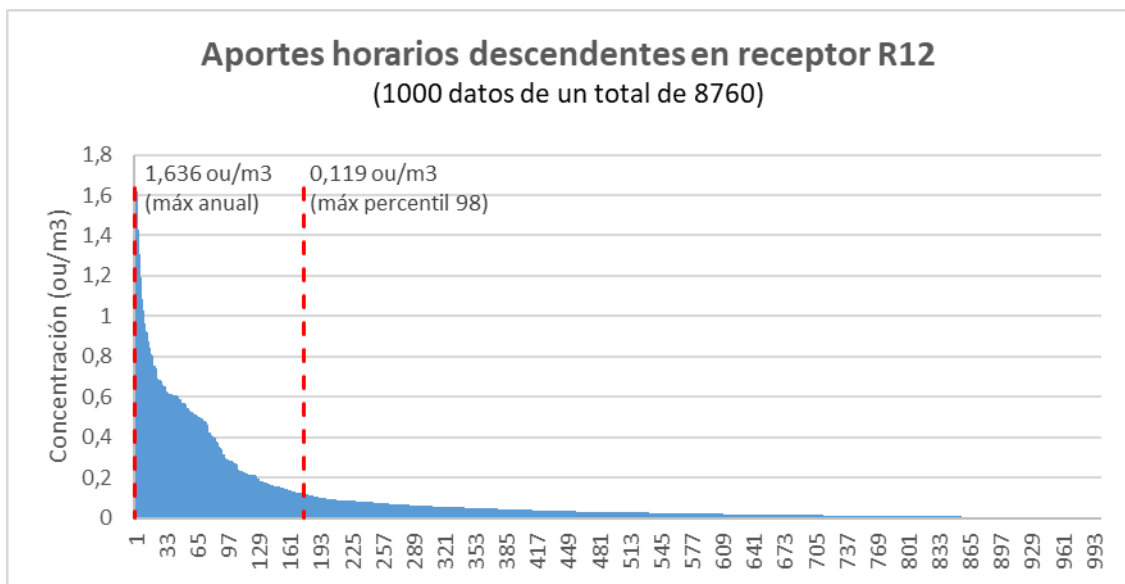


Figura 9.3.12 – Aportes sobre receptor R12

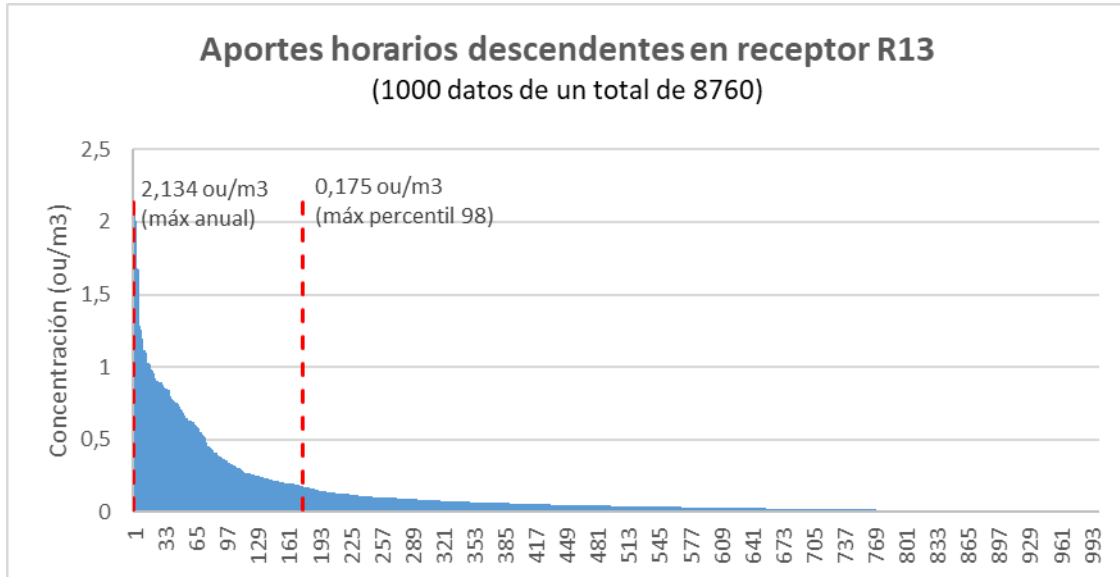


Figura 9.3.13 – Aportes sobre receptor R13

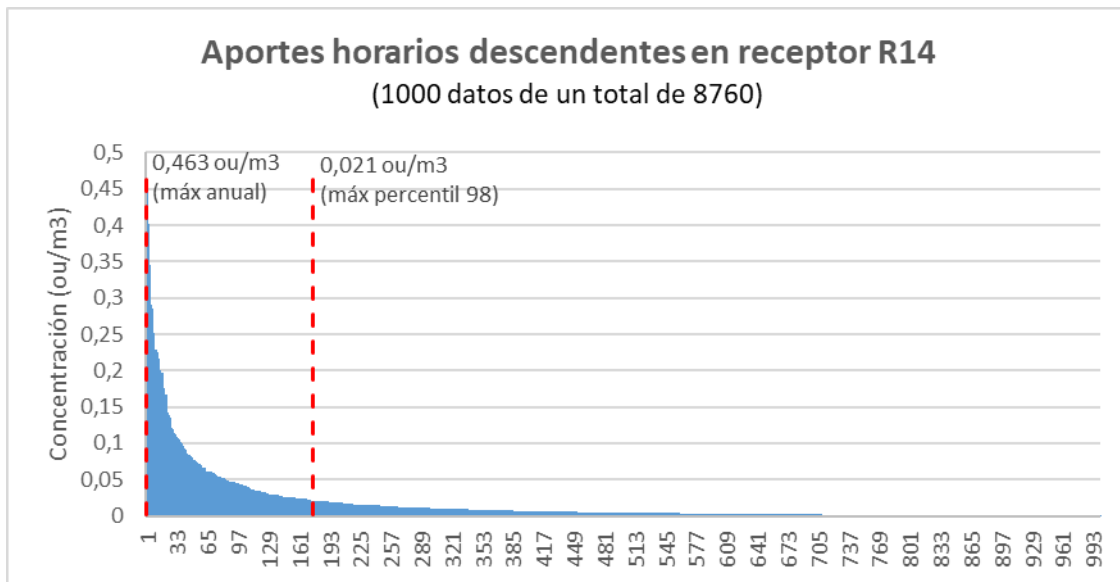


Figura 9.3.14 – Aportes sobre receptor R14

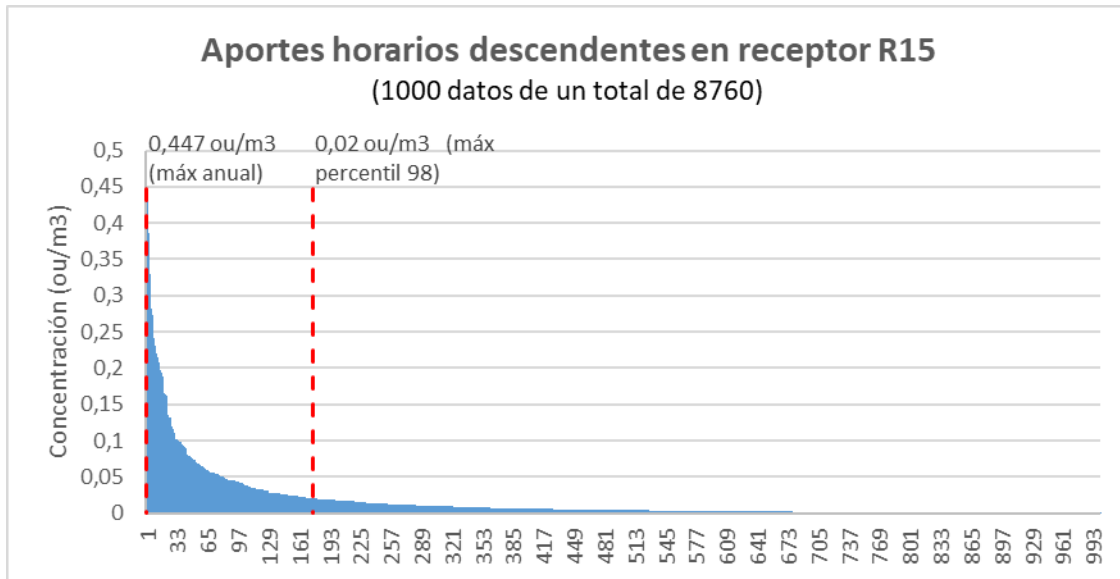


Figura 9.3.15 – Aportes sobre receptor R15

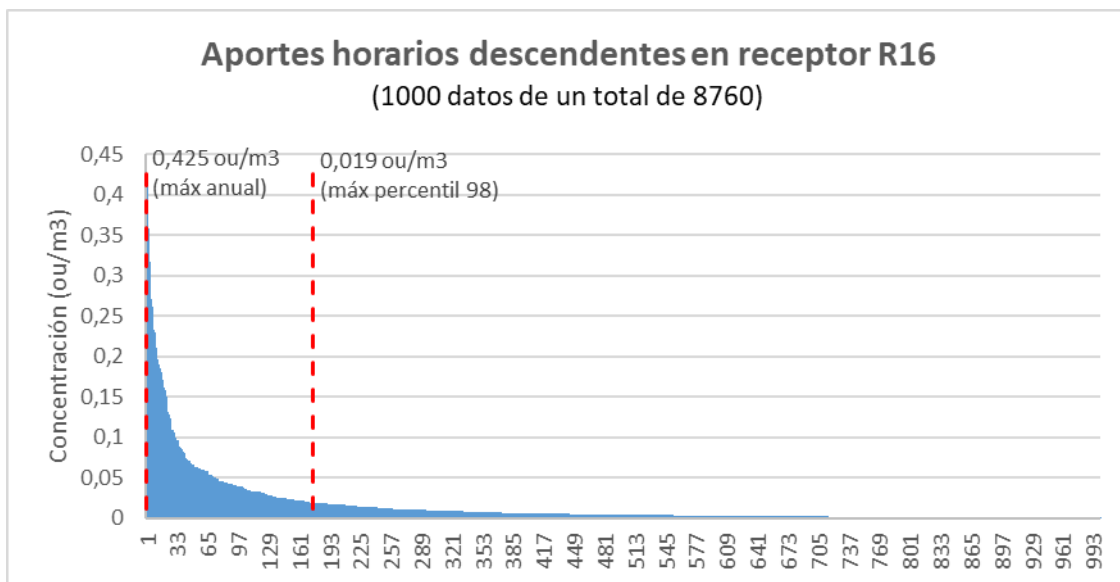


Figura 9.3.16 – Aportes sobre receptor R16

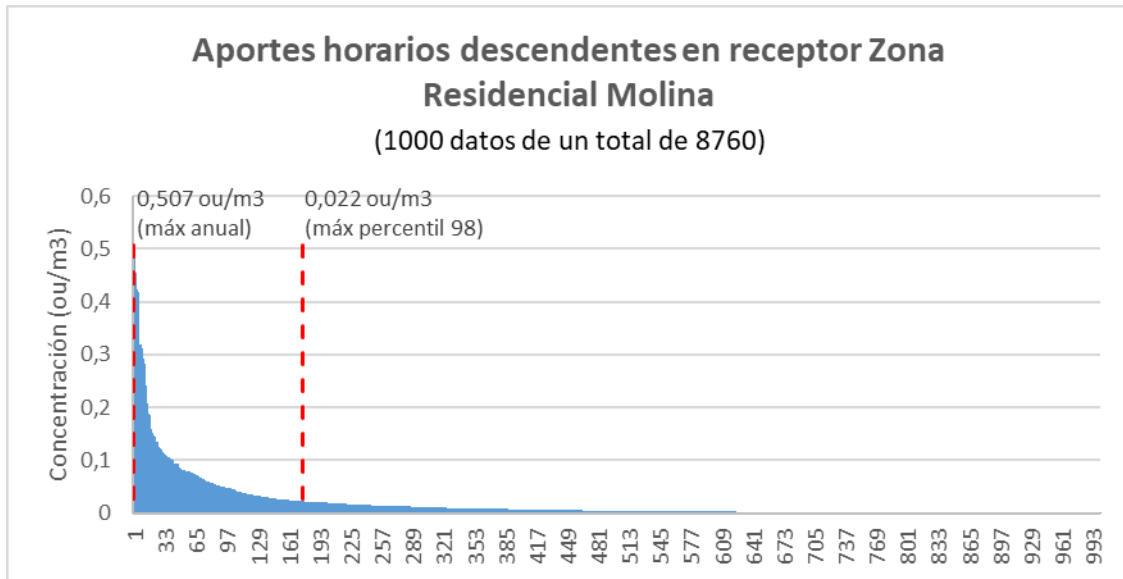


Figura 9.3.17 – Aportes sobre receptor Zona Residencial Molina

De las gráficas obtenidas, se puede decir que:

- En algún momento del año, los receptores R1 a R13 recibirían olores perceptibles. Sin embargo, la rápida caída en la magnitud de los máximos aportes muestra que estos eventos son escasos dentro del año, condición que se atribuye a la baja cantidad de horas calmas en la zona (2,03% de las horas del año según análisis meteorológico) y a la distancia de los receptores hacia las fuentes emisoras.
- Los receptores restantes R14, R15, R16 y Zona Residencial Molina no reciben olores perceptibles en ningún momento del año.

9.4. Horarios de percepción sobre receptores con mayor impacto

En sección anterior se mostró que los receptores R1 a R13 reciben olores perceptibles en algún momento del año ($>1,0 \text{ ou/m}^3$), para visualizar en qué momento ocurren estos impactos se han confeccionado gráficas calendario (horas del día vs meses del año) en las que cada punto de representa una hora con percepción; a mayor tamaño del círculo, mayor es la frecuencia de valores durante esa hora del mes. A continuación, lo obtenido:

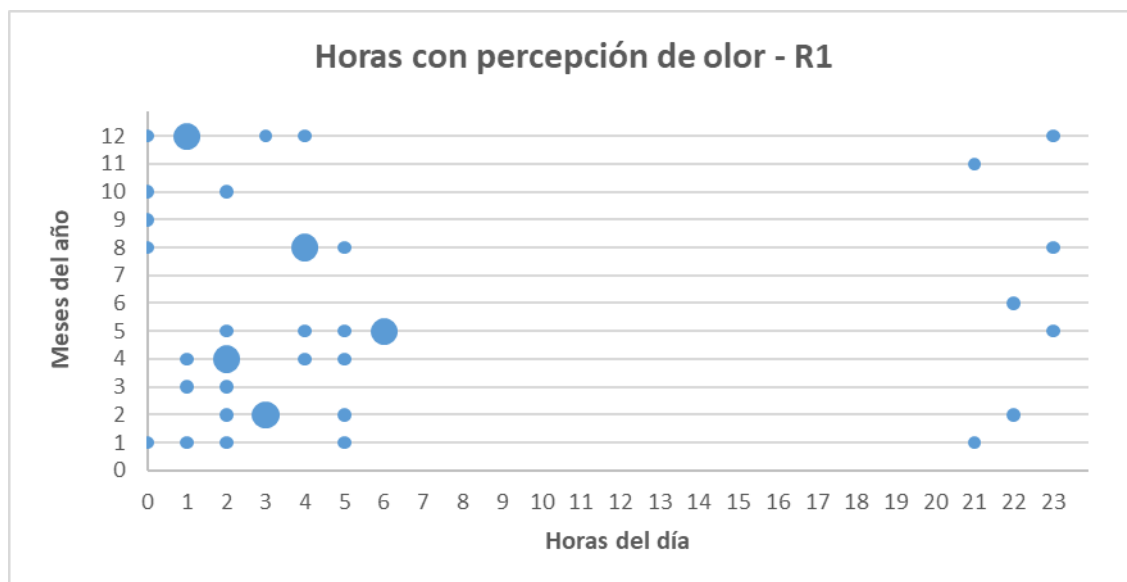


Figura 9.4.1 – Horas con percepción de olor – R1

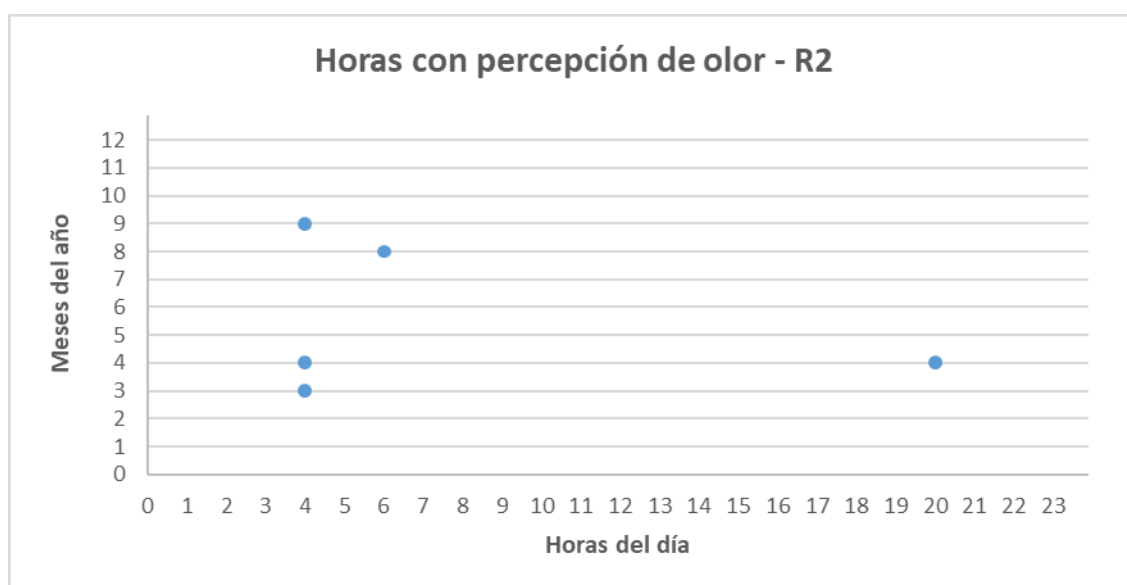


Figura 9.4.2 – Horas con percepción de olor – R2

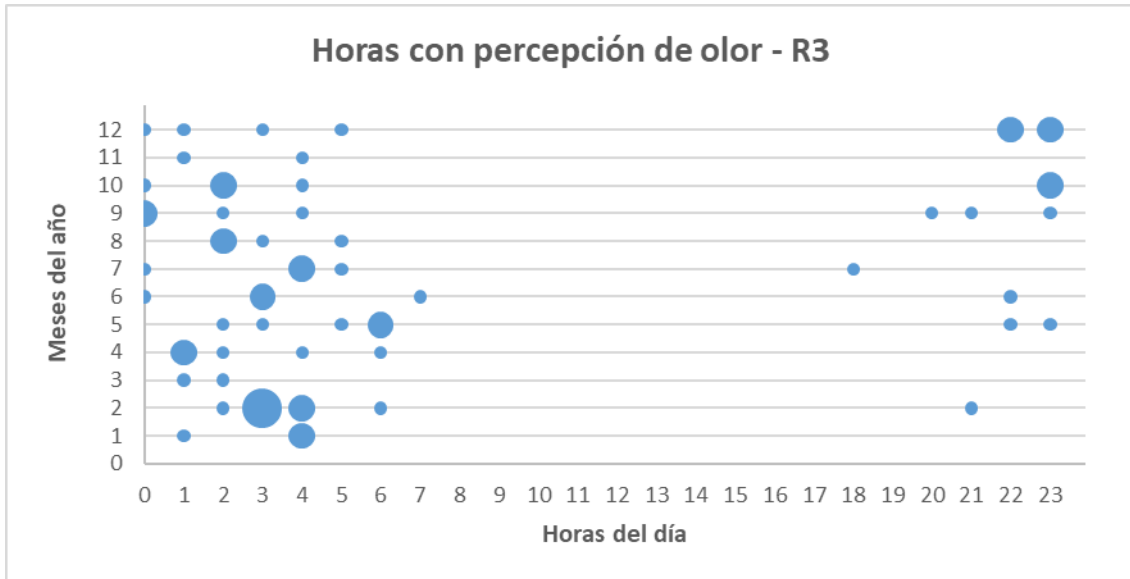


Figura 9.4.3 – Horas con percepción de olor – R3

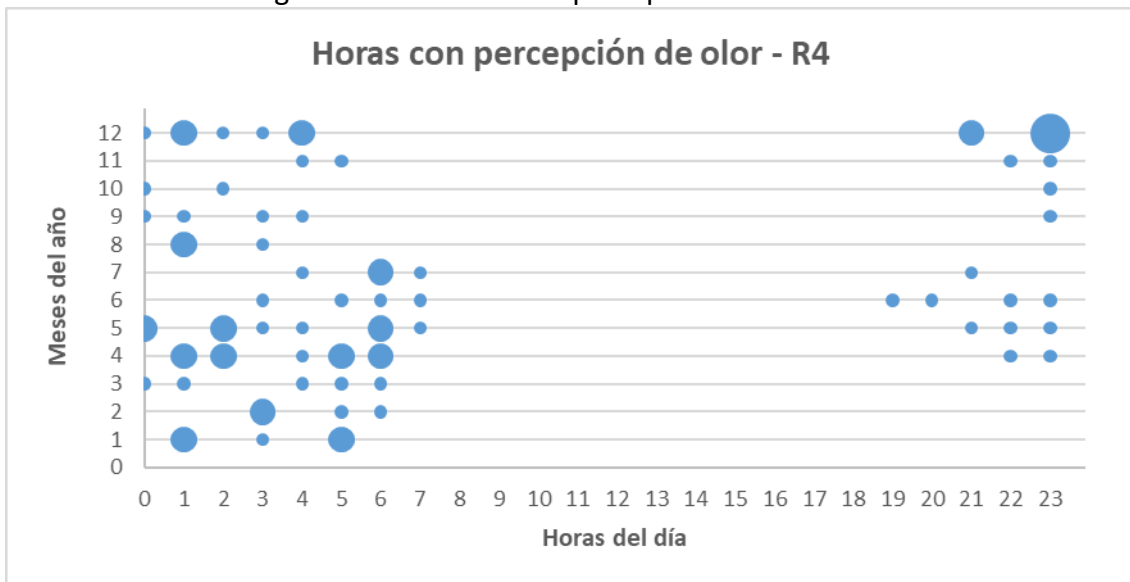


Figura 9.4.4 – Horas con percepción de olor – R4

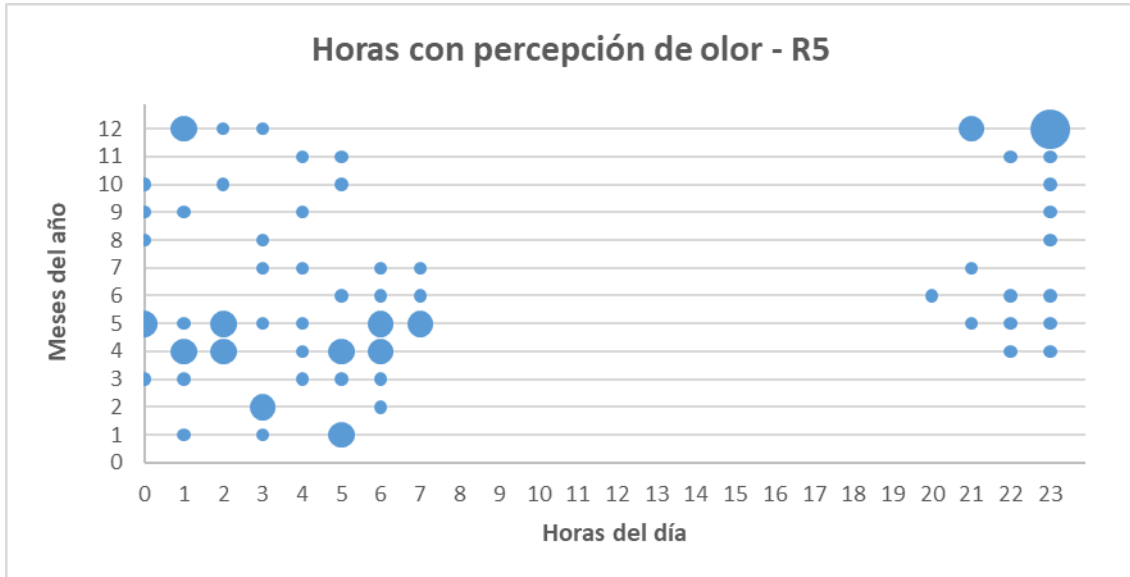


Figura 9.4.5 – Horas con percepción de olor – R5

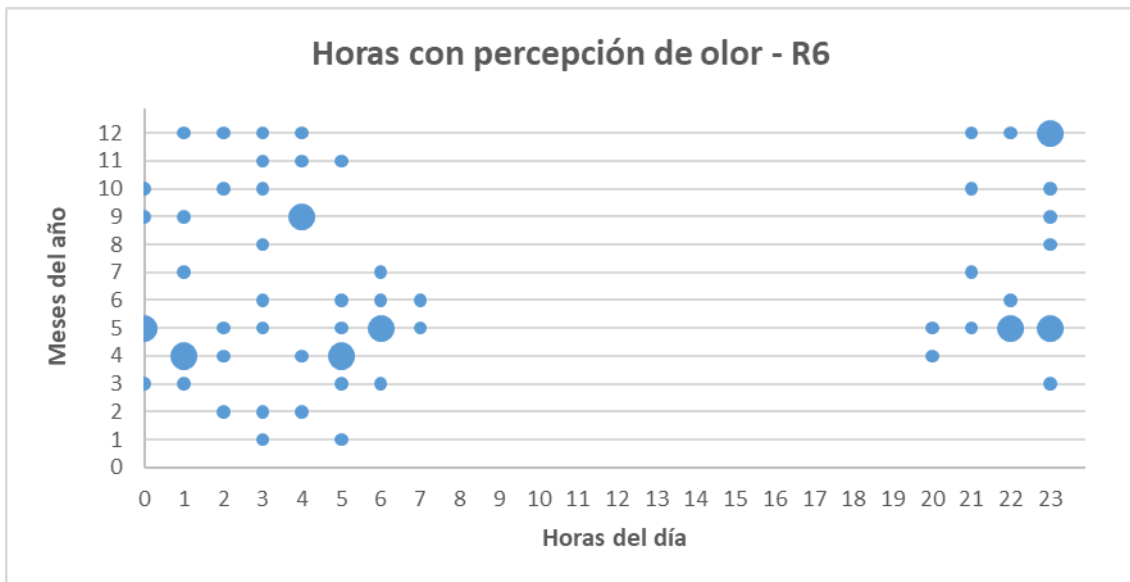


Figura 9.4.6 – Horas con percepción de olor – R6

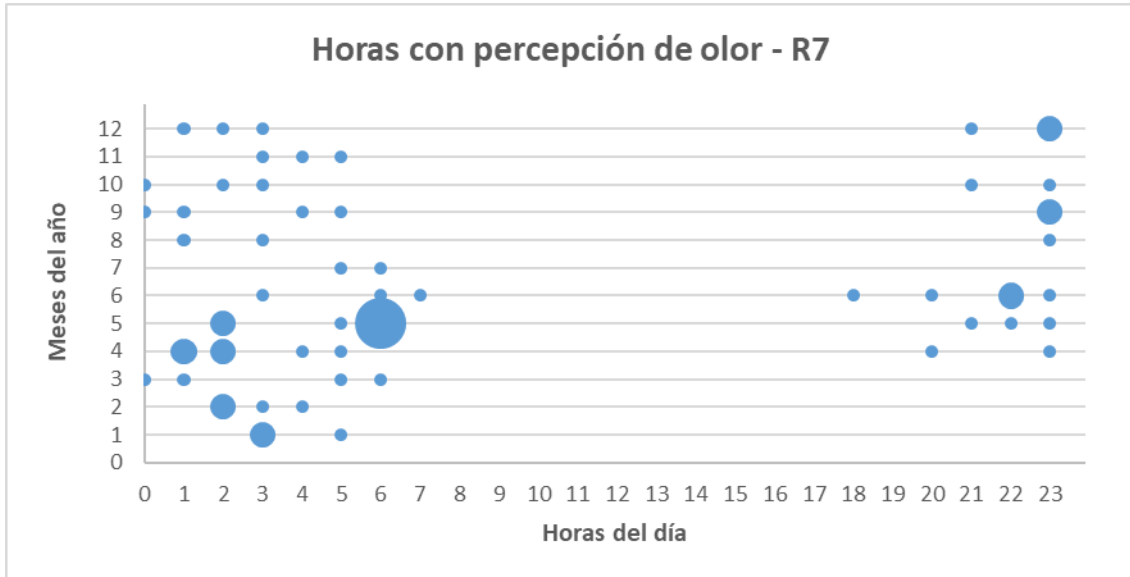


Figura 9.4.7 – Horas con percepción de olor – R7

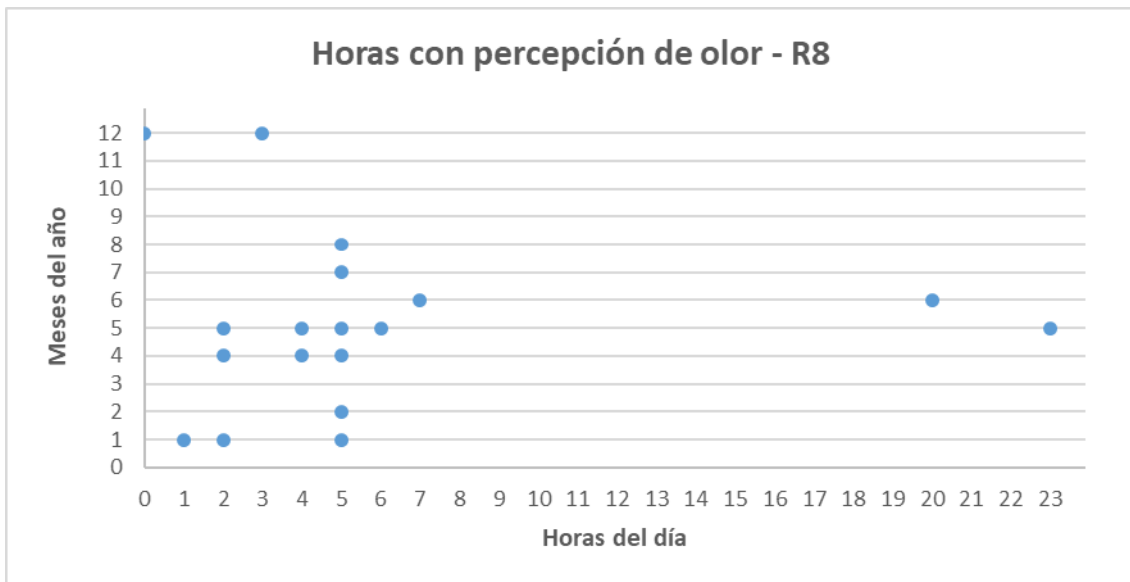


Figura 9.4.8 – Horas con percepción de olor – R8

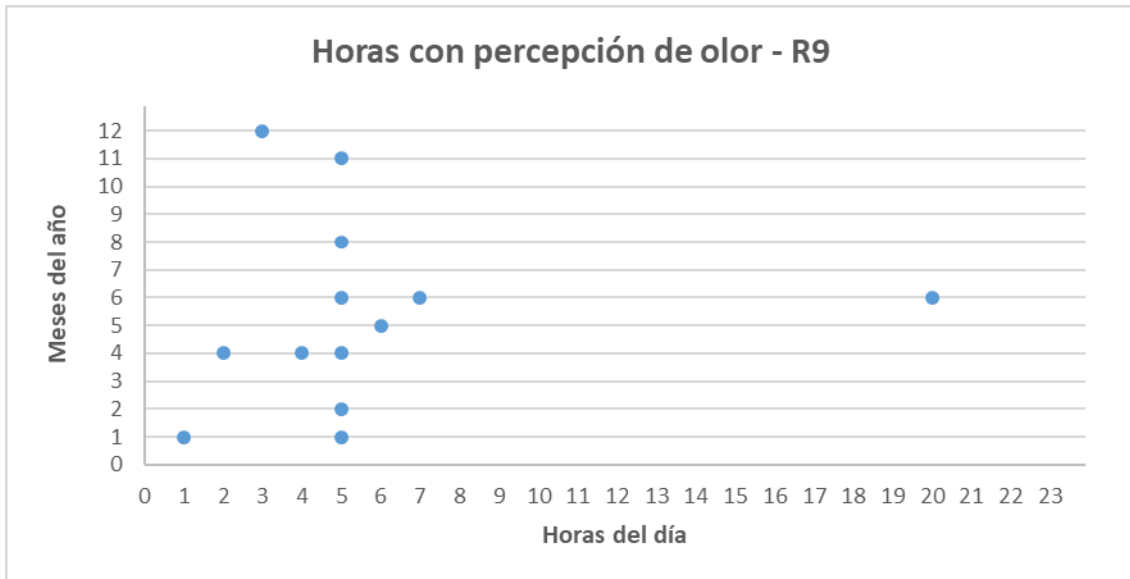


Figura 9.4.9 – Horas con percepción de olor – R9

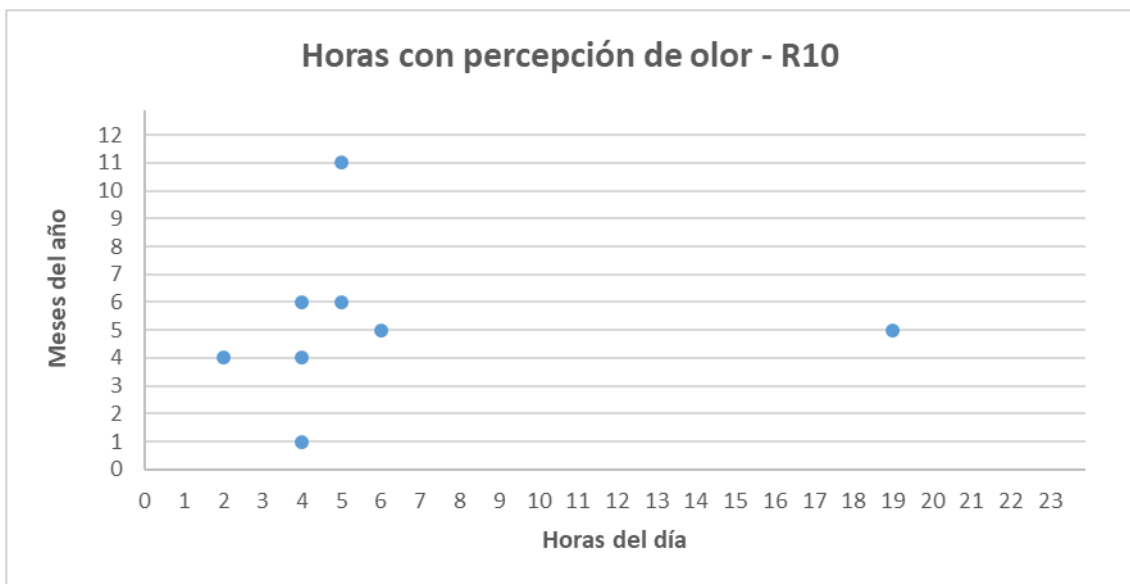


Figura 9.4.10 – Horas con percepción de olor – R10

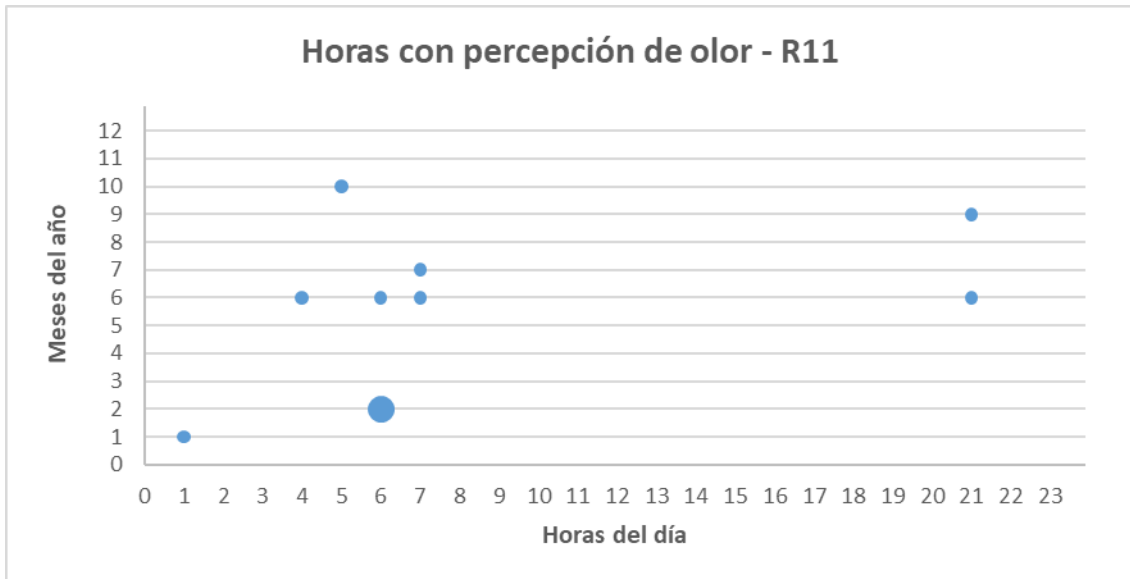


Figura 9.4.11 – Horas con percepción de olor – R11

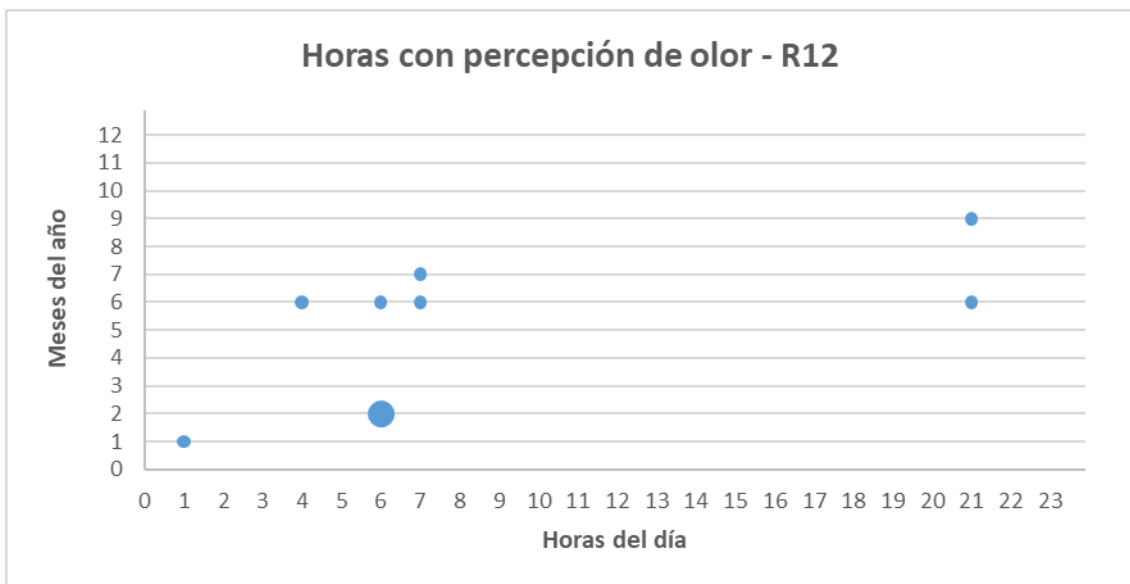


Figura 9.4.12 – Horas con percepción de olor – R12

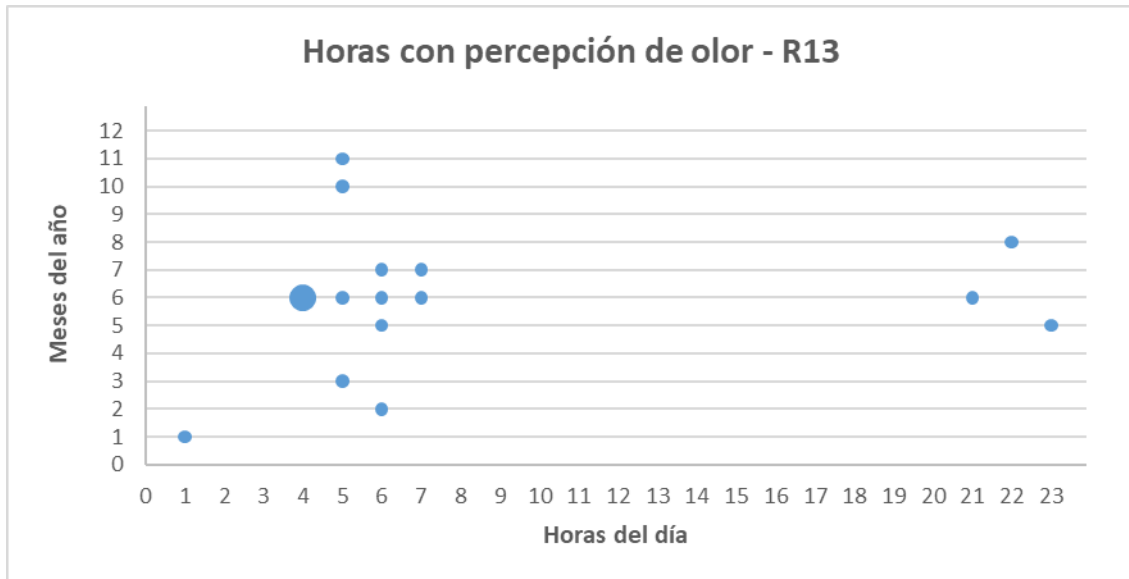


Figura 9.4.13 – Horas con percepción de olor – R13

De la distribución obtenida se indica:

- Los aportes perceptibles se producen todos los meses del año, sin un periodo que destaque por sobre el resto.
- La mayor frecuencia de aportes perceptibles ocurre durante la madrugada y tardes, periodo en que la velocidad del viento se reduce y se dirige hacia los puntos receptores, en concordancia con lo detectado en ciclo estacional (gráfica 7.5.1).

9.5. Análisis de resultados

Tras haber ordenado los aportes horarios de forma descendente, es posible determinar las frecuencias de tiempo en que los receptores están expuestos a concentraciones iguales o mayores a los límites de percepción y molestia. Estos valores se consideran sobrepasados cada vez que el tiempo de superación sea igual o mayor al 2,0% de las horas del año. Siguiendo tabla presenta lo obtenido, destacándose los resultados según:

- Rojo:** Receptores con sobrepaso de molestia
- Naranja:** Receptores sobre percepción, pero bajo molestia
- Verde:** Receptores bajo percepción.

Tabla 9.3.1 – Aportes y tiempos de exposición sobre receptores				
Receptor	Variable	Valor	Superación	Comentarios
R1	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Percepción	1 ou/m ³	39 horas (0,45 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre receptor	0,25 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R2	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	5 horas (0,06 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,084 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R3	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	62 horas (0,71 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,43 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R4	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	77 horas (0,88 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,49 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia

Tabla 9.3.1 – Aportes y tiempos de exposición sobre receptores

Receptor	Variable	Valor	Superación	Comentarios
R5	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	72 horas (0,82 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,46 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R6	Molestia	3 ou/m ³	1 hora (0,01 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	62 horas (0,71 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,47 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R7	Molestia	3 ou/m ³	1 hora (0,01 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	62 horas (0,71 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,44 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R8	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	18 horas (0,21 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,19 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R9	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	13 horas (0,15 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,17 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R10	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	8 horas (0,09 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,16 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R11	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	10 horas (0,11 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,12 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia

Continuación Tabla 9.3.1 – Aportes y tiempos de exposición sobre receptores				
Receptor	Variable	Valor	Superación	Comentarios
R12	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	9 horas (0,1 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,12 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R13	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	16 horas (0,18 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,17 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R14	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,021 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R15	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,02 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
R16	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,019 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia
Zona Residencial Molina	Molestia	3 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay molestia en P98 (<175h / <2%)
	Perceptible	1 ou/m ³	0 horas (0 % del tiempo)	No hay percepción en P98 (<175h / <2%)
	Máximo sobre el receptor	0,022 ou/m³	Percentil 98	Receptor fuera de área de influencia

De los resultados obtenidos se puede decir que:

- El receptor con mayor cantidad de horas de superación del límite de referencia de $3,0 \text{ ou/m}^3$ es el receptor R6 y R1 con sólo 1 hora en el año. Al no ser superar las 175 horas del percentil 98, se puede descartar la generación de impactos significativos sobre todo punto receptor para la operación actual de planta.
- El receptor con mayor cantidad de horas de superación del umbral de olor de $1,0 \text{ ou/m}^3$ es el receptor R4 con 77 horas en el año. Al no ser superar las 175 horas del percentil 98, se puede descartar la generación de olor perceptible sobre todo punto receptor para la operación actual de planta.

Finalmente, para la operación 2022 de las fuentes de planta, se concluye que las emisiones de olor serían insuficientes para generar sobrepasos de la concentración de molestia e incluso percepción.

10. Conclusiones

Tras la realización del modelo de dispersión se puede concluir que:

Meteorología: La comparación entre información contenida en archivo WRF y la estación Curicó mostró coincidencia tanto en valores como tendencia para cada variable comparada, resultado que permite concluir que los datos WRF sí representan una aproximación confiable de la meteorología local.

Emisiones: Para la obtención de las emisiones de olor fueron utilizadas concentraciones medidas por olfatometría dinámica y la actual área expuesta de las fuentes. Para el conjunto emisor se obtuvo que una emisión total de 2.906,83 ou/s.

Extensión de olor con nivel de molestia: Como concentración de referencia para el análisis del alcance del olor molesto, se consideró la norma de Colombia, la cual indica un límite de 3,0 ou/m³ (percentil 98) para fuentes plantas de tratamiento de residuos. Esta concentración se limita a las cercanías de planta con 0,039 km² de cobertura, sin cubrir a ninguno de los puntos y zonas receptoras.

Extensión del Área de Influencia Total: Para la obtención del Área de Influencia se consideró el umbral de olor perceptible de 1,0 ou_E/m³ (percentil 98). Para la operación de planta Molina se determinó una cobertura 0,25 km², la cual se limitaría al sector industrial, sin cubrir a ninguno de los puntos y zonas receptoras.

Finalmente, se puede concluir que, la operación de planta Molina basada en las mediciones del año 2022 aporta valores inferiores a los límites de molestia y percepción sobre todas las zonas residenciales cercanas a planta.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Pablo Romero C.", written over a light gray rectangular background.

Pablo Romero C.
Asesor Nakadis