

Programa de Cumplimiento Resolución Exenta N°1/F-086-2024

Desde Felipe Infante [REDACTED]

Fecha Mié 19-03-2025 20:23

Para Oficina De Partes <oficinadepartes@sma.gob.cl>

CC [REDACTED]

 6 archivos adjuntos (19 MB)

Copeval - Escrito presenta PdC.pdf; Copeval - PdC Los Ángeles.pdf; GS-25-440 - Copeval - Oferta Técnica-comercial.pdf; Informe Análisis de Calidad del Aire Copeval V0.pdf; Protocolo Gestión Calderas Episodios Críticos.pdf; 02- Poderes Acta 276° SD Copeval Agroindustrias SA (vigencia al 20.02.2024).pdf;

Estimados señores de la Oficina de Partes Superintendencia del Medio Ambiente,

Por el presente correo se adjunta un escrito en que se acompaña un programa de cumplimiento correspondiente al procedimiento sancionatorio Rol F-086-2024, seguido en contra de Sociedad Copeval Agroindustrias S.A., respecto de la instalación Planta Copeval Los Ángeles. Se adjuntan también los documentos anexos del PdC, todos los cuales se encuentran además en el siguiente link: <https://we.tl/t-4MX5BBY50g>.

Agradeceremos confirmar recibo del correo y de los documentos adjuntos.

Saludos cordiales,

FELIPE INFANTE

M: (+[REDACTED])
T: (+[REDACTED])



ECHEVERRÍA
ILHARREBORDE
SCAGLIOTTI

En lo principal, presentan Programa de Cumplimiento; **en el primer otrosí**, acompañan documento; **en el segundo otrosí**, acreditan personería; **en el tercer otrosí**, solicita forma de notificación que indica.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
FISCAL INSTRUCTOR SEÑORA LILIAN SOLÍS SOLÍS

Oscar Garrido Eugenin, ingeniero agrónomo, y Jaime Cortés Rivas, abogado, en representación de Sociedad Copeval Agroindustrias S.A., en autos sobre proceso administrativo sancionatorio expediente Rol F-086-2024, a la señora Fiscal Instructora doña Lilian Solís Solís respetuosamente decimos:

Conforme con lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente y el artículo 6 del Decreto Supremo N°30/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, en la representación que investimos y dentro del plazo legal, solicitamos tener por presentado un Programa de Cumplimiento, cuyo fin es hacerse cargo de forma íntegra y eficaz de los hechos imputados en la formulación de cargos contenida en la Resolución Exenta N°1 / Rol F-086-2024, de fecha 19 de diciembre de 2024, dictada por la señora Fiscal Instructora, solicitando que el mismo sea aprobado y, en consecuencia, se decrete la suspensión del procedimiento sancionatorio en curso.

POR TANTO,

a la señora Fiscal Instructora doña Lilian Solís Solís respetuosamente pedimos: tener por presentado, dentro de plazo, el Programa de Cumplimiento que se adjunta, acogerlo en todas sus partes y, en definitiva, disponer su aprobación, decretando la suspensión del procedimiento administrativo sancionatorio expediente Rol F-086-2024 seguido en contra Sociedad Copeval Agroindustrias S.A.

PRIMER OTROSÍ: Sírvasse la señora Fiscal Instructora doña Lilian Solís Solís, tener por acompañado los siguientes documentos anexos del Programa de Cumplimiento:

- a) Informe denominado “Informe calidad del aire - COPEVAL, agrícola Planta Los Ángeles”, preparado por la consultora Ai.R.

- b) Cotización N°GS-24-440 elaborada por GSMI Chile SpA, de fecha 19 de marzo de 2025, correspondiente a la oferta técnico-económica para la instalación del sistema de abatimiento.
- c) Borrador de Protocolo de Gestión de Episodios Críticos.

SEGUNDO OTROSÍ: Sírvase la señora Fiscal Instructora doña Lilian Solís Solís, tener presente que nuestra personería para actuar en representación de Sociedad Copeval Agroindustrias S.A. consta en escritura pública de fecha 17 de mayo de 2022, otorgada en la notaría de Santiago de don Roberto Cifuentes Allel, cuya copia se acompaña en este acto.

TERCER OTROSÍ: De conformidad con lo dispuesto en el resuelvo IV de la Resolución Exenta N°1 / Rol F-086-2024, solicitamos a la señora Fiscal Instructora que las resoluciones que se dicten durante el presente procedimiento sancionatorio sean notificadas mediante correo electrónico a las siguientes casillas:

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]



1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	HECHO INFRACCIONAL N°1	
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	Haber operado una caldera a leña con registro SPBIOBIO-212, con una potencia térmica superior a 75 kWt, durante un episodio crítico nivel Emergencia Ambiental, con fecha 12 de julio de 2024, sin haber acreditado la concentración de emisiones asociadas a la misma para poder funcionar durante un episodio.	
NORMATIVA PERTINENTE	<p>D.S. N°4/2017, artículo 59:</p> <p><i>Durante el periodo de gestión de episodios críticos se establecerán las siguientes medidas de prevención y mitigación, cuya fiscalización y sanción en caso de incumplimiento corresponderá a la SEREMI de Salud, SAG, CONAF o Superintendencia del Medio Ambiente, conforme a sus atribuciones: (...)</i></p> <p><i>c) Emergencia: En aquellos días para los cuales se pronostique un episodio crítico en el nivel Emergencia, regirán las siguientes medidas: (...)</i></p> <p><i>v) Prohibición del funcionamiento de calderas con consumo mayor a 75 kW térmico que presenten emisiones superiores a 30 mg/m³ de material particulado. Esta medida se aplicará en toda la zona saturada durante las 24 horas.</i></p>	
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	<p>La operación de la caldera en un episodio de Emergencia, sin tener la certeza de los niveles de emisión específicos de la caldera, impide descartar de forma absoluta la generación de efectos negativos derivados de la infracción.</p> <p>Por lo tanto, se llevaron a cabo modelaciones de las emisiones de la cadera bajo distintos escenarios con un consultor especializado. Los resultados de dicha modelación indican que el 12 de julio de 2024 la operación de la Planta Los Ángeles no generó un impacto significativo en la calidad del aire, ya que los valores estimados se encuentran por debajo del criterio de significancia para zonas en condición basal de saturación y latencia. Esto reafirma la baja incidencia de las emisiones en el contexto del episodio evaluado.</p> <p>El estudio analiza la meteorología y la calidad del aire en la comuna de Los Ángeles, destacando el papel de variables como la temperatura, dirección y velocidad del viento en la dispersión de contaminantes. Se realizó una caracterización detallada utilizando datos de estaciones de monitoreo y el modelo meteorológico WRF, así como un análisis normativo de los contaminantes MP10 y MP2,5, comparando sus concentraciones con la normativa ambiental vigente. Se evidenció que la estación Los Ángeles Oriente, ubicada en una zona periurbana, presenta menores niveles de contaminación en comparación con la estación 21 de Mayo, situada en pleno centro urbano.</p>	

Además, se evaluó la distribución espacial de la contaminación mediante imágenes satelitales del Sentinel-5P (programa Copernicus de la ESA), que permiten estimar la presencia de aerosoles en la atmósfera. A través del Índice de Aerosoles (IA), se identificó que las mayores concentraciones se encuentran en la zona urbana, disminuyendo progresivamente hacia las áreas rurales. La imagen del 12 de julio de 2024, fecha de un episodio de emergencia ambiental, mostró un marcado gradiente de contaminación, con los valores más altos en el centro de la ciudad.

Aplicando los criterios de significancia establecidos por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) para zonas saturadas, los resultados de las modelaciones en los dos escenarios evaluados indican que el aporte del proyecto sobre receptores cercanos al proyecto fue poco significativo, ya que los valores de concentración estimados no superaron el 25% del umbral de significancia diario. Este criterio, establecido por el SEA, permite evaluar si un proyecto contribuye de manera relevante a la contaminación atmosférica, comparando sus emisiones con valores de referencia que indican posibles impactos sobre la calidad del aire.

Como principales resultados, para los dos escenarios considerados, es posible indicar que:

- Para MP10, los valores modelados en todos los receptores analizados fueron prácticamente nulos, con aportes que no superaron el 9% del criterio de significancia diario. La mayoría de los puntos evaluados presentan un aporte de $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que indica que la contribución del proyecto a la concentración de MP10 en la zona de estudio es despreciable.
- Para MP2,5, si bien se observan valores de aporte ligeramente mayores en algunos receptores habitacionales, el valor máximo alcanzado corresponde solo al 27% del criterio de significancia diario. En general, los aportes en la mayoría de los receptores se mantienen por debajo del 20%, lo que sigue indicando un impacto bajo en la calidad del aire.

En el Anexo 1 del presente Programa de Cumplimiento “Informe calidad del aire - COPEVAL, agrícola Planta Los Ángeles”, preparado por la consultora Ai.R., se presentan los antecedentes y análisis técnicos que acreditan que no existieron efectos negativos significativos debido a la operación de las calderas durante el episodio crítico mencionado.

FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS

Dado que se han descartado efectos negativos significativos, debido a lo indicado en el Anexo 1 del presente Programa de Cumplimiento, con la implementación de las acciones de instalación de equipos de abatimiento de emisiones atmosféricas y las acciones tendientes al cumplimiento de las restricciones establecidas en el Plan de Descontaminación Atmosférica de Los Ángeles, se contienen y mitigan los riesgos de los efectos originados.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

Dar íntegro cumplimiento a las restricciones establecidas en el Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles para la gestión de episodios críticos, en la operación de las calderas de la Planta Copeval Los Ángeles.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial)	COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$)	
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A	
	N/A					
	Forma de Implementación					
	N/A					

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN (fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
N/A	Acción		N/A	Reporte Inicial	N/A	Impedimentos
	N/A			N/A		N/A

	Forma de Implementación	N/A		Reportes de avance		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	N/A			N/A		
				Reporte final		N/A
				N/A		

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
	Acción			Reportes de avance		Impedimentos
1	Instalación de un nuevo sistema de abatimiento en las calderas ubicadas en la Planta de Los Ángeles de Copeval.	<p>Fecha de inicio: 1 mes a partir de la notificación de la resolución que aprueba del PdC.</p> <p>Fecha de término: 8 meses a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdC.</p>	Sistema de abatimiento instalado y operativo 8 meses después de la notificación aprobación del PdC.	<p>- Facturas y/o orden de compra de la adquisición de los componentes del sistema de abatimiento (ciclón, filtro de mangas, etc).</p> <p>- Fotografías que registren la instalación del sistema de abatimiento y su puesta en marcha. Reporte se enviará una única vez.</p>	\$120.000	N/A

			<ul style="list-style-type: none"> - Registro fotográfico fechado y georreferenciado del instrumental instalado y en operación. 		
	Forma de Implementación Se incorporará un nuevo sistema de abatimiento, consistente en un ciclón y en un filtro de mangas. El proceso de instalación del filtro de mangas y ciclón tomará aproximadamente 8 meses, considerando la ingeniería y fabricación de ambos componentes, y las obras civiles, el montaje, la conexión eléctrica y finalmente la puesta en marcha del sistema de abatimiento. La incorporación de este sistema de abatimiento permitirá que las calderas cumplan con los valores de emisión de MP establecidos por el Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles.		Reporte final Reporte final, que contenga fotografías que registren la instalación del filtro de manga y el ciclón y los procesos relacionados con su puesta en marcha, así como el instrumental instalado y en operación.		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento N/A
2	Acción Instalación de un termómetro digital para medir la temperatura del ducto (chimenea) de evacuación de gases de la caldera, registrando fecha y hora.	Dentro de un mes desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC.	Termómetro instalado y operando dentro de un mes desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC.	Reportes de avance <ul style="list-style-type: none"> - Facturas de adquisición de los equipos de medición de temperatura. - Fotografías que registren la instalación del equipo y 	\$1.200 N/A

				<p>la puesta en marcha. Reporte se enviará una única vez.</p> <p>- Registro fotográfico fechado y georreferenciado del instrumental instalado y en operación.</p>		
	Forma de Implementación <p>Se instalará un termómetro digital con sensor termocupla para medir la temperatura del ducto (chimenea) de evacuación de gases de la caldera, registrando fecha y hora. Este equipo realizará mediciones continuas de lunes a domingo, durante la mañana y la tarde, abarcando el período previo y posterior al rango de prohibición de funcionamiento en días declarados como episodios críticos. La medición se efectúa sobre el calor transmitido al ducto y no sobre la temperatura directa de los gases.</p> <p>El termómetro digital se instalará en el ducto de la caldera. La instalación del equipo se realizará con una empresa externa especializada, de modo que quede fija y sin margen de error en la medición.</p>			Reporte final <p>Reporte final, que contenga fotografías que registren la instalación del equipo y la puesta en marcha, y del instrumental instalado y en operación.</p>	Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento <p>N/A</p>	
3	Acción	Dentro de un mes desde la notificación de la	Versión final del protocolo implementada y señalética tipo	Reportes de avance	\$200	Impedimentos

<p>Establecimiento de un protocolo de gestión de episodios críticos y estrategia de difusión.</p>	<p>resolución que aprueba el PdC.</p>	<p>semáforo instalada dentro de un mes desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Envío de copia de la versión final del protocolo de gestión de episodios críticos. - Envío de fotografías fechadas y georreferenciadas que muestren las señaléticas de semáforo instaladas en los sectores de oficinas y de calderas de la Planta de Los Ángeles de Copeval. 	<p>N/A</p>
<p>Forma de implementación</p>			<p>Reporte final</p>	<p>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</p>
<p>Se establecerá un protocolo a nivel de planta para gestionar los episodios críticos decretados por la autoridad e implementar una estrategia de difusión sobre la prohibición de funcionamiento de las calderas en los días, horarios y términos señalados en el Plan de Descontaminación Atmosférica de Los Ángeles.</p> <p>Se circulará el protocolo y las obligaciones contenidas tanto en él como en el Plan de Descontaminación Atmosférica de Los Ángeles.</p> <p>Adicionalmente, se instalará una señalética tipo semáforo en el sector de oficinas y en el sector en que se ubican las fuentes fijas de emisión de la Planta Los Ángeles de Copeval. Esta informará al personal de la planta sobre la calidad del aire y las actuales restricciones de funcionamiento</p>			<p>Reporte final, que dé cuenta de la implementación del protocolo de gestión de episodios críticos (acompañándolo como anexo) y de las fotografías fechadas y georreferenciadas que muestren la señalética tipo semáforo instalada en los lugares correspondientes.</p>	<p>N/A</p>

	<p>producto de la declaración de un Episodio Crítico por parte de la autoridad. El sistema empleará tres niveles de alerta diferenciados por colores: verde para los días sin declaración de Episodio Crítico, amarillo para cuando se declare Preemergencia, y rojo en caso de Emergencia. Se indicará el estado actual de las condiciones atmosféricas y de la ocurrencia o no de un Episodio Crítico, mediante la colocación de un símbolo del color correspondiente en la casilla de “Estado Actual”.</p> <p>Por último, en días de episodios críticos, se recordará al personal mediante llamada telefónica y/o mensaje de WhatsApp, y caso necesario según el nivel de emisiones de las fuentes, la necesidad de cesar el abastecimiento a las calderas en el horario acordado.</p>				
4	<p>Acción</p> <p>Capacitaciones al personal de operaciones en la aplicación del protocolo de gestión de episodios críticos y en el cumplimiento del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.</p> <p>Forma de implementación</p>	<p>Fecha de inicio: Dentro de un mes desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC.</p> <p>Fecha de término: 18 meses después de la aprobación del PdC.</p>	<p>- Realización de capacitaciones dos veces al año, en los meses de marzo y junio, por el Jefe de Planta e Ingeniero Ambiental de la Planta de Los Ángeles.</p> <p>- 100% del personal objetivo capacitado.</p>	<p>Reportes de avance</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro de asistentes y registro fotográfico fechado y georreferenciado de las capacitaciones. - Temario con los contenidos de las capacitaciones, y presentaciones usadas, en formato digital. <p>Reporte final</p>	<p>Impedimentos</p> <p>N/A</p> <p>Acción alternativa, implicancias y gestiones</p>

			asociadas al impedimento
<p>Capacitar al personal de operaciones sobre las medidas de gestión de episodios críticos contenidas en el protocolo, y la obligación de detener el funcionamiento de las fuentes fijas, en caso de decretarse un episodio crítico por parte de la autoridad.</p> <p>Se realizarán 2 capacitaciones al año, en los meses de marzo (previo al inicio del período de aplicación del Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos, de acuerdo con el Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles), en y junio de cada año. Las capacitaciones estarán a cargo del Jefe de Planta y el Ingeniero Ambiental de la Planta de Los Ángeles de Copeval.</p> <p>La capacitación, dirigida a todo el personal de operación de la Planta de Los Ángeles de Copeval (en particular a los operadores de calderas) tiene como objetivo difundir el contenido del protocolo de gestión de episodios críticos, y las obligaciones de monitoreo y reportabilidad.</p> <p>Contenido de la capacitación:</p> <p>1) Marco legal regulatorio ambiental, instrumentos que regulan las emisiones atmosféricas, su reportabilidad y fiscalización.</p>		<p>- Comprobante de envío de reportes de avance, indicando las fechas en que fueron ingresados al SPDC.</p> <p>- Informe final que dé cuenta de los temas abordados en las capacitaciones, el registro de los asistentes y las fotografías fechadas y georreferenciadas.</p>	N/A

	2) Instrucciones específicas para la ejecución del protocolo de gestión de episodios críticos, obligaciones de medición y reportabilidad, y responsabilidades del personal.			
--	---	--	--	--

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS
Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	
N/A	Acción	N/A	N/A	N/A	Reportes de avance	N/A	
	N/A				N/A		
	Forma de implementación				Reporte final		
	N/A				N/A		

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	HECHO INFRACCIONAL N°2	
-------------------------	------------------------	--

DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	<p>No haber realizado la medición de sus emisiones de MP, de acuerdo a la periodicidad establecida en el artículo 36 del D.S. N°4/2017, mediante un muestreo isocinético que permita acreditar el cumplimiento de los límites de emisión establecidos en el artículo 32 del D.S. N°4/2017, respecto de las calderas con registro SPBIOBIO-213 y SPBIOBIO-212, durante los siguientes períodos:</p> <ul style="list-style-type: none">i) Entre el 25 de enero de 2019 y el 25 de enero de 2022;ii) Entre el 26 de enero de 2022 y el 25 de julio de 2022;iii) Entre el 1 de julio de 2022 y el 25 de enero de 2023;iv) Entre el 26 de enero de 2023 y el 25 de julio de 2023;v) Entre el 26 de julio de 2023 y el 25 de enero de 2024.
NORMATIVA PERTINENTE	<p>D.S. N°4/2017, artículo 3:</p> <p><i>Para efectos de lo dispuesto en el ‘Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles’, se entenderá por:</i></p> <p><i>Caldera: Unidad generadora de calor a partir de un proceso de combustión, principalmente diseñada para la obtención de agua caliente, calentar un fluido térmico y/o para generar vapor de agua.</i></p> <p><i>Caldera existente: Aquella caldera que se encuentre registrada ante la Seremi de Salud de acuerdo al D.S. N°10, de 2012, del Ministerio de Salud, con fecha anterior a la publicación del Plan.</i></p> <p>D.S. N°4/2017, artículo 32:</p> <p><i>Las calderas y hornos industriales, nuevos o existentes, deberán cumplir con los límites máximos de emisión de MP que se indican en la siguiente Tabla (...). A plazos contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><i>i) Los hornos industriales y las calderas con potencia térmica mayor a 75 kWt que hayan sido instalados con anterioridad a la publicación de este Plan, deberán cumplir con el valor de emisión máximo de 50 mg/m³, medido según las normas técnicas vigentes, a partir del 1 de abril de 2018 y hasta el 31 de marzo de 2020.</i><i>ii) Los hornos industriales y las calderas con potencia térmica mayor a 75 kWt que hayan sido instalados con anterioridad a la publicación de este Plan, deberán cumplir con el valor de emisión máximo de 30 mg/m³, medido según las normas técnicas vigentes, a partir del 1 de abril de 2020.</i> <p>D.S. N°4/2017, artículo 36:</p>

A partir de la entrada en vigencia del presente decreto, para dar cumplimiento a los artículos 32 y 33, aquellas fuentes fijas no consideradas en el artículo precedente, deberán realizar mediciones discretas de MP y SO₂, de acuerdo a los métodos definidos por la Superintendencia del Medio Ambiente. La periodicidad de dichas mediciones discretas dependerá del tipo de combustible que se utilice y del sector, según se establece en la siguiente Tabla:

Tabla N°28: Periodicidad de la medición discreta de emisiones de MP y SO₂

Tipo de combustible	Sector industrial		Sector residencial, comercial e institucional	
	MP	SO ₂	MP	SO ₂
1. Leña	6	12	6	12
2. Carbón	6	12	6	12
3. Petróleo N°5 y N°6	12	12	12	12
4. Petróleo diésel	6	12	6	12
5. Pellets, chips, aserrín, viruta y otros derivados de la madera, con carga manual de combustible	12	24	12	24
6. Pellets, chips, aserrín, viruta y otros derivados de la madera, con carga automática de combustible	24	24	24	24
7. Todo tipo de combustible gaseoso	Exenta de verificar cumplimiento			

DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS

La falta de mediciones de MP durante el periodo 25 de enero de 2019 al 25 de enero de 2022, 26 de enero de 2022 al 25 de julio de 2022, 26 de julio de 2022 al 25 de enero de 2023, 26 de enero de 2023 y 25 de julio de 2023, 26 de julio de 2023 al 25 de enero de 2024, y 26 de enero de 2024 al 25 de julio de 2024 no permite verificar que los límites de emisión para MP se mantienen dentro del rango de cumplimiento de acuerdo al Plan de Descontaminación Atmosférica de Los Ángeles.

Sin perjuicio de lo anterior, de acuerdo con lo indicado en el Anexo 1 del presente Programa de Cumplimiento, los resultados de la modelación indican que el 12 de julio de 2024 el proyecto no generó un impacto significativo en la calidad del aire, ya que los valores estimados se encuentran por debajo del criterio de significancia para zonas en condición basal de saturación y latencia. Esto reafirma la baja incidencia de las emisiones en el contexto del episodio evaluado.

	En el Anexo 1 del presente Programa de Cumplimiento “Informe calidad del aire - COPEVAL, agrícola Planta Los Ángeles”, preparado por la consultora Ai.R., se presentan mayores antecedentes que acreditan que no existieron efectos negativos significativos debido a la operación de las calderas durante el episodio crítico mencionado.
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	Dado que se han descartado efectos negativos significativos, debido a lo indicado en el Anexo 1 del presente Programa de Cumplimiento, con la implementación de las acciones de instalación de equipos de abatimiento de emisiones atmosféricas y con la realización de los muestreos isocinéticos y su reporte, se contienen y mitigan los riesgos de los efectos originados.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

- 1) Realizar muestreos isocinéticos semestrales para verificar que las emisiones de MP no superen los 50 mg/m³ (conforme al artículo 32 del PDA de Los Ángeles) y, en caso de detectar excedencias, adoptar oportunamente medidas correctivas que aseguren el cumplimiento de dicho límite.
- 2) Seguimiento de las acciones y reporte a la SMA.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial)	COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$)	
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A	
	N/A			N/A		
	Forma de Implementación					

	N/A					
--	-----	--	--	--	--	--

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN (fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A	Impedimentos
	N/A			N/A		N/A
	Forma de Implementación			N/A		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	N/A			Reporte final		N/A
				N/A		

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
	Acción			Reportes de avance		Impedimentos

5	Realizar muestreos isocinéticos semestrales para verificar que las emisiones de MP no superen los límites del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.	Fecha de inicio: 1 mes desde que se encuentre finalizada la acción de implementación del sistema de abatimiento y que la caldera se encuentre en estado de factibilidad de que se realicen los muestreos. Fecha de término: 18 meses, a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdC.	Realización de muestreos isocinéticos semestrales, en que la medición de las emisiones de MP no supere el límite establecido en el Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.	Envío de reportes semestrales de muestreos isocinéticos realizados por la empresa externa, y la factura asociada al monitoreo respectivo.	\$1.700 por muestreo.	N/A
	Forma de Implementación Realizar los muestreos isocinéticos cada seis meses, con el objeto de verificar que los resultados cumplan con el límite de emisión de MP establecido en el artículo 32 del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna Los Ángeles (50 mg/m³N o menos). Los muestreos serán realizados por una empresa externa, la cual podrá ser una Empresa Técnica de Fiscalización Ambiental ("ETFA").			Reporte final Envío de los reportes semestrales de muestreos isocinéticos realizados por la empresa externa.		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento N/A
6	Acción	De acuerdo al plan de seguimiento del plan de acciones y metas del presente PdC.	Comprobantes electrónicos generados por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.	Reportes de avance	\$0	Impedimentos
	Cargar el PdC e informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales (SPDC) que la SMA disponga al efecto para implementar el PdC.			Esta acción no requiere un reporte o medio de verificación específico, y una vez ingresado los reportes y/o medios de verificación para las restantes acciones, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en que se implemente el SPDC.		N/A
	Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones

							asociadas al impedimento
	Dentro del plazo y según la frecuencia establecida en la resolución que apruebe el PdC, se accederá al sistema digital que la SMA disponga al efecto para implementar el SPDC y se cargará el PdC y la información relativa al reporte inicial, los reportes de avance o el informe final de cumplimiento, según se corresponda con las acciones reportadas, así como los medios de verificación para acreditar el cumplimiento de las acciones comprometidas. Una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.				Esta acción no requiere un reporte o medio de verificación específico, y una vez ingresado los reportes y/o medios de verificación para las restantes acciones, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en que se implemente el SPDC.		N/A

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	
N/A	Acción	N/A	N/A	N/A	Reportes de avance	N/A	
	N/A				N/A		
	Forma de implementación				Reporte final		

	N/A				N/A		
--	-----	--	--	--	-----	--	--

3. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS

3.1 REPORTE INICIAL

REPORTE ÚNICO DE ACCIONES EJECUTADAS Y EN EJECUCIÓN.

PLAZO DEL REPORTE (en días hábiles)	N/A	Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	N/A	N/A
	N/A	N/A
	N/A	N/A

3.2 REPORTES DE AVANCE

REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR.

TANTOS REPORTES COMO SE REQUIERAN DE ACUERDO A LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES REPORTADAS Y SU DURACIÓN

PERIODICIDAD DEL REPORTE (Indicar periodicidad con una cruz)	Semanal		A partir de la notificación de aprobación del Programa. Los reportes serán remitidos a la SMA en la fecha límite definida por la frecuencia señalada. Estos reportes incluirán la información hasta una determinada fecha de corte comprendida dentro del periodo a reportar.
	Bimensual (quincenal)		
	Mensual		
	Bimestral		
	Trimestral		
	Semestral	X	
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar	
	1	Instalación de un nuevo sistema de abatimiento en las calderas ubicadas en la Planta de Los Ángeles de Copeval.	
	2	Instalación de un termómetro digital para medir la temperatura del ducto (chimenea) de evacuación de gases de la caldera, registrando fecha y hora.	

	3	Establecimiento de un protocolo de gestión de episodios críticos y estrategia de difusión.
	4	Capacitaciones al personal de operaciones en la aplicación del protocolo de gestión de episodios críticos y en el cumplimiento del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.
	5	Realizar muestreos isocinéticos semestrales para verificar que las emisiones de MP no superen los límites del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.
	6	Cargar el PdC e informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el PdC.

3.3 REPORTE FINAL

REPORTE ÚNICO AL FINALIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.

PLAZO DE TÉRMINO DEL PROGRAMA CON ENTREGA DEL REPORTE FINAL	30	Días hábiles a partir de la finalización de la acción de más larga data.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	1	Instalación de un nuevo sistema de abatimiento en las calderas ubicadas en la Planta de Los Ángeles de Copeval.
	2	Instalación de un termómetro digital para medir la temperatura del ducto (chimenea) de evacuación de gases de la caldera, registrando fecha y hora.
	3	Establecimiento de un protocolo de gestión de episodios críticos y estrategia de difusión.
	4	Capacitaciones al personal de operaciones en la aplicación del protocolo de gestión de episodios críticos y en el cumplimiento del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.
	5	Realizar muestreos isocinéticos semestrales para verificar que las emisiones de MP no superen los límites del Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles.
	6	Cargar el PdC e informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el PdC.

[illegible]

La presente copia de escritura pública es testimonio fiel de su original, que se encuentra inserto en el protocolo que he tenido a la vista, correspondiente a la notaría ROBERTO CIFUENTES ALLEL, de fecha 17-05-2022, repertorio 5294, y que corresponde a ACTA.

Certifico que al margen de la matriz de la escritura que da cuenta esta copia, a esta fecha, no hay nota alguna que revoque o deje sin efecto, tanto el mandato como poderes, y/o la delegación de estos. A la vez certifico que no hay nota alguna que revoque, rescilie o deje sin efecto, el acto que da cuenta la presente copia.

Firmado electrónicamente con fecha 20 de febrero de 2024 en Santiago.

Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.-

VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**





MR. REPERTORIO N°5.294/2022

OT: 659

REDUCCIÓN A ESCRITURA PÚBLICA

ACTA DUOCENTECIMA SEPTUAGÉSIMA SEXTA SESION DE DIRECTORIO

SOCIEDAD COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A.

Se otorga igual
con esta fecha
Santiago, 18 de
Noviembre de 2022.



COPIA CERTIFICADA

EN SANTIAGO DE CHILE, a diecisiete de mayo de dos mil veintidós, ante
mí, **ROBERTO ANTONIO CIFUENTES ALLEL**, Abogado, Notario Público,
Titular de la Cuadragésimo Octava Notaría de Santiago, domiciliado en esta
ciudad, en Avenida Apoquindo número tres mil setenta y seis, oficina seiscientos
uno, comuna de Las Condes, Región Metropolitana de Santiago, comparece:
don **JAIME ESTEBAN CORTÉS RIVAS**, chileno, casado, abogado, cédula de
identidad número [REDACTED]

doce guion nueve, domiciliado en Avenida Manuel Rodríguez número mil
[REDACTED]

acredita su identidad con la cédula antes mencionada, y expone: Que
debidamente facultado viene en reducir a escritura pública las partes pertinentes
de la **DUOCENTECIMA SEPTUAGÉSIMA SEXTA SESION DE DIRECTORIO**





Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.- VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**

de **SOCIEDAD COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A.**, celebrada con fecha **siete de marzo de dos mil veintidós**, y declara que ésta se encuentra firmada por los señores Gonzalo Martino González, Fernando Marín Errázuriz, Oscar Chemerinski, Pedro Ariztía Fuenzalida, Pablo Armas Vigneaux, Julio Jaraquemada Ledoux, Benjamín Fernández Martínez, Enrique Vargas Brignardello, Secretario del Directorio y Marcelo Da Silva Lessa, Gerente General; y que ésta se encuentra adherida al libro de actas de la Sociedad, cuyo tenor es el siguiente: **"ACTA DE LA DUOCENTECIMA SEPTUAGÉSIMA SEXTA SESION DE DIRECTORIO DE SOCIEDAD COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A. Tres.- REVOCACIÓN DE PODERES VIGENTES Y OTORGAMIENTO DE NUEVOS PODERES.**- El Presidente señala a los

Directores que se hace necesario otorgar una nueva estructura de poderes. Luego de un debate por parte del Directorio, la unanimidad de sus miembros aprueba los nuevos poderes sometidos a su consideración para representar a **SOCIEDAD COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A.**, cuyo texto es el siguiente: **FACULTADES LETRA A)**: Se confiere poder especial a los señores don **MARCELO DA SILVA LESSA**, Especialista en Finanzas, cédula de extranjero número veintiséis millones seiscientos veintiún mil quinientos dos guion nueve; don **ENRIQUE ADOLFO HOTT CARRASCO**, Ingeniero Civil Industrial, cédula nacional de identidad número diez millones quinientos dos mil quinientos noventa y uno guion dos; y don **OSVALDO ENRIQUE PARADA LIZANA**, Ingeniero Agrónomo, cédula nacional de identidad número ocho millones seiscientos treinta y un mil novecientos cuarenta y cuatro guion seis para que, actuando dos cualesquiera de ellos conjuntamente; o bien, uno cualquiera de ellos conjuntamente con uno cualquiera de los señores que se indican a continuación: don **JORGE ANDRÉS LORENZONI URZÚA**, Ingeniero

[Redacted Signature] **JAIME ESTEBAN**

CORTÉS RIVAS, Abogado, cédula nacional de identidad número [Redacted]

[Redacted Signature] don

Notaría Cifuentes

Roberto Antonio Cifuentes Allel



GONZALO ZAÑARTU ROZAS, Técnico Agrícola, cédula nacional de identidad número [REDACTED]; don

GABRIEL CLEMENTE INFANTE ARNOLDS, Ingeniero Agrónomo, cédula nacional de identidad número [REDACTED]

[REDACTED] don **OSCAR FREDY GARRIDO EUGENIN**, ingeniero agrónomo, cédula nacional de identidad número [REDACTED]

[REDACTED] quienes actuando de la manera antes señalada y sin que la enumeración siguiente sea limitativa de su actuar, puedan realizar los siguientes actos y contratos: **EN EL ORDEN BANCARIO Y COMERCIAL**: abrir

cuentas corrientes bancarias de depósito y de crédito, líneas de sobregiros en cuenta corriente bancaria y girar y sobregirar en ellas contando con la autorización del respectivo banco; retirar talonarios de cheques de esas cuentas corrientes, aceptar o impugnar saldos en cuentas corrientes, depositar, revalidar y solicitar el protesto de cheques, firmar tales protestos cuando ello correspondiere en derecho; abrir y cerrar cuentas de ahorro a plazo o a la vista y operar en ellas, efectuando giros y depósitos; solicitar créditos o préstamos de cualquier naturaleza y bajo cualquier forma que ellos fueren y constituir las garantías hipotecarias y prendarias que al efecto se requieran, ante todo tipo de bancos e instituciones financieras y dentro de las limitaciones establecidas al final de este título; realizar operaciones bancarias mediante firmas electrónicas y realizar transferencias bancarias y cualquier otra que sea factible de efectuar electrónicamente con los bancos y proveedores con los cuales opera la Sociedad y todas las demás operaciones de orden bancario que fueren necesarias para el desarrollo de ésta; suscribir, girar, aceptar, reaceptar, tomar, descontar y endosar en dominio, cobro o en garantía de obligaciones propias de la sociedad, pagarés, letras de cambio, libranzas y otros documentos o efectos de comercio; colocar dinero en Depósito a Plazo o a la Vista, en moneda nacional o extranjera, reajustables o no reajustables; cobrar, renovar y percibir estos depósitos, efectuar inversiones en fondos mutuos de renta fija o variable y, en general operar en el mercado de capitales en las condiciones habituales del



Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada. - Ley N° 19.799 - Auto acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006. - VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**





mismo o en las condiciones que se estimen prudentes, pudiendo al efecto suscribir toda clase de documentos, recibir certificados de depósitos a plazo o a la vista y transferirlos y endosarlos en dominio, garantía u otra forma y constituir prenda sobre ellos o sobre los créditos que representan, cobrarlos y negociarlos en general; tomar boletas bancarias de garantía; tomar y rescatar todo tipo de fondos mutuos; comprar y vender acciones y valores cualesquiera que ellos fueren; contratar cajas de seguridad y operar en ellas y cobrar y percibir judicial y extrajudicialmente cuanto se adeude a la Sociedad; celebrar toda clase de contratos de leasing, leaseback de bienes muebles e inmuebles, con la limitación que se indica al final de este título; realizar operaciones de swaps, cross currency swap, back to back loans y parallel loans, futuros, opciones, forwards y toda clase de instrumentos derivados; suscribir actas de avenimiento; celebrar contratos de factoring, descontar todo tipo de documentos y ceder créditos y derechos y aceptar cesiones de los mismos; otorgar recibos, cancelaciones, autorizaciones, finiquitos y alzamientos en general y a modo ejemplar, de todo tipo de gravámenes y cauciones; pagar las deudas contraídas en representación de la Sociedad; retirar giros, depósitos y encomiendas y correspondencia aún certificada y celebrar contratos de novación bajo cualquier forma que ellos fueren, ya sea por cambio de obligación, la sustitución de la causa o el objeto de la obligación, la sustitución del acreedor y/o la sustitución del deudor; Constituir warrants con cualquier almacenista y en favor de cualquier acreedor, y para garantizar cualquier tipo de operaciones de crédito y prorrogarlos, renovarlos, redimirlos total o parcialmente y, en general, convenir en todo lo que se estime menester respecto de este tipo de prenda, incluso transferir el derecho real de prenda; Endosar certificados de depósito y vales de prenda extendidos en favor de la sociedad por almacenistas legalmente establecidos, recuperarlos y endosarlos y transferirlos cuantas veces sea menester, transfiriendo incluso la mercadería constituida en warrant Se faculta a los mandatarios para delegar en todo o en parte las facultades aquí indicadas.

Limitaciones: En cuanto a la facultad de solicitar créditos o préstamos de

COPIA CERTIFICADA



cualquier naturaleza y bajo cualquier forma que ellos fueren, ante todo tipo de entidades bancarias e instituciones financieras, se establece como limitación que cuando dichas operaciones consistan en créditos hipotecarios con plazo superior a un año, constitución de hipotecas de garantía general y operaciones de leasing o leaseback de bienes inmuebles, esta facultad deberá ser ejercida de la forma que se expresa a continuación: uno cualquiera de los señores don **MARCELO DA SILVA LESSA**, don **ENRIQUE ADOLFO HOTT CARRASCO** y/o **OSVALDO ENRIQUE PARADA LIZANA** deberá actuar conjuntamente con uno cualquiera de los señores **GONZALO FERNANDO MARTINO GONZALEZ**, Empresario, cédula nacional de identidad número seis millones novecientos veintisiete mil quinientos ochenta y uno guion ocho y/o **FERNANDO GUILLERMO MARIN ERRÁZURIZ**, Abogado, cédula nacional de identidad número siete millones treinta y tres mil setecientos sesenta y dos guion dos; o bien, actuando estos dos últimos conjuntamente. Estas facultades podrán ser delegadas en todo o en parte, actuando en la forma indicada en estas limitaciones; **EN EL ORDEN DEL COMERCIO INTERNACIONAL**: celebrar contratos de representación, compraventa y de arbitraje a futuro de monedas extranjeras; efectuar importaciones y exportaciones y toda clase de operaciones de comercio exterior y cambios internacionales, suscribir informes, registros y anexos, contratar y modificar acreditivos y cartas de créditos en moneda extranjera, hacer declaraciones juradas; **EN EL ORDEN DE ADMINISTRACIÓN Y DISPOSICIÓN DE BIENES**: celebrar contratos de concesión, distribución, representación u otros de carácter civil o comercial; Comprar y vender bienes muebles, acciones y valores cualesquiera que ellos fueren; Dar y tomar en arrendamiento bienes muebles e inmuebles y convenir las condiciones de esos contratos; dar y recibir bienes en prenda de cualquiera naturaleza jurídica; aceptar la constitución de todo tipo de garantías reales o personales a favor de la sociedad, y alzarlas cuando procedan; celebrar toda clase de contratos de warrants, depósito, agencia, consignación y administración, de servidumbre, usufructo, uso y habitación, de comodato, préstamo o mutuo, de anticresis, de



Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada. Ley N° 19.799 - Auto acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.- VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**





seguros, u otros de carácter civil o comercial; cobrar y percibir judicial y extrajudicialmente cuanto se adeude a la Sociedad; Ejercer todos los actos que sean menester para interrumpir toda clase de prescripciones, de corto o largo plazo, ordinarias o extraordinarias, adquisitiva o extintiva; Oponerse a toda expropiación o acto de autoridad que atente o menoscabe el patrimonio de la sociedad, reclamando contra el acto mismo o sus consecuencias, en particular en contra de las tasaciones que se efectúen en caso de expropiaciones. Oponerse y representar los actos de particulares o de Autoridades que afecten el patrimonio de la sociedad o sus bienes y deducir en contra de ellos toda clase de acciones judiciales o extrajudiciales; Celebrar contratos de confección de obra material por suma alzada o por administración delegada o por otras formas de administración, convenir en contratos de prestación de servicios para la sociedad representada o por ésta, conviniendo en ellos todas las cláusulas de la esencia, naturaleza o meramente accidentales; En general, celebrar toda clase de contratos nominados o innominados, como por ejemplo de transporte, de seguro, de depósito y consignación, de transacción, de arrendamiento de bienes muebles o inmuebles, con o sin opción de compra, avíos, igualas, de comisión, mandatos, de transporte marítimo, de explotación, etcétera, sin limitación, y en todos ellos convenir en las cláusulas de la esencia, naturaleza o meramente accidentales, sea que actúe como parte activa o pasiva. Obtener y constituir toda clase de servidumbres y constituir las o aceptarlas o renunciarlas, cederlas o transferirlas; Poner término a toda clase de contratos, rescindirlos, resciliarlos, anularlos, desahuciarlos, modificarlos o ponerles término por cualquier causa que convenga a los intereses de la sociedad; **EN EL ORDEN LABORAL:** celebrar contratos de trabajo, anexos a éstos y modificarlos y ponerles término en cualesquiera condiciones, firmar finiquitos, con la limitación que se indica a continuación; **Limitaciones:** En el evento de contratos de trabajo, anexos y modificaciones o complementos, cuya remuneración bruta pactada sea superior a cinco millones de pesos mensuales y/o para la suscripción de finiquitos cuyo monto a pagar sea superior a veintiocho millones de pesos, éstos deberán ser



suscritos conjuntamente por dos cualquiera de los señores **MARCELO DA SILVA LESSA, GONZALO FERNANDO MARTINO GONZALEZ** y/o **FERNANDO GUILLERMO MARIN ERRAZURIZ**, o actuando uno de estos conjuntamente con uno cualquiera de los otros apoderados indicados en esta

letra A); **EN EL ORDEN JUDICIAL**: Deducir denuncias, demandas de cualquiera naturaleza jurídica y querellas y ratificar todas ellas; designar abogados y procuradores, designar árbitro de derecho o mixtos; actuar con todas las facultades indicadas en ambos incisos del artículo séptimo del Código de Procedimiento Civil, las que se dan por expresamente reproducidas; **DE**

ACTUACIÓN Y REPRESENTACION: Constituir sociedades de cualquier tipo, pudiendo modificar, transformar, fusionar, dividir, rectificar y/o sanear cualquier sociedad en la que la sociedad sea accionista, socia o miembro, con todas las facultades para realizar cualquiera de las actuaciones señaladas precedentemente; representar a la Sociedad ante organismos públicos o privados y ante comunidades y asociaciones de todo tipo de las que la Sociedad sea socia o miembro, con amplias facultades e incluso con derecho a voto; suscribir documentos, convenios, contratos; representar a la Sociedad ante toda clase de autoridades, instituciones y personas, especialmente y sin que la enumeración sea taxativa sino meramente ejemplar, ante Ministerios, Servicios e Instituciones tales como: Instituto de Previsión Social, Instituto de Normalización Previsional, Comisión para el Mercado Financiero, Fiscalía Nacional Económica, Ministerio de Economía y Turismo, Servicio de Impuestos Internos, Tesorería General de la República, Dirección del Trabajo, Servicio Agrícola y Ganadero, Servicio Nacional de Salud, Comisión Nacional de Medio Ambiente, Corporación de Fomento, Intendencias, Gobernaciones, Municipalidades, Servicio de Registro Civil e Identificación, Servicios de Correos, Dirección del Trabajo, Inspección del Trabajo, Servicio Agrícola y Ganadero, Servicio Nacional de Salud, Comisión Nacional de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Comisión Nacional de Riego, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Instituto Nacional de





Desarrollo Agropecuario; y en general, presentar solicitudes, reclamos y documentos ante cualquier autoridad del sector público o privado, actuando con amplias facultades dentro del giro ordinario de la Sociedad; **DE DELEGAR**: Se faculta a los mandatarios de esta letra para delegar en todo o en parte las facultades señaladas.- **FACULTADES LETRA B)**: Se acuerda conferir poder a don **MARCELO DA SILVA LESSA**, don **ENRIQUE ADOLFO HOTT**, don **OSVALDO ENRIQUE PARADA LIZANA**, don **JORGE ANDRÉS ANZONI URZÚA**, don **JAIME ESTEBAN CORTÉS RIVAS**, don **GONZALO ARTU ROZA**, don **OSCAR FREDY GARRIDO EUGENIN**, todos los; don **CLAUDIO ANDRÉS CONTRERAS RIVAS**, Ingeniero la nacional de identidad número [REDACTED] don **GABRIEL CLEMENTE OLDS**, Ingeniero Agrónomo, cédula nacional de identidad [REDACTED] millones [REDACTED] para que, entamente dos cualquiera de ellos, o uno cualquiera de ellos con don **ANDRÉS HELMUT BENARD JORQUERA**, Ingeniero cédula nacional de identidad número [REDACTED] don **PABLO FARO LUCERO**, Ingeniero Agrónomo, cédula nacional de [REDACTED] os; o don **MAURICIO ANTONIO CABRERA MAÑAN**, Contador, de identidad número [REDACTED] o guion [REDACTED] puedan celebrar en representación de la Sociedad, actos y contratos: **EN EL ORDEN BANCARIO**: Girar y sobregirar en cuentas corrientes bancarias de depósito y de crédito contando con la autorización del respectivo banco; retirar talonarios de cheques de esas cuentas corrientes, aceptar o impugnar saldos en cuentas corrientes, depositar, revalidar y solicitar el protesto de cheques, firmar tales protestos cuando ello correspondiere en derecho; solicitar créditos o préstamos de cualquier naturaleza y bajo cualquier forma que ellos fueren y constituir las garantías

CERTIFI
DA



Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto
acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.-
VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**

prendarias que al efecto se requieran, ante todo tipo de bancos e instituciones financieras y dentro de las limitaciones establecidas al final de este título; realizar operaciones bancarias mediante firmas electrónicas y realizar transferencias bancarias y cualquier otra que sea factible de efectuar electrónicamente con los bancos y proveedores con los cuales opera la Sociedad y todas las demás operaciones que fueren necesarias para el desarrollo de ésta; suscribir, girar, aceptar, reaceptar, tomar, descontar y endosar en dominio, cobro o en garantía de obligaciones propias de la sociedad, pagarés, letras de cambio, libranzas y otros documentos o efectos de comercio; colocar dinero en depósitos a plazo y a la vista, en moneda nacional o extranjera, reajustables o no reajustables; cobrar renovar y percibir estos depósitos; tomar boletas bancarias de garantía; tomar y rescatar todo tipo de fondos mutuos; ceder créditos y aceptar cesiones; renovar créditos o prestamos de cualquier naturaleza que estos sean y bajo cualquier forma o condición que ellos fueren, otorgados a la sociedad por Bancos e Instituciones Financieras nacionales o extranjeras; contratar cajas de seguridad y operar en ellas; cobrar y percibir judicial y extrajudicialmente cuanto se adeudare a la sociedad, y otorgar recibos, cancelaciones, alzamientos y finiquitos; pagar las deudas contraídas en representación de la Sociedad; celebrar toda clase de contratos de leasing de bienes muebles, warrants y factoring, con la limitación que se indica a continuación. Se faculta a los mandatarios para delegar en todo o en parte las facultades aquí indicadas. **Limitaciones:** En cuanto a la facultad de solicitar créditos o préstamos de cualquier naturaleza y bajo cualquier forma que ellos fueren, se establece que esta facultad otorgada a los apoderados señalados precedentemente, tiene un límite máximo por operación de tres mil millones de pesos y un plazo máximo de un año por operación, pudiendo materializar el número de operaciones que ellos determinen. Además, estas operaciones no podrán consistir en créditos hipotecarios, y operaciones de leasing o leaseback de bienes inmuebles; **EN EL ORDEN DEL COMERCIO INTERNACIONAL:** efectuar importaciones y exportaciones y toda clase de operaciones de comercio





Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto
acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.-
VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**

exterior y cambios internacionales; suscribir informes, registros y anexos, contratar y modificar acreditivos y cartas de crédito en moneda extranjera; hacer declaraciones juradas; **EN EL ORDEN COMERCIAL, DE ADMINISTRACIÓN Y DISPOSICIÓN DE BIENES:** Suscribir contratos de depósito, de mandato, de servidumbre, usufructo, uso y habitación, de comodato, préstamo o mutuo, de anticresis, de seguros u otros de carácter civil o comercial; comprar, vender y arrendar toda clase de bienes muebles, acciones y valores cualquiera que ellos fueren con la limitación que se indica al final de este título; retirar encomiendas y correspondencia aún certificada y giros de cualquiera naturaleza; celebrar contratos de arrendamiento de bienes raíces y convenir las condiciones de esos contratos con cualquiera de las filiales de la sociedad; recibir bienes en prenda de cualquier naturaleza jurídica; aceptar la constitución de todo tipo de garantías reales o personales a favor de la sociedad, y alzarlas cuando procedan; cobrar y percibir judicial y extrajudicialmente cuanto se adeude a la Sociedad; Ejercer todos los actos que sean menester para interrumpir toda clase de prescripciones, de corto o largo plazo, ordinarias o extraordinarias, adquisitiva o extintiva; Oponerse a toda expropiación o acto de autoridad que atente o menoscabe el patrimonio de la sociedad, reclamando contra el acto mismo o sus consecuencias, en particular en contra de las tasaciones que se efectúen en caso de expropiaciones. Oponerse y representar los actos de particulares o de Autoridades que afecten el patrimonio de la sociedad o sus bienes y deducir en contra de ellos toda clase de acciones judiciales o extrajudiciales; En general, celebrar toda clase de contratos nominados o innominados, como por ejemplo de transporte, de seguro, de depósito y consignación, de transacción, de arrendamiento de bienes muebles o inmuebles, con o sin opción de compra, avíos, igualas, de comisión, mandatos, de transporte marítimo, de explotación, etcétera, sin limitación, y en todos ellos convenir en las cláusulas de la esencia, naturaleza o meramente accidentales, sea que actúe como parte activa o pasiva. Obtener y constituir toda clase de servidumbres y constituir las o aceptarlas o renunciarlas, cederlas o transferirlas; Poner término a toda clase de



contratos, rescindirlos, resciliarlos, anularlos, desahuciarlos, modificarlos o ponerles término por cualquier causa que convenga a los intereses de la sociedad. **Limitación:** En cuanto a la facultad de vender bienes muebles, acciones y valores que forman parte del activo de la sociedad, ésta no podrá ser ejercida en contratos cuyo precio sea igual o superior a diez millones de pesos;

EN EL ORDEN LABORAL: celebrar contratos de trabajo, modificarlos y ponerles término en cualquier forma y firmar finiquitos, con la limitación que se indica a continuación; **Limitaciones:** Cuando se trate de contratos de trabajo, anexos y modificaciones o complementos cuya remuneración bruta pactada sea

igual o superior a dos millones quinientos mil pesos mensuales e inferior a cinco millones de pesos y/o para la suscripción de finiquitos cuyo monto a pagar sea

igual o superior a cinco millones de pesos e inferior a veintiocho millones de pesos, éstos solo podrán ser suscritos conjuntamente por dos cualquiera de las

siguientes personas: don **MARCELO DA SILVA LESSA**, don **ENRIQUE HOTT CARRASCO**, don **OSVALDO ENRIQUE PARADA LIZANA**, don **JORGE**

ANDRÉS LORENZONI URZÚA, don **JAIME ESTEBAN CORTÉS RIVAS**, don **GONZALO ZAÑARTU ROZAS**, don **GABRIEL CLEMENTE INFANTE**

ARNOLDS y don **OSCAR FREDY GARRIDO EUGENIN**. En el caso de montos superiores a los límites aquí indicados, deberán concurrir los apoderados

conforme lo establecido en la letra A) precedente; **EN EL ORDEN JUDICIAL:** deducir denuncias, demandas de cualquiera naturaleza jurídica y querellas y

ratificar todas ellas; designar abogados, procuradores, árbitros tanto de derecho como arbitradores; actuar con todas las facultades indicadas en ambos incisos

del artículo séptimo del Código de Procedimiento Civil, las que se dan por expresamente reproducidas; **DE REPRESENTACION:** representar a la

Sociedad ante toda clase de autoridades, instituciones y personas, especialmente, y sin que la enumeración sea taxativa sino meramente ejemplar,

ante Ministerios e Instituciones de Previsión Social, tales como: Instituto de Previsión Social, Instituto de Normalización Previsional, Comisión para el

Mercado Financiero, Fiscalía Nacional Económica, Ministerio de Economía y



Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.- VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**





Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto
acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.-
VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**

Turismo, Servicio de Impuestos Internos, Tesorería General de la República, Dirección del Trabajo, Servicio Agrícola y Ganadero, Servicio Nacional de Salud, Comisión Nacional de Medio Ambiente, Corporación de Fomento, Intendencias, Gobernaciones, Municipalidades, Servicio de Registro Civil e Identificación, Servicios de Correos, Dirección del Trabajo, Inspección del Trabajo, Servicio Agrícola y Ganadero, Servicio Nacional de Salud, Comisión Nacional de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Comisión Nacional de Riego, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario; y en general, presentar solicitudes, reclamos y documentos ante cualquier autoridad del sector público o privado, actuando con amplias facultades dentro del giro ordinario de la Sociedad; **DE DELEGAR:** Se faculta a los mandatarios de esta letra para delegar en todo o en parte las facultades aquí señaladas.- **FACULTADES LETRA C):** Se acuerda conferir poder especial a don **ANDRÉS HELMUT BENARD JORQUERA**; don **JAIME ESTEBAN CORTÉS RIVAS**; don **PABLO ANDRÉS ALFARO LUCERO**; don **GABRIEL CLEMENTE INFANTE ARNOLDS**; don **OSCAR FREDY GARRIDO EUGENIN**; don **MAURICIO ANTONIO CABRERA MAÑAN**; y don **CLAUDIO ANDRÉS CONTRERAS RIVAS**, todos ya individualizados; para que actuando conjuntamente dos cualesquiera de ellos puedan celebrar en representación de la Sociedad los siguientes actos y contratos: **EN EL ORDEN BANCARIO:** girar en las cuentas corrientes bancarias de la Sociedad ya existentes; ceder créditos y aceptar cesiones; colocar dinero en depósitos a plazo y a la vista, reajustables o no reajustables, en moneda nacional o extranjera; cobrar, renovar y percibir estos depósitos, tomar boletas bancarias de garantía; tomar y rescatar todo tipo de fondos mutuos; contratar cajas de seguridad y operar en ellas; retirar talonarios de cheques, aceptar o impugnar saldos en cuentas corrientes; firmar el protesto de cheques cuando ello corresponda; girar, tomar, endosar en cobro y colocar en cobranza bancaria pagarés, letras de cambio, libranzas y otros documentos de comercio; cobrar y percibir judicial y extrajudicialmente cuanto se adeudare a



Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.- VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV-SU4FRC-W209890**

Julian Miranda Osses

la sociedad, y otorgar recibos, cancelaciones, alzamientos y finiquitos; pagar las deudas contraídas en representación de la Sociedad. Se faculta a los mandatarios para delegar en todo o en parte las facultades aquí indicadas;

ACTOS DE ADMINISTRACIÓN Y DISPOSICIÓN DE BIENES: recibir bienes en prenda de cualquier naturaleza jurídica; aceptar la constitución de todo tipo de garantías reales o personales a favor de la sociedad; recibir bienes en hipoteca; retirar encomiendas y correspondencia aún certificada y giros de cualquiera naturaleza; cobrar y percibir judicial y extrajudicialmente cuanto se adeude a la Sociedad; ejercer todos los actos que sean menester para interrumpir toda clase de prescripciones, de corto o largo plazo, ordinarias o extraordinarias, adquisitiva o extintiva; Oponerse a toda expropiación o acto de autoridad que atente o menoscabe el patrimonio de la sociedad, reclamando contra el acto mismo o sus consecuencias, en particular en contra de las tasaciones que se efectúen en caso de expropiaciones. Oponerse y representar los actos de particulares o de Autoridades que afecten el patrimonio de la sociedad o sus bienes y deducir en contra de ellos toda clase de acciones judiciales o extrajudiciales; **EN EL ORDEN LABORAL:** celebrar contratos de trabajo, modificarlos y ponerles término en cualquier forma y firmar finiquitos con la siguiente limitación; **Limitaciones:** Los apoderados indicados en uso de las facultades que les otorga esta letra no podrán suscribir contratos y anexos cuya remuneración bruta mensual pactada sea hasta dos millones quinientos mil pesos y/o para la suscripción de finiquitos cuyo monto a pagar sea hasta cinco millones de pesos. En el caso de montos superiores a los límites aquí indicados, deberán concurrir los apoderados conforme lo establecido en la letra A) o B) precedentes, según corresponda; **DE REPRESENTACION:** representar a la Sociedad ante toda clase de autoridades, instituciones y personas, especialmente, y sin que la enumeración sea taxativa sino meramente ejemplar, ante Ministerios e Instituciones de Previsión Social, tales como: Instituto de Previsión Social, Instituto de Normalización Previsional, Comisión para el Mercado Financiero, Fiscalía Nacional Económica, Ministerio de Economía y





Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto
acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.-
VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : **CV_SU4FRC-W209890**

Turismo, Servicio de Impuestos Internos, Tesorería General de la República, Dirección del Trabajo, Servicio Agrícola y Ganadero, Servicio Nacional de Salud, Comisión Nacional de Medio Ambiente, Corporación de Fomento, Intendencias, Gobernaciones, Municipalidades, Servicio de Registro Civil e Identificación, Servicios de Correos, Dirección del Trabajo, Inspección del Trabajo, Servicio Agrícola y Ganadero, Servicio Nacional de Salud, Comisión Nacional de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Comisión Nacional de Riego, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario; y en general, presentar solicitudes, reclamos y documentos ante cualquier autoridad del sector público o privado, actuando con amplias facultades dentro del giro ordinario de la Sociedad; **DE DELEGAR**: Se faculta a los mandatarios de esta letra para delegar en todo o en parte las facultades aquí señaladas.- **FACULTADES LETRA D)**: Se acuerda conferir poder especial a don **MARCELO DA SILVA LESSA** para que actuando por sí solo y anteponiendo su firma a la razón social de la Sociedad, pueda suscribir los siguientes actos y contratos: **EN EL ORDEN COMERCIAL**: recibir en pago de obligaciones que terceros mantengan para con la Sociedad, todo tipo de bienes muebles o inmuebles, corporales o incorporales y para enajenar y/o liquidar los mismos bienes; **EN EL ORDEN JUDICIAL**: deducir denuncias, demandas de cualquiera naturaleza jurídica y querellas y ratificar todas ellas; designar abogados y procuradores; actuar con todas las facultades indicadas en ambos incisos del artículo séptimo del Código de Procedimiento Civil, las que se dan por expresamente reproducidas; **DE REPRESENTACION**: concurrir en representación de la Sociedad: a) a todo tipo de subastas públicas, sean judiciales o no, estando especialmente facultado para hacer posturas y adjudicarse bienes inmuebles o muebles y suscribir las escrituras públicas o privadas correspondientes a dichas adjudicaciones, debiendo informar de estas adquisiciones o adjudicaciones al Directorio en la sesión inmediatamente siguiente a la fecha en que el mandatario haya ejercido las facultades que se le otorgan por el presente acto, y b) a todo tipo de remates



judiciales decretados en causas en las que la Compañía haya actuado como demandante o ejecutante, estando especialmente facultado para hacer posturas y adjudicarse bienes inmuebles o muebles; suscribir las escrituras públicas o privadas correspondientes a dichas adjudicaciones, pudiendo delegar las facultades señaladas en abogados de la sociedad y para enajenar y/o liquidar los mismos bienes muebles; representar a la Sociedad ante toda clase de autoridades, instituciones y personas, especialmente, y sin que la enumeración sea taxativa sino meramente ejemplar, ante Ministerios, Instituciones de Previsión Social, Instituto de Previsión Social, Superintendencia de Valores y Seguros, Servicio de Impuestos Internos, Tesorería General de la República, Corporación de Fomento, Intendencias, Gobernaciones, Municipalidades, Servicios de Correos, Dirección del Trabajo, Servicio Agrícola y Ganadero, Servicio Nacional de Salud, Comisión Nacional del Medio Ambiente; en general, presentar solicitudes y documentos ante cualquier autoridad del sector público o privado y delegar en parte el presente mandato.- **FACULTADES LETRA E)**: Finalmente, se faculta al Gerente General don **MARCELO DA SILVA LESSA** para que actuando conjuntamente con uno cualquiera de los señores **GONZALO FERNANDO MARTINO GONZALEZ** y/o **FERNANDO GUILLERMO MARIN ERRAZURIZ**, o bien, actuando estos últimos conjuntamente y anteponiendo sus firmas a la razón social, puedan suscribir los siguientes actos y contratos: **ACTOS DE ADMINISTRACIÓN Y DISPOSICIÓN DE BIENES**: establecer todos y cada uno de los términos y condiciones para la venta de todo tipo de bienes inmuebles que la sociedad se haya adjudicado en públicas subastas, remates o recibido en dación en pago y para que suscriban los contratos de promesa de compraventa y de compraventa respectivos y todos los instrumentos públicos o privados, minutas, planos, subdivisiones, aclaraciones y adjudicaciones necesarios a que dé lugar cada uno de los procesos de enajenación. Respecto de estas ventas, se deberá informar de los contratos celebrados al Directorio en la sesión inmediatamente siguiente a la fecha en





que se hayan ejercido las facultades que se otorgan por el presente acto.-
Quedan expresamente revocados todos los poderes conferidos con anterioridad, y en especial los contenidos en el Acta de la Duocentésima Cuadragésima Novena Sesión de Directorio reducida a escritura pública con fecha veintiocho de enero de dos mil veinte en la notaría de San Fernando de don Carlos Guzmán Baigorria, Repertorio número doscientos cuarenta y uno guion dos mil veinte.- **OTROS ACUERDOS:** El Directorio acuerda que en el caso de personas naturales o jurídicas relacionadas a Directores y Ejecutivos de **Sociedad Copeval Agroindustrias S.A.** o actuando personalmente por sí estos últimos nombrados, el otorgamiento de líneas de crédito para la compra de insumos y servicios, la repactación de deudas, la postergación en el pago de créditos para plazos superiores a noventa días, las postergaciones de pago de una misma operación después de la primera prórroga y sólo para montos superiores a las dos mil Unidades de Fomento, las postergaciones de pago de una misma operación después de la segunda prórroga cualquiera sea su monto, tendrán facultad de otorgamiento sólo el Gerente General don **MARCELO DA SILVA LESSA** conjuntamente con el Presidente o Vicepresidente del Directorio, o dos Directores cualesquiera conjuntamente.- El Presidente consulta a los Directores si existe algún otro tema que tratar en el punto varios de la tabla. Dado que ningún Director hace uso de la palabra, se da por terminada la sesión a las catorce cuarenta y cinco horas. Por último, el Directorio facultó a don **ENRIQUE VARGAS BRIGNARDELLO** y a don **JAIME CORTÉS RIVAS** para que, uno cualquiera de ellos, pueda reducir a escritura pública total o parcialmente el texto de la presente acta. Sobre los pies de firma de Gonzalo Martino González, Fernando Marín Errázuriz, Oscar Chemerinski, Pedro Ariztía Fuenzalida, Pablo Armas Vigneaux, Julio Jaraquemada Ledoux, Benjamín Fernández Martínez, Marcelo Da Silva Lessa, Gerente General, y Enrique Vargas Brignardello, Secretario del Directorio, hay nueve firmas". Conforme con su original. Solicitado por el abogado don Jaime Cortés Rivas. En

COPIA CERTIFICADA



comprobante y previa lectura, firma el compareciente el presente instrumento. Se otorga copia. Esta hoja corresponde a la REDUCCIÓN A ESCRITURA PÚBLICA ACTA DUOCENTECIMA SEPTUAGÉSIMA SEXTA SESION DE DIRECTORIO DE SOCIEDAD COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A.- Doy fe.-



Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada.- Ley N° 19.799 - Auto acordado de la Excm. Corte Suprema de Chile, con fecha 10 de Octubre de 2006.- VERIFIQUE EN www.ajs.cl ingresando el código : CV_SU4FRC-W209890

JAIME ESTEBAN CORTÉS RIVAS

C. [REDACTED]



COPIA CERTIFICADA

TOTAL : 76.000-

O.T. N° 659

FECHA: 19-5-22



2022659



OFERTA SERVICIOS

GSMI CHILE SpA.

COTIZACION N°GS-25-440

SEÑORES : **Copeval**
ATENCIÓN SR : **Miguel Ángel Monsalva**
REFERENCIA : **Sistema de Ventilación**

Natalia López
Ventas
GSMI Chile SpA.
Móvil: +56 9 6898 4268
Mail: n.lopez@gsmichile.cl

Edgardo Pérez
Gerente de Ventas
GSMI Chile SpA.
Móvil: +56 9 3381 1578
Mail: e.perez@gsmichile.cl

Fadi Alali
Gerente General
GSMI Chile SpA
Fijo: +56 22 210 8040
Mail: f.alali@gsmichile.cl



Síguenos en todas nuestras plataformas,
@GSMIChile.

Camino el Otoño 726 – Lampa – Santiago – Chile
www.gsmichile.cl
ventas@gsmichile.cl

1. INTRODUCCIÓN

En GSMI SPA., somos una empresa con vasta experiencia en el mercado, dedicados al suministro de diversos equipos relacionados a la minería y a los procesos industriales Heavy Duty, con esto, logramos abarcar todos los requisitos generales y especiales de nuestros clientes. Nuestros productos son aplicables a diversos sectores industriales y mercados, tales como Minería, Cementeras, Protección ambiental, Plantas de energía, Tratamiento de aguas residuales urbanas, Tratamiento de gases de combustión, Industria petrolera, Petroquímica, Vulcanización de gas, Desulfuración de agua de mar, Papeleras, Metalurgia, Productos farmacéuticos, Industria de metales no ferrosos, Suministro de aire a alta presión, Barros de minerales, Transmisión de energía, etc.

Nuestros principales Productos y Servicios son: Bombas de lodo y agua, Agitadores, Soplador centrífugo de alta velocidad de una etapa, Soplador centrífugo de alta presión de varias etapas, Lavadores de Gases, Torres de enfriamientos, Ductos, Estanques Cilíndricos y rectangulares, Pipping, Grating, Celdas de polímero para hormigón, Motores eléctricos, Rodamientos, Ductería PVC Impelente para minería, Ductería espiral para Túneles, Cables de media y alta tensión, sala eléctrica, Transformadores, CCM, Tablero de fuerza y control y fuerza, PLC, Evaporadores industriales, Válvulas industriales, Agitadores, Sistema de Alto vacío, Correas transportadoras, Accesorios y complementos de sistema de transporte mediante correa, Sistemas supresores de polvo, Filtros de Manga, Filtros Cartridge, Ventiladores Centrífugos y Axiales, entre otros.



TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	EXPERIENCIA GSMI SpA.	5
3.	ALCANCES	7
3.1.	SERVICIO DE INGENIERIA DE DETALLES.....	7
3.2.	SERVICIO DE FABRICACION Y SUMINISTRO	7
4.	OFERTA TÉCNICA	10
4.1.	CICLON.....	10
4.2.	FILTRO DE MANGAS	11
4.2.1.	Mangas filtrantes lisas.....	12
4.2.2.	Canastillos porta manga lisa.....	12
4.2.3.	Mangas filtrantes plisadas.....	13
4.2.4.	Sistema de limpieza Jet-pulse	14
4.2.5.	Tarjeta secuenciadora	15
4.2.6.	Válvula diafragma integradas.....	16
4.2.7.	Sistema de descarga de tolva	17
4.2.7.1	Válvula rotativa	17
4.3.	VENTILADOR CENTRÍFUGO.....	18
4.3.1.	Modelo TV	18
4.3.2.	Motor Eléctrico.....	19
4.4.	TABLERO DE FUERZA Y CONTROL LOCAL	20
4.5.	INSTRUMENTACIÓN	21
4.5.1.	Tarjeta Secuenciadora con módulo diferencial de presión.....	21
4.5.2.	Sensor nivel de tolva	22
4.5.3.	Sensor manga rota	24
4.5.1.	Sensor de velocidad cero	26
5.	ESPECIFICACION TECNICA DE LOS SUMINISTROS	29
5.1.	FILTRO MANGAS LISA.....	29
5.2.	ALTERNATIVA, FILTRO MANGAS PLISADA.....	30
5.3.	VENTILADOR CENTRIFUGO.....	31
6.	PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS	32
6.1.	ENSAYOS DE EQUIPOS*	32
7.	OFERTA ECONOMICA	33
7.1.	Fabricación y suministro	33

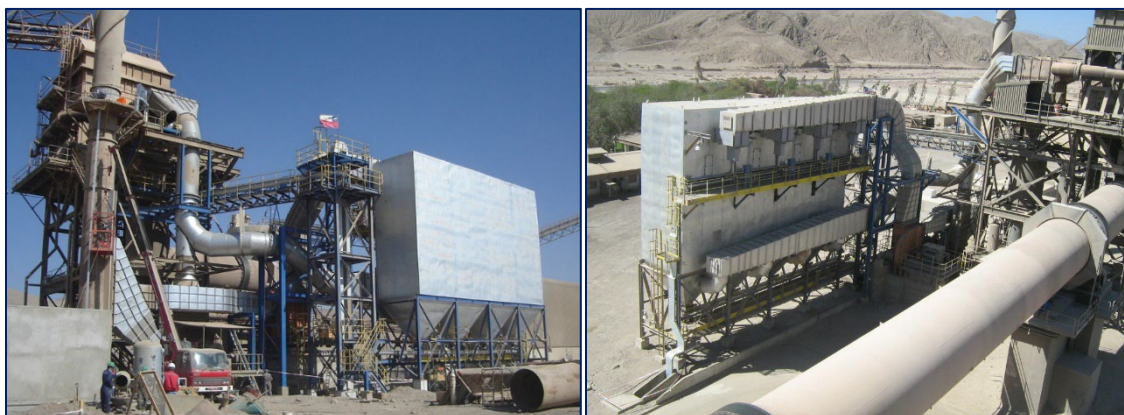
7.2.	Asistencia en terreno	¡Error! Marcador no definido.
7.3.	Ingeniería de detalles	37
7.4.	Resumen oferta económica	38
7.5.	Resumen oferta económica alternativa	38
8.	PROGRAMA DE ENTREGA	39
8.1.	SUMINISTROS	39
8.2.	LISTADO DE HERRAMIENTAS ESPECIALES	39
9.	CONDICIONES COMERCIALES.....	39
10.	GARANTIAS	39
11.	EXCLUSIONES	40
12.	ANEXOS.	41
12.1.	ANEXO 1: "NORMAS APLICABLES"	41
12.1.1.	Normas Nacionales	41
12.1.2.	Normas Extranjeras	42
12.2.	ANEXO 2: PARAMETROS TÉCNICOS GENERALES.....	43
12.2.1.	Materiales	43
12.2.2.	Origen y procedencia	43
12.2.3.	Planchas de acero y perfiles	43
12.2.4.	Fabricación en taller	43
12.2.5.	Trazado y orientación de los cortes	43
12.2.6.	Terminación de los cantos.....	43
12.2.7.	Perforaciones	43
12.2.8.	Preparación de biseles y juntas soldadas.....	44
12.2.9.	Terminación superficial	44
12.2.10.	Embalaje	44
12.3.	ANEXO 3: CONDICIONES DE ALMACENAJE DE LOS EQUIPOS	44

2. EXPERIENCIA GSMI SpA.

Cliente	Ubicación	Proyecto
CODELCO	Potrerillos, Salvador - Chile	Captación de gases
INACESA	Copiapó - Chile	Optimización Planta
Cementos Bío-Bío	San Antonio - Chile	Nueva Planta de molienda de cementos
IANSA - IANSA	Chillán	Planta Calderas IANSA



CODELCO; Ingeniería, fabricación y suministro Filtro de mangas de 221.000 m³/h.



INACESA; Fabricación y suministro Filtro de mangas 183.000 m³/h.



Cementos Bío-Bío; Ingeniería, Fabricación y Suministro Filtro de mangas 186.000 m³/h.



IANSA; Ingeniería, Fabricación y Suministro de Filtro de Mangas de 165.748 m³/h.

3. ALCANCES

A continuación, se presentan los servicios considerados por **GSMI SpA.** y que fueron considerados técnica y comercialmente en el presente documento:

3.1. SERVICIO DE INGENIERIA DE DETALLES

- Planos e información técnica.
- Manuales de instalación, operación y mantenimiento en español (2).
 - Una (1) Copias electrónicas de manuales en español.
 - Una (1) Copia en físico de manuales en español.
- Planos:
 - Planos de disposición general.
 - Planos de montaje.

3.2. SERVICIO DE FABRICACION Y SUMINISTRO

- Filtro de Mangas Lisa:
 - Marca: GSMI.
 - Modelo: FM-RS-150-3000-100
 - Caudal de diseño: 14.000 m³/h.
 - Arreglo: 10x10
 - Velocidad de filtrado: 1,69 m/min.
 - Área filtrante total: 138 m².
 - Material filtrante: Aramid
 - Tipo de manga: Lisa.
 - Servicio: Heavy Duty.
 - Fabricación: Acero estructural ASTM A-36.
 - Terminación: Pintura epóxica.
 - Ductos de vinculación
 - Plataforma de medición isocinética
 - Chimenea
- Ciclón
 - Marca: GSMI
 - Modelo: GSMI 1150.
 - Caudal de diseño: 14000 m³/h.
 - Diámetro: 1.150 mm
 - Fabricación: Acero estructural ASTM A-36.
 - Terminación: Pintura epóxica.

- Ventilador Centrífugo:
 - Marca: GSMI.
 - Modelo: TV-36
 - Caudal de diseño: 14000 m³/h.
 - Presión estática: 400 mm.c.a.
 - Transmisión: Indirecto.
 - Servicio: Heavy Duty.
 - Fabricación: Acero estructural ASTM A-36
 - Terminación: Pintura epóxica.
 - Dámper en descarga, accionamiento manual
- Motor Ventilador:
 - Motor eléctrico: WEG o similar.
 - Potencia: 50 Hp 1500RPM.
 - Tensión: 380V/3/50Hz, IP55, clase F, construcción IEC, Clase B.
- Válvula Rotatoria:
 - Marca: GSMI.
 - Modelo: VR-200
 - Capacidad: 6 m³/h.
 - Velocidad de giro: 20 RPM.
 - Diámetro: 8"
 - Cantidad aspas: 6
 - Carcasa: Fierro Fundido
 - Material eje: SAE 1045
 - Sensor de velocidad cero
- Motor Válvula Rotativa:
 - Motor: WEG o similar.
 - Potencia: 1,5 Hp-4p
 - Protección: IP55, 380V/3/50Hz.
 - Reductor: SITI o equivalente
 - Salida: 20 RPM.
- Tablero de fuerza y control:
 - Material gabinete: ASTM-A36
 - Partidor Suave
 - Luces pilotos
 - Botonera Partir/Parada/Parada de emergencia

○ Alternativa, Filtro de Mangas Plisada

- Marca: GSMI.
- Modelo: FMP-RS-150-2000-81
- Caudal de diseño: 14.000 m³/h.
- Arreglo: 9x9
- Velocidad de filtrado: 0,96m/min.
- Área filtrante total: 243 m².
- Material filtrante: Aramid
- Tipo de manga: Plisada.
- Servicio: Heavy Duty.
- Fabricación: Acero estructural ASTM A-36.
- Terminación: Pintura epóxica.
- Ductos de vinculación
- Plataforma de medición isocinética
- Chimenea

4. OFERTA TÉCNICA

4.1. CICLON

Ciclón de alta eficiencia, modelo 1150, son diseñados para separar del aire, impurezas y partículas de polvo de diámetro superior a $5\text{ }\mu\text{m}$. Frecuentemente se usa como limpiador previo al colector mangas plisada, o sencillamente como separadores de partículas gruesas, con la capacidad de mantener la eficiencia constante y una caída de presión estable para un flujo de gas y partículas.

Fabricados en chapa de acero de 2 y 3 mm, protegidos contra la corrosión con pintura epoxica.

Pueden ser contruidos en una sola pieza o partidos, vinculados con bridas, para facilitar el transporte y montaje. Son de fácil mantenimiento y elevada eficacia.



Ilustración 1: Ciclón (Imagen Referencial)

4.2. FILTRO DE MANGAS

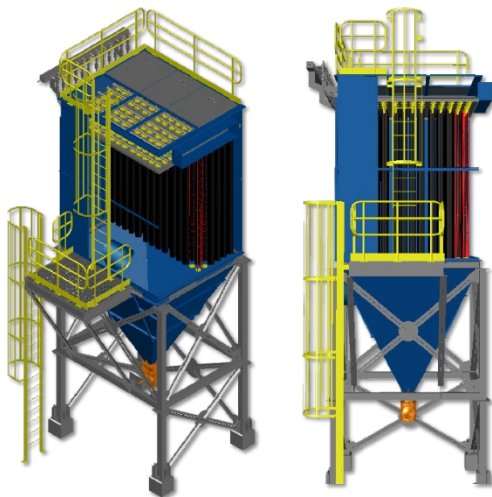


Ilustración 2: Filtro Mangas (Imagen Referencial)

El filtro de mangas GSMI, consiste en un gabinete metálico fabricado con perfiles y planchas de acero al carbono ASTM A-36, el cual, se compone por un plenum superior equipado con puertas de registro y un cuerpo central con placa espejo para soportes de mangas. Se encuentra incorporado un sistema de limpieza automático de válvulas solenoides tipo Jet-Pulse.

La ubicación de los tubos de soplado y válvulas de diafragma están en el cuerpo superior sobre la placa espejo. Incluye escalera de acceso a cuerpo superior y baranda de protección. El particulado capturado será acumulado por una tolva fabricada en acero al carbono ASTM A-36, que tendrá una inclinación de 60°.

4.2.1. Mangas filtrantes lisas



Ilustración 3: Remoción superior tipo Snap-Band (Imagen referencial)

Se utilizarán mangas cerradas en un extremo con disco y abierta en el otro con fleje (sistema Snap-band). Con triple costura longitudinal y doble costura reforzada en disco inferior. A continuación, se presentan las características de las mangas a utilizar:

4.2.2. Canastillos porta manga lisa

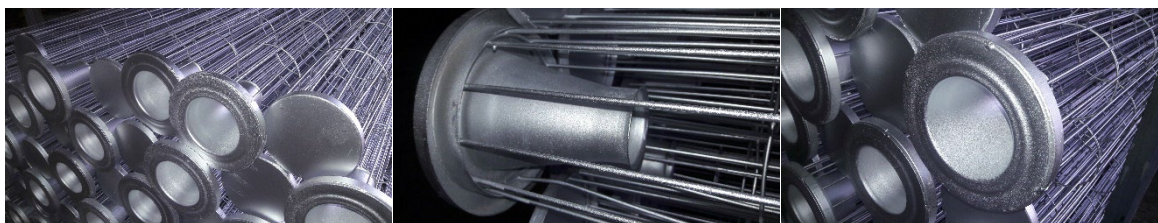


Ilustración 4: Canastillos GSMI (Imagen referencial)

4.2.3. Mangas filtrantes plisadas

Las mangas plisadas pueden proporcionar casi el doble del área debido al incremento de medio filtrante en el diseño. Este incremento de área provoca que la relación aire-medio filtrante disminuya cuando el flujo de aire se mantiene constante. El diseño de las mangas plisadas ofrece más superficie por metro cuadrado, por lo que son mucho más cortas en comparación con las mangas lisas, permitiendo diseñar un colector de polvo con una zona de decantación en la parte inferior, sin aumentar su altura en exceso en relación a un filtro de manga lisa. El polvo que ingresa al filtro tiene mayor volumen de caída, con velocidades inferiores. Esta zona permite que los polvos más pesados y abrasivos, desciendan y se depositen directamente en la tolva sin dañar la parte inferior de las mangas.

Por otro lado, estas mangas tienen un 15% más de vida útil que las mangas lisas.

Las mangas plisadas tienen una estructura interior de aluminio, que reemplaza a la manga lisa y su canastillo de soporte.

GSMI ofrece todos los beneficios del medio filtrante de poliéster + PTFE antiestático, repelente al agua y aceite, permitiendo la captura de partículas submicras y reduciendo las emisiones de la chimenea.

Facilidad de mantenimiento: para su montaje posee un flange superior de aluminio inyectado que proporciona una fácil mantención y reemplazo.

Dado que las mangas plisadas reemplazan las mangas lisas y las jaulas en el filtro, no solo son más simples de cambiar, sino también es un proceso más rápido y de fácil manipulación, debido al largo de estas.

Generalmente, los usuarios de mangas plisadas pueden disminuir en más de la mitad del tiempo el recambio de estas, convirtiéndose en otro ahorro de costos asociado, reduciendo las horas de mano de obra para el reemplazo y evitando el tiempo de inactividad del equipo.



Ilustración 5: Mangas plisadas (Imagen referencial)

Este tipo de manga tendrá un venturi atornillado en el tubo de soplado para aumentar la velocidad del Jet-pulse, y mejorar la eficiencia de limpieza.

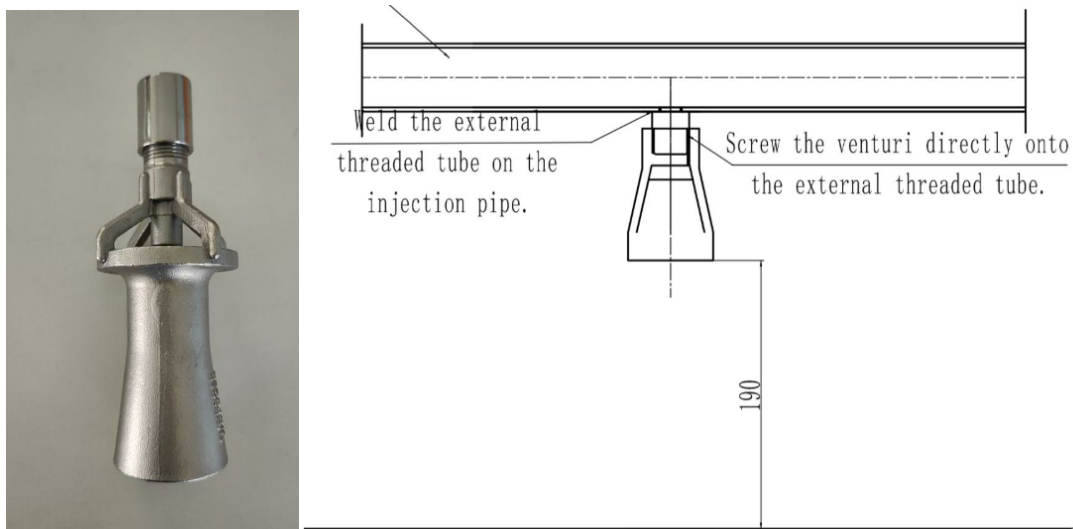


Ilustración 6: Tubo venturi (Imagen referencial)

4.2.4. Sistema de limpieza Jet-pulse

Para controlar la saturación de las mangas, el equipo posee un dispositivo de limpieza neumático, que permite limpiar las mangas durante el funcionamiento, el cual se compone por un Manifold, Válvulas de pulso de aire y Tarjeta de control.

La limpieza consiste en descargar una cierta cantidad de aire a presión sobre cada manga. El impacto generado permite desprender las capas de particulado adherido al exterior, las que se depositan en la tolva inferior del filtro.

Una tarjeta electrónica permite regular la frecuencia y la duración de los pulsos de aire.

La alimentación de aire comprimido al Manifold será responsabilidad del cliente.



Ilustración 7: Sistema de limpieza Jet-Pulse (Imagen referencial).

4.2.5. Tarjeta secuenciadora

De la marca Turbo Controls, representada por GSMI SpA., se tiene la tarjeta secuenciadora utilizada para controlar la limpieza neumática de las instalaciones de eliminación de polvo industrial. Dotado de dos contactos de relé en salida y dos entradas digitales por contacto. Visualizador luminoso de led de 3 cifras que permite conocer, en todo momento, el estado de funcionamiento de la unidad, las electroválvulas activas y las posibles alarmas.



Ilustración 8: Tarjeta secuenciadora (Imagen referencial)

4.2.6. Válvula diafragma integradas

Las válvulas integradas, es una gama de válvulas para sistema de filtración con entrada y salida conectadas mediante tubo liso y sin conexión roscada.

La característica de estas válvulas es la abertura rápida con un gran paso de aire que permite en un tiempo breve un gran disparo con un consumo de aire reducido. Esto es, gracias a una búsqueda tecnológica de las características geométricas internas y a una membrana garantizada y chequeada para funcionar para más de un millón de golpes.



Ilustración 9: Válvula de diafragma (Imagen referencial)

4.2.7. Sistema de descarga de tolva

4.2.7.1 Válvula rotativa

Para la descarga del material de las tolvas, se considera una válvula guillotina que servirá para el cierre de la descarga del material. A continuación, se considera una válvula rotativa, para la dosificación del material a descargar. La válvula rotatoria GSMI, modelo VR-200, se considera para la descarga de particulado de forma graduada. El material de la válvula rotativa es mecanizado y, el eje es fabricado en Acero inoxidable. La unidad motriz es de marca SITI o equivalente, con una capacidad de transporte de 6 m³/h a 20 rpm.



Ilustración 10: Válvula rotatoria (Imagen referencial)

Características	
Marca	GSMI.
Modelo	VR-200
Diámetros de rotor	8"
Entrada y salida	Cuadrada
N° de aletas	6
Material de fabricación	
Cuerpo	Fierro Fundido
Aletas	Fierro Fundido
Eje	SAE 1045

Motor reductor	
Marca	SITI o similar
Tensión	380 V/3f /50 Hz
Velocidad	20 rpm

4.3. VENTILADOR CENTRÍFUGO

4.3.1. Modelo TV

GSMI cuenta con una línea standard de ventiladores centrífugos, de acuerdo a normas AMCA.

El ventilador centrífugo modelo TV, está situado para aplicaciones de instalación de circulación de aire, control de polución y una variedad de otras aplicaciones industriales.

La eficiencia es crítica en la mayoría de las aplicaciones, por esto se debe elegir el tamaño correcto para que funcione cerca o en su punto máximo.

Los modelos van desde diámetros del rotor desde 680 a 1850 mm y puede ser de accionamiento directo e indirecto, mediante poleas y correas.

Alguna de sus principales características es que el ventilador centrífugo TV es de construcción Heavy-Duty, para servicio en todas las áreas de la industria y alta eficiencia energética.



Ilustración 11: Ventilador Centrífugo marca GSMI, modelo TV (Imagen referencial)

PRINCIPALES APLICACIONES

Los ventiladores centrífugos TV son ideales para trabajos en:

- Sistemas colectores de polvo.
- Ventilación de plantas productivas.
- Inyección y extracción de aire.
- Sistemas de ventilación de media presión.
- Extracción de gases de combustión.

4.3.2. Motor Eléctrico

Motor eléctrico marca WEG o similar de 380 V, 50 Hz, clase F, encerramiento TEFC, IP55, construcción IEC-IE2, motor tipo jaula de ardilla.



Ilustración 12: Motor Eléctrico (Imagen de referencial)

4.4. TABLERO DE FUERZA Y CONTROL LOCAL



Ilustración 13: Tablero de fuerza y control local GSMI (Imagen referencial).

Importante

“GSMI garantiza que sus tableros cumplirán las normas chilenas de electricidad para baja tensión y se registrarán bajo el Decreto 327 que fija el reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.”

Se dispondrá de un Tablero de fuerza y control para los dispositivos. Con comando local de los siguientes equipos:

- Ventilador Centrifugo.
- Sistema de limpieza “Jet Pulse”
- Válvula rotatoria

Tablero de fuerza y control dispondrá:

- Gabinete protección IP55
- Partidor Suave
- Luces Pilotos
- Botonera parada de emergencia

4.5. INSTRUMENTACIÓN

4.5.1. Tarjeta Secuenciadora con módulo diferencial de presión

ECONOMIZADOR UNIDAD DE CONTROL E2T DE 20 A 99 CANALES DE SALIDA



DESCRIPCIÓN

Economizador para controlar la limpieza neumática de las instalaciones de eliminación de polvo industrial. Dotado de tres contactos de relé en salida y dos entradas digitales por contacto. La presión diferencial se controla digitalmente mediante un transductor interno que permite determinar con precisión el nivel de obstrucción del filtro. Visualizador luminoso de led de 3 cifras que permite conocer, en todo momento, el nivel de obstrucción del filtro, las electroválvulas activas y las posibles alarmas. Tarjeta de memoria micro SD para guardar los datos.

OPCIONES BAJO PEDIDO

- Activación de dos electroválvulas para cada canal en salida.
- Prensacables para la entrada de alimentación y la salida de los cables de accionamiento de las electroválvulas.
- Conector desde panel cableado para la conexión al cableado Matrix.
- Pilotos integrados para el control remoto de las válvulas neumáticas.
- Contenedor de formato diferente.
- Certificación ATEX para zona 22.

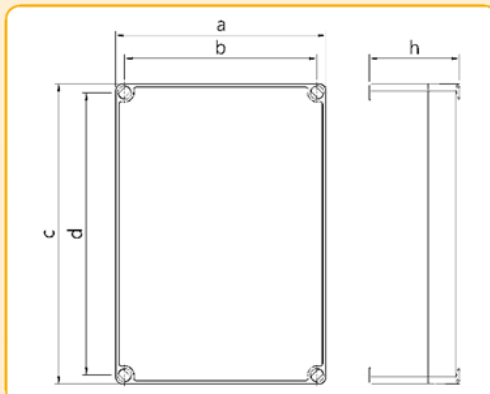
NORMAS DE REFERENCIA

- Directiva 2014/30/UE sobre compatibilidad electromagnética que cumple con las normas europeas armonizadas EN61000-6-2:2005 clase B de la norma EN61000-6-4:2001
- Directiva 2014/35/UE sobre baja tensión que cumple con las normas europeas armonizadas EN 60947-1:2004

Para más información y para las especificaciones técnicas, consultar el sitio web www.turbocontrols.eu

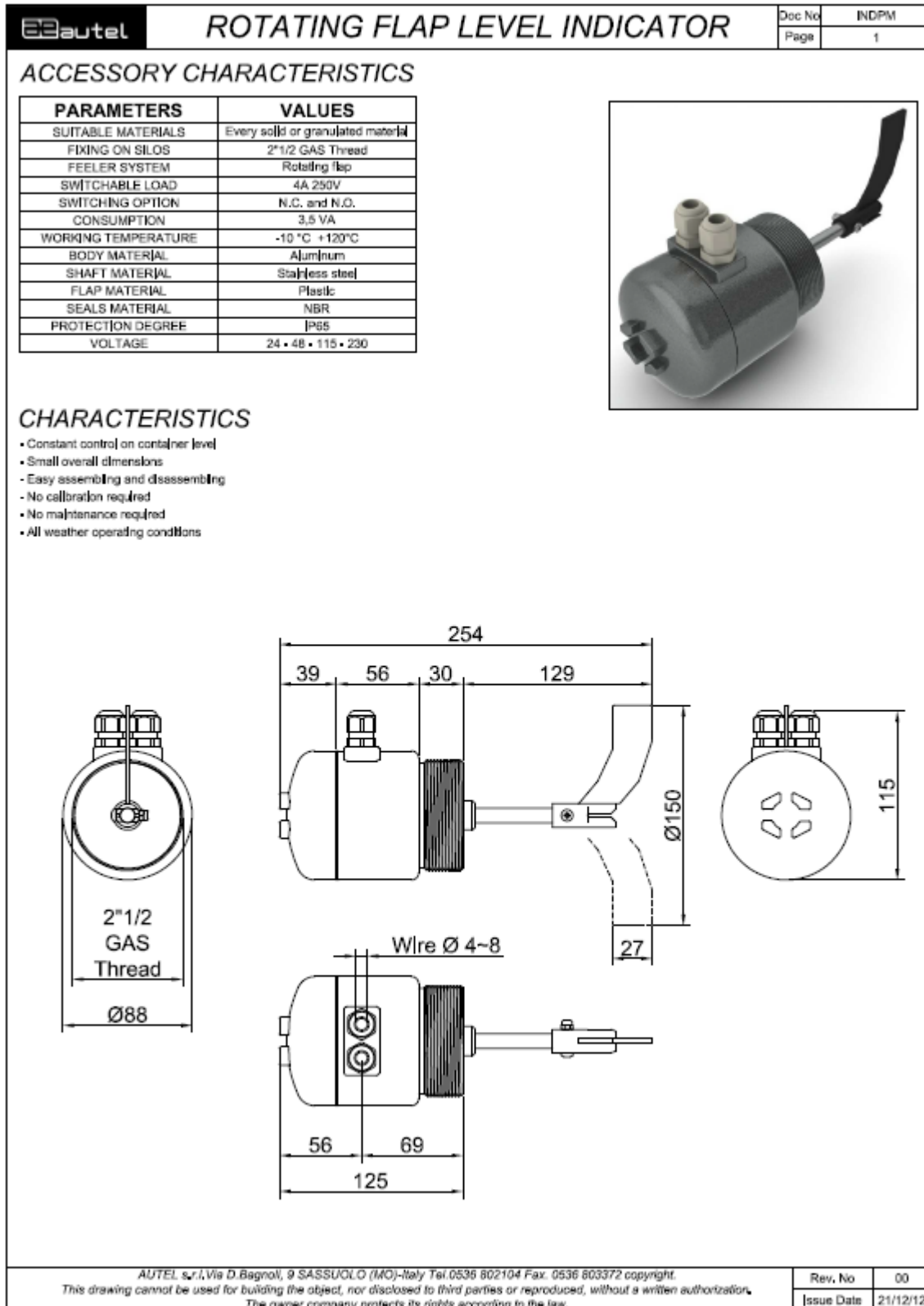
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tensión de alimentación	115 Vca 50-60 Hz $\pm 10\%$ 230 Vca 50-60 Hz $\pm 10\%$
Tensión de alimentación como alternativa, bajo pedido	24 Vca $\pm 10\%$ 24 Vcc $\pm 10\%$
Tensión de salida para electroválvulas	115 Vca 50-60 Hz 230 Vca 50-60 Hz 24 Vca 24 Vcc
Entradas	Contacto de consentimiento, habilitación remota. Contacto del ventilador, ciclos poslimpieza.
Canales de salida de las electroválvulas	De 20 a 99 con expansiones
Salida activa 4-20 mA	Proporcional al valor del dP para la lectura remota de la presión.
Consumo eléctrico	28 W con carga máxima
Relé de alarma	3 normalmente cerrados Carga máxima: 3A @ 250 Vca, 2A @ 24 Vcc, 24 Vca.
Presostato diferencial	De 0 a 4 kPa
Pantalla	Visualizador de leds de 7 segmentos y 3 cifras de 0,8"
Fusible de vidrio 5 x 20 mm	115 o 230 Vca 1 x 1 A 24 Vca o 24 Vcc 1 x 3 A
Temperatura de funcionamiento	de -10 °C a 55 °C
Temperatura de almacenamiento	de -20 °C a 60 °C
Humedad ambiente	De 0 a 95 % Relativa no condensada
Tiempo del impulso de apertura de las válvulas	De 50 ms a 5 s
Tiempo de pausa entre la aperturas de las válvulas	De 1 s a 999 s
Contenedor	Base de ABS Tapa de policarbonato
Grado de protección contra el agua y el polvo	IP65 DIN EN 60529
Resistencia a los golpes	IK07 2 Joule (EN62262)



Número de canales en salida	Dimensiones de la estructura				
	a	b	c	d	h
De 20 a 24	200	180	300	280	130
De 28 a 56	200	180	400	380	130
De 60 a 99	300	280	600	580	130

4.5.2. Sensor nivel de tolva



autel	ROTATING FLAP LEVEL INDICATOR	Doc No INDPM	
		Page 2	

MOUNTING INSTRUCTION

ELECTRICAL SCHEME

USE AND MAINTENANCE

- WARNING: DEVICE UNDER VOLTAGE
- It's obligatory to take off the tension before every maintenance
- Operating on device in motion forbidden

AUTEL s.r.l. Via D. Bagnoli, 9 SASSUOLO (MO)-Italy Tel. 0536 602104 Fax. 0536 603372 copyright.
This drawing cannot be used for building the object, nor disclosed to third parties or reproduced, without a written authorization.
The owner company protects its rights according to the law.

Rev. No 00	
Issue Date 21/12/12	

4.5.3. Sensor manga rota

SONDA TRIBOELECTRICA E9TRB DE DESPLAZAMIENTO DE CARGA

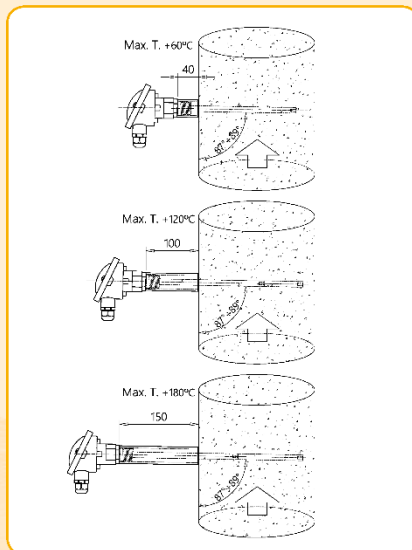


DESCRIPCIÓN

La sonda de desplazamiento de carga es un instrumento de medida por microprocesador, precalibrado, con dos salidas digitales aisladas ópticamente de tipo de colector abierto, una línea serial RS485 para configurar y/o descargar los datos, una salida PWM 4/20 mA y un grupo de ledes para indicaciones sintéticas de las modalidades de funcionamiento. La sonda está proyectada para detectar y medir las emisiones de polvo causadas por roturas de los filtros de manga.

La sonda detecta el volumen de polvo en un fluido gaseoso con el desplazamiento de la carga eléctrica en el electrodo, inducido por las cargas eléctricas. La cantidad de carga eléctrica inducida en el electrodo es proporcional a la cantidad de polvo presente en el fluido gaseoso. Un aumento en la concentración del polvo determina un aumento proporcional de la señal que llega al microprocesador.

3201058 Buje roscado H. 3/4"G L040 Máx. T. +60 °C
3201060 Buje roscado H. 3/4"G L100 Máx. T. +120°C
3201062 Buje roscado H. 3/4"G L150 Máx. T. +180°C



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Alimentación	20 / 30 Vcc
Potencia máxima absorbida	1W
Resolución	0,1 mg/m3, 0,01 mg/m3 Véanse versiones
Programaciones del rango	Automático / Manual
Dimensiones de las partículas de polvo	> de 0,3 µm
Tipología de productos mensurables	Partículas de polvo en fluido gaseoso
Velocidad del flujo	> de 4 m/s
Principio de medida	Desplazamiento de carga
Umbral de alarma 3 (Avería)	Activada automáticamente por la función de test
Salidas alarmas	3 salidas optoaisladas con relés de estado sólido, protegidas con fusibles de restablecimiento automático
Corriente máxima salidas	100 mA
Tensión máxima aplicable en las salidas	48 V
Funciones de las salidas	Programables como normalmente cerradas o normalmente abiertas
Temperatura de trabajo de la sonda	< a 180 °C
Presión de trabajo de la sonda	< a 2 bar
Material del electrodo	Acero inoxidable AISI 304
Material del contenedor	Aluminio
Humedad	< 95% no condensante
Temperatura ambiente para la electrónica	-20 / +60 °C Para temperaturas superiores, montar con espaciador
Elementos mensurables	Todos los gases no agresivos
Conexión eléctrica	1 placa de bornes de 3 polos + 1 placa de bornes de 6 polos
Conexión mecánica a la estructura	3/4" G
Grado de protección	IP 65
Pantalla	4 ledes
Salida PWM 4/20 mA	Salida activa, optoaislada. Carga máx. 500 Ohm
Salida serial	RS485 de dos cables

OPCIONES BAJO PEDIDO

- Certificación ATEX para zona 22.
- Tratamiento superficial de teflón PTFE para usos en condiciones duras, exposición directa a la intemperie y humos de descarga ácidos.

NORMAS DE REFERENCIA

- Directiva 2014/30/UE sobre compatibilidad electromagnética que cumple con las normas europeas armonizadas EN61000-6-2:2005 clase B de la norma EN61000-6-4:2001
- Directiva 2014/35/UE sobre baja tensión que cumple con las normas europeas armonizadas EN 60947-1:2004

UNIDAD DE CONTROL E9T PARA Sonda TRIBOELÉCTRICA E9TRB



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tensión de alimentación	115 Vca 50-60 Hz \pm 10 %
	230 Vca 50-60 Hz \pm 10 %
Tensión de alimentación como alternativa, bajo pedido	24 Vca \pm 10 %
	24 Vcc \pm 10 %
Consumo eléctrico	3 W con carga máxima
Salidas proporcionales al valor de 4 a 20 mA	1
Relé de alarma	3 pico, prealarma, alarma
Interfaces de transmisión seriales de tipo 485 con protocolo Modbus RTU	1 para conexión de la sonda
	1 para PC – PLC – SV
Pantalla	LCD gráfica monocromática B/N 128 x 64 píxeles retroiluminada
Temperatura de funcionamiento	de -10 °C a 55 °C
Temperatura de almacenamiento	de -20 °C a 60 °C
Humedad ambiente	De 0 a 95 % Relativa no condensada
Contenedor	Base de ABS Tapa de policarbonato
Grado de protección contra el agua y el polvo	IP65 DIN EN 60529

DESCRIPCIÓN

La sonda de desplazamiento de carga es un instrumento de medida por microprocesador. La unidad de control E9T sirve para configurar, gestionar y visualizar las señales procedentes de la sonda triboeléctrica.

La sonda detecta el volumen de polvo en un fluido gaseoso con el desplazamiento de la carga eléctrica en el electrodo, inducido por las cargas eléctricas. La cantidad de carga eléctrica inducida en el electrodo es proporcional a la cantidad de polvo presente en el fluido gaseoso.

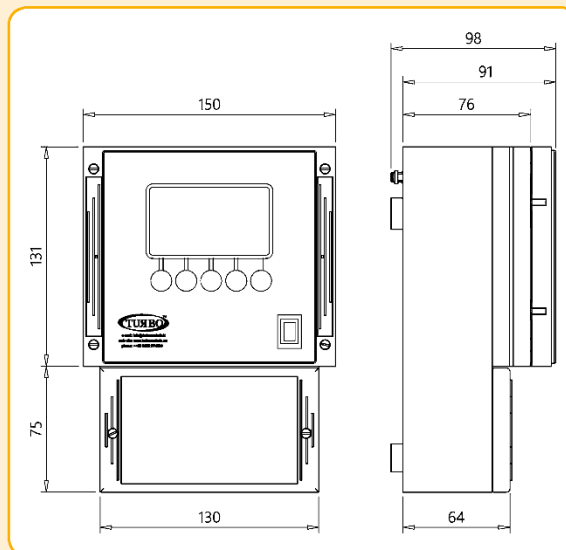
Un aumento en la concentración del polvo determina un aumento proporcional de la señal que llega al microprocesador. La señal se interpreta y visualiza en la pantalla de la unidad de control.

OPCIONES BAJO PEDIDO

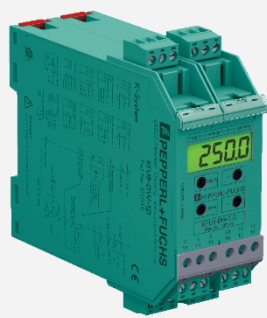
- Presacables para la entrada de alimentación.
- Certificación ATEX para zona 22.

NORMAS DE REFERENCIA

- Directiva 2014/30/UE sobre compatibilidad electromagnética que cumple con las normas europeas armonizadas EN61000-6-2:2005 clase B de la norma EN61000-6-4:2001
- Directiva 2014/35/UE sobre baja tensión que cumple con las normas europeas armonizadas EN 60947-1:2004



4.5.1. Sensor de velocidad cero



Control velocidad de rotación KFU8-DW-1.D

- Vigilancia de par hasta 40 kHz
- 1 valor de preselección con salida de relé e indicador LED
- Es posible conectar sensores de 2, 3 y 4 hilos, sensores NAMUR y encoders
- Retardo de arranque
- Manejo por menús mediante 4 teclas frontales
- Medición periódica constante
- Señal de salida invertible
- Displays ajustables a intervalos de entre 0,1 ... 2,5 seg.

Control velocidad de rotación



Datos técnicos

Datos característicos de seguridad funcional			
MTTF _d		100 a	
Alimentación			
Tensión de medición	U _r	200 ... 230 V CA ; 100 ... 130 V AC; 50/60 Hz	
		20 V CC ... 30 V CC	
Seguro		Fusible externo 4 A	
Consumo de potencia		CA: < 5 VA	
		DC: < 5 W	
Entrada 1			
Conexión		terminales 8-, 9+	
Tipos de sensores conectables		Sensores NAMUR según DIN EN 60947-5-6	
Tensión en vacío		8,2 V CC	
Corriente de cortocircuito		6,5 mA	
Punto de conmutación		1,2 ... 2,1 mA , histéresis aprox. 0,2 mA	
Frecuencia de entrada		0,002 ... 10000 Hz, longitud/duración de impulso: ≥ 20μs	
Impedancia		1,2 kΩ	
Entrada 2			
Punto de conmutación		alta: 16 ... 30 V CC; máx. 10 mA mediante disipador de corriente constante integrado; R _i ≈ 3 kΩ	
		low: 0 ... 6 V CC	
Frecuencia de entrada		0,002 ... 40000 Hz, longitud/duración de impulso: ≥ 12μs	
Conexión		Bornes 7+, alimentación de sensor 13	
		Bornes 14, 15 entrada npn/pnp (separado galvánicamente)	
Tipos de sensores conectables		Interruptores de proximidad de dos, tres o cuatro hilos, encoders incrementales o impulsos generados externamente de 16 ... 30 V	
Alimentación de sensor		19 ... 28 V CC desestabilizado; ≤ 30 mA protegido contra cortocircuito	
Entrada 3			
Puenteado de arranque		Disparo mediante señal externa de 16 ... 30 V o Conectar puente de borne 2/3 o conectando la tensión de alimentación (bornes 2 y 3 puenteados continuamente)	
Tiempo de puenteado		0,1 ... 999,9 s (señal de disparo externa)	
Salida			
Relés		1 contacto conmutado	
		Contacto normalmente abierto, contacto normalmente cerrado, COM	
Alimentación de sensor		24 V CC ± 10 %, 30 mA , proteg. ctra. cortocircuito	
Cargando contacto		250 V CA/2 A/ cosφ ≥ 0,7	
		40 V CC/2 A	
Retardo		≤ 20 ms (incl. tiempo de cálculo)	
Vida útil		≥ 30.000.000 conmutaciones	

Control velocidad de rotación

KFU8-DW-1.D

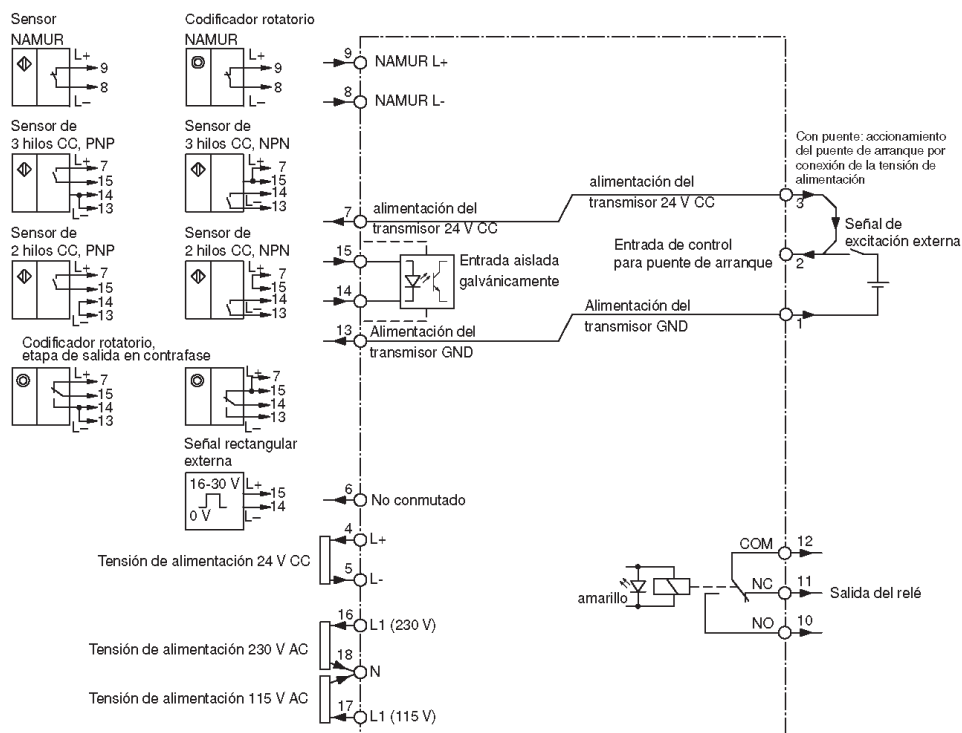
Datos técnicos

Características de transferencia	
Intervalo de cambi	5 ms (tiempo de elaboración interna del proceso)
Retardo a la disponibilidad	≤ 400 ms
Error de medición	0 ... 40000 Hz: ≤ ±0,1% Indicador: ±1 dígito
Función del temporizador	Retardo de actuación, caída, onda transitoria de conexión, prolongación de impulso
Tiempo de temporizador	0 ... 999,9 s ; Sentido de acción no reversible
Conformidad con la normativa	
Compatibilidad electromagnética	según EN 50081-2/EN 50082-2
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente	-25 ... 40 °C (-13 ... 104 °F)
Temperatura de almacenaje	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)
Humedad del aire relativa	máx. 80 %, sin condensar
Altitud de utilización	0 ... 2000 m
Condiciones de utilización	El equipo únicamente debe utilizarse en interiores.
Datos mecánicos	
Disposición de conexiones	Precaución: Tenga en cuenta que el dispositivo sólo se puede conectar a una fuente de alimentación conmutable. El acceso al conmutador o interruptor debe resultar fácil y este debe estar identificado como separador del dispositivo.
Grado de protección	IP20
Conexión	Bornes extraíbles codificados , sección transversal máx. 0,34 ... 2,5 mm²
Tipo	Carcasa de bornes modular de Makrolon, sistema KF Para su uso en el armario de conmutación/módulo del armario de conmutación
Fijación	fijado con pinza en raíl estándar de 35 mm o tornillos de fijación

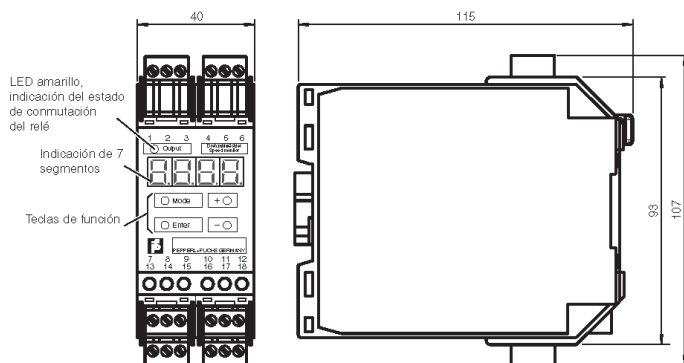
Control velocidad de rotación

KFU8-DW-1.D

Conexión



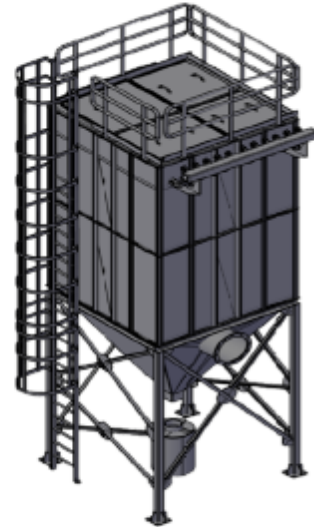
Montaje



5. ESPECIFICACION TECNICA DE LOS SUMINISTROS

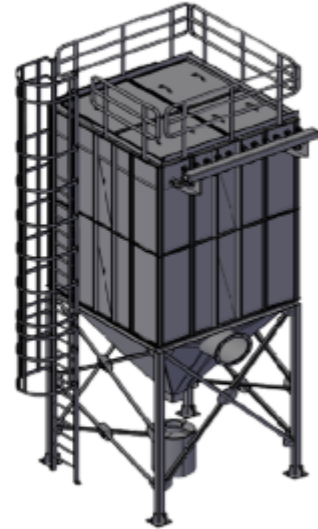
5.1. FILTRO MANGAS LISA

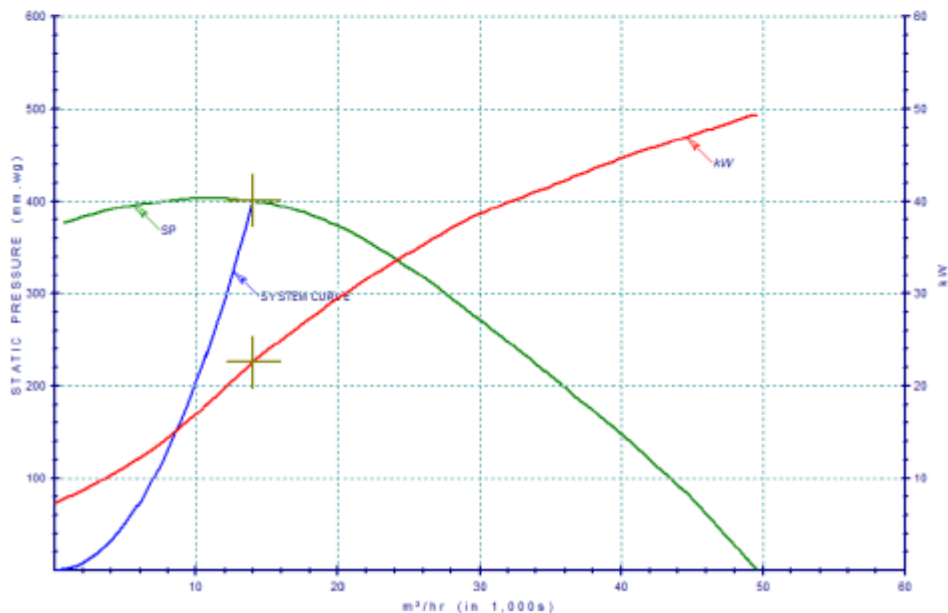
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS									
ITEM - 1				Documento - GS-24-394					
FILTRO MANGAS				CRITERIOS DE DISEÑO					
Marca	GSMI			Capacidad de Diseño	Am³/h	14.000			
Modelo	FM-RS-150-3000-100			Veloc. de Filtrado Diseñ	m/min	1,69			
Servicio	Heavy Duty			Área Filtrante Total	m²	138			
Ubicación	Exterior			Arreglo		10x10			
SISTEMA DE LIMPIEZA				SISTEMA DE FILTRACIÓN					
Tipo	Jet - Pulse			Largo	mm	3000			
Marca	TurboControls			Diámetro	mm	150			
Accionamiento válvulas	Integrado			Cantidad	c/u	100			
Tamaño	1 1/2"			Material de Mangas		Aramid			
Modelo	-			Peso	gr/m²	330			
Cantidad	c/u	10		Temp. Max	°C	204			
Voltaje	V	220		Remoción		Superior			
Controlador	EZT								
DIMENSIONES ESTRUCTURA				INSTRUMENTACIÓN Y ACCESORIOS					
Largo	mm	-		Sensor de Manga Rota	Si	Escaleras Acceso	Si		
Alto	mm	-		Sensor de Nivel de Tolva	Si	Barandas	Si		
Ancho	mm	-		Sensor de Vibraciones	NA	Plataforma muestreo	Si		
Material cuerpo	ASTM A-36			Sensor de Veloc. Cero	NA	Chimenea	Si		
Peso Aprox	Kg	-		Ductos Vinculación	Si	Otros	NA		
Tolvas	c/u	-							
SISTEMA DE DESCARGA				UNIDAD MOTRIZ					
Descarga	Válvula rotatoria			N° de Aletas	6	Potencia	Hp	1,5	
Modelo	VR-200			Material Cuerpo	Fierro Fundido	Voltaje	V/Hz/f	380/50/3	
Dim. Entrada	mm	200		Material Aletas	Fierro Fundido	Velocidad	RPM	20,0	
Dim. Salida	mm	200		Material Eje	SAE 1045	Marca Motor	WEG o similar		
Largo	mm	710				Marca Reductor	SITI o similar		
TORNILLO TRANSPORTADOR				UNIDAD MOTRIZ					
Tipo	NA			Reductor Tipo	NA				
Material	NA			Potencia	Hp	NA			
Diámetro de Hélice	mm	NA			Protección	NA			
Largo	mm	NA			Aislamiento	NA			



5.2. ALTERNATIVA, FILTRO MANGAS PLISADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS									
ITEM - 1					Documento - GS-24-394				
FILTRO MANGAS				CRITERIOS DE DISEÑO					
Marca	GSMI			Capacidad de Diseño	Am³/h	14.000			
Modelo	FMP-RS-150-2000-81			Veloc. de Filtrado Diseñ	m/min	0,96			
Servicio	Heavy Duty			Área Filtrante Total	m²	243			
Ubicación	Exterior			Arreglo		9x9			
SISTEMA DE LIMPIEZA				SISTEMA DE FILTRACIÓN					
Tipo	Jet - Pulse			Largo	mm	2000			
Marca	TurboControls			Diámetro	mm	150			
Accionamiento válvulas	Integrado			Cantidad	c/u	81			
Tamaño	1 1/2"			Material de Mangas		Aramid			
Modelo	-			Peso	gr/m²	330			
Cantidad	c/u	12		Temp. Max	°C	204			
Voltaje	V	220		Remoción		Superior			
Controlador	E2T								
DIMENSIONES ESTRUCTURA				INSTRUMENTACIÓN Y ACCESORIOS					
Largo	mm	-		Sensor de Manga Rota	Si	Escaleras Acceso	Si		
Alto	mm	-		Sensor de Nivel de Tolva	Si	Barandas	Si		
Ancho	mm	-		Sensor de Vibraciones	NA	Plataforma muestreo	Si		
Material cuerpo	ASTM A-36			Sensor de Veloc. Cero	NA	Chimenea	Si		
Peso Aprox	Kg	-		Ductos Vinculación	Si	Otros	NA		
Tolvas	c/u	-							
SISTEMA DE DESCARGA				UNIDAD MOTRIZ					
Descarga	Válvula rotatoria			N° de Aletas	6		Potencia	Hp	1,5
Modelo	VR-200			Material Cuerpo	Fierro Fundido		Voltaje	V/Hz/f	380/50/3
Dim. Entrada	mm	200		Material Aletas	Fierro Fundido		Velocidad	RPM	20,0
Dim. Salida	mm	200		Material Eje	SAE 1045		Marca Motor	WEG o similar	
Largo	mm	710				Marca Reductor	SITI o similar		
TORNILLO TRANSPORTADOR				UNIDAD MOTRIZ					
Tipo				NA		Reductor Tipo	NA		
Material				NA		Potencia	Hp	NA	
Diámetro de Hélice	mm			NA		Protección	NA		
Largo	mm			NA		Aislamiento	NA		





6. PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS

PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS																																	
CLIENTE: Vendor:														PO N°:																			
DESCRIPCION DOCUMENTOS OBJETO CONTROL														PLAN INSPECCION Y ENSAYOS										INDUFAN				CLIENTE					
Item	Variable a Controlar Punto de Inspección y Ensayo	Calidad de Inspección				Documento de Referencia #	Criterio de Aceptación (Requerimiento)	Registros de Control #	Registro de Calidad				Nivel de Inspección (Frecuencia)				Supervisión Verificación				Tipo de Inspección	Responsable de la Actividad	Puntos Presencial Detención				FIRMA	Responsable de la Actividad	Puntos Presencial Detención				FIRMA
		SC	C	NC	SI				No	A	B	C	D	0	1	2	3	4	IN	ACT			FIN	IV	ID	END			WP	BP	RD	HP	
1.0 General																																	
1.1	Propuesta	X	X			Oferta	Propuesta	Orden Compra	X	X	X					X	X	X				Gle. Comercial	X				Comprador		X				
1.2	Orden de Compra	X	X			Orden Compra	Propuesta	Orden Compra	X	X	X					X						Gle. Comercial	X	X			Comprador		X	X			
1.3	Especificaciones Técnica	X		X		Orden Compra	Orden Compra	Orden Compra	X	X	X					X						Gle. Comercial	X	X			Comprador		X	X			
2.0 INGENIERIA PARA SUMINISTROS																																	
2.1	Programación Carta Gantt		X	X		Orden Compra	Orden Compra	Programa	X	X	X		X	X		X	X	X				Gle. Proyecto	X				Ingeniería Cliente		X				
3.0 CONTROL DE MATERIALES																																	
3.1	Certificación de calidad materiales		X	X		Orden Compra	Especificación de Proyecto	Certificado Calidad	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Supervisor de terreno	X	X				X	X				
4.0 CALIFICACIONES																																	
4.1	Calificación de Procedimientos		X	X		Procedimiento Esp. Técnica	AWS D1.1 Aplicable	WPS y PQR WPS, Precalificados	X	X	X					X	X					Inspector QA/QC	X	X			Inspector Cliente	X	X				
4.2	Calificación de Soldadores		X	X		Certificado de Calificación	AWS D1.1 Aplicable	WPS, Precalificado	X	X	X					X	X					Inspector QA/QC	X	X			Inspector Cliente	X	X				
5.0 ENSAYO NO DESTRUCTIVOS																																	
5.1	Control Líquidos Penetrantes unión soldada refuerzos 10%	X	X			Procedimiento Esp. Técnica	AWS D1.1 Aplicable	Protocolo de Ensayo	X	X	X		X	X		X	X	X	X			Inspector QA/QC	X	X			Inspector Cliente	X	X				
6.0 FABRICACION																																	
6.1	Control de Planos Última Revisión		X	X		Espec. Técnica	Transmisal	Registro	X	X	X		X	X		X	X	X				Inspector QA/QC		X			Inspector Cliente		X				
6.2	Control de Variables de Soldadura		X	X		Espec. Técnica	AWS D1.1 Aplicable	Protocolo de Variables	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Inspector QA/QC	X	X			Inspector Cliente	X	X	X			
6.3	Control Visual de Soldaduras y Superficies		X	X		Espec. Técnica	AWS D1.1 Aplicable	Protocolo de Variables	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X		Inspector QA/QC	X	X			Inspector Cliente	X	X	X			
6.4	Control Dimensional		X	X		Espec. Técnica	NCH 428 (44)	Protocolo Dimensional	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			Inspector QA/QC	X	X			Inspector Cliente	X	X				
7.0 PINTURA																																	
7.1	Control de Preparación Superficial		X		X	Espec. Técnica	SSPC-SP1	Protocolo de limpieza manual	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X	X		
7.2	Control de Parametros ambientales		X		X	Espec. Técnica	Procedimiento de pintura	Protocolo de Parametros ambientales	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X	X		
7.4	Control Espesor de Pintura		X		X	Espec. Técnica	Procedimiento de pintura	Protocolo de Pintura	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X	X		
7.5	Control Adherencia de Pintura		X		X	Espec. Técnica	300PSI	Protocolo de Adherencia	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X	X		
8.0 INSPECCION FINAL																																	
8.1	Inspección Documentos Fabricación		X		X	Especificación Técnica	Requisición Técnica	Protocolos	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X			
8.2	Inspección Visual		X		X	Especificación Técnica	Requisición Técnica	Protocolo	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X			
8.3	Prueba de Funcionamiento		X		X	Especificación Técnica	Requisición Técnica	Protocolo	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X			
8.4	Inspección Protecciones Para Despacho		X		X	Especificación Técnica	Requisición Técnica	Registro Fotográfico	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X			
8.5	Inspección Certificados Motores		X		X	Especificación Técnica	Requisición Técnica	Certificados	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X			
9.0 DESPACHO																																	
9.1	Control de Carga y Estiba		X		X	Especificación Técnica	Especificación Técnica	Registro Fotográfico	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Bodega		X			Inspector Cliente		X				
9.2	Documentos de Despacho		X		X	Especificación Técnica	Especificación Técnica	Guía Despacho Carrier	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Inspector QA/QC		X	X		Inspector Cliente		X	X			
9.3	Dossier de Calidad		X			Especificación Técnica	Especificación Técnica	Guía Despacho Carrier	X	X	X		X	X	X		X	X	X			Inspector QA/QC		X			Inspector Cliente		X				
LEYENDAS DE LAS CONDICIONES DE CONTROL																																	
Calidad de Inspección		Registros de Calidad				Nivel de Inspección		Supervisión de Actividad		Tipo de Inspección		Puntos de Espera y/o Presencial				Datos		Nombre		Firma		Documento N°											
SC	Super Crítica	A	Ensayo específico certificado	0	No requiere inspección	IN	Al inicio	M	ID	Inspección Visual	WP	Punto Control Presencial	Emitted por	Sergio Boleadilla																			
C	Crítica	B	Ensayo certificado	1	Inspección proceso	ACT	Durante	END	Inspección Dimensional	BP	Control en Proceso	Revisado por	Edgardo Perez																				
NC	No Crítica	C	Conformidad	2	Inspección final/producto	FIN	Al final	END	Ensayo No Destructivo	RD	Revisión Documentos	Aprobado por	Edgardo Perez																				
		D	Conformidad cliente	3	Inspección 10%					HP	Punto Control Obligatorio	Emitted para	Fabricación y Control de Proyecto																				
				4	Inspección 100%																												

6.1. ENSAYOS DE EQUIPOS*

- Tintas penetrantes al 10% de las uniones soldadas.
- Medición de espesor de la película de pintura (si aplica).
- Medición del nivel de vibraciones.
- Medición del nivel de ruido medido a 1 metro desde la fuente de emisión.
- Medición de caudal con anemómetro a descarga libre (no contempla túnel de viento).
- Medición de Presión Dinámica a descarga libre.
- Medición de consumo eléctrico a descarga libre.

Mediciones realizadas a condiciones ambientales y ubicación geográfica de planta GSMI CHILE SpA.

*Por la realización de cada ensayo se emite certificado de pruebas.

7. OFERTA ECONOMICA

7.1. Fabricación y suministro

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	COLECTOR DE POLVO				
1.1	Filtro Mangas Lisa	1	Unidad	\$ 50.000.000	\$50.000.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: FM-RS-150-3000-100				
	Caudal: 14.000 m3/h				
	Diámetro Manga: 150 mm				
	Largo Manga: 3000 mm				
	Arreglo Filtro: 10 x 10				
	Tipo de manga: Lisa				
	Material filtrante: Aramid				
	Cantidad de Mangas: 100				
	Fabricado en Acero ASTM A-36				
	Sistema de limpieza "Jet-pulse"				
	Sensor manga rota	1	Unidad		
	Sensor de tolva llena	1	Unidad		
	Plataforma de muestreo isocinética				
	Ductos de vinulación y Chimenea				
1.2	CICLÓN	1	Unidad	\$3.800.000	\$3.800.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: GSMI 1150				
	Caudal: 14.000 m3/h				
	Diámetro: 1150 mm				
1.3	VENTILADOR CENTRIFUGO	1	Unidad	\$ 13.000.000	\$13.000.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: TV-36				
	Caudal: 14.000 m3/h				
	P. Estática: 400 mm.c.a.				
	Transmisión: Indirecta.				
	Material: Acero ASTM A-36				
	Damper de descarga, accionamiento manual				
	Motor ventilador centrífugo	1	Unidad		
	Marca: WEG o similar.				
	Potencia: 50 Hp-4p				
	Tensión: 380V / 3f / 50 Hz				

	Clase F y Clase B				
	Construcción IEC				
	Protección: IP55				
1.4	Válvula Rotatoria	1	Unidad	\$ 4.100.000	\$4.100.000
	Marca: GSMI.				
	Modelo: VR-200				
	Capacidad: 6 m³/h.				
	Velocidad de giro: 20 RPM				
	Cantidad de aspas: 6				
	Carcasa: Fierro Fundido				
	Material de eje: SAE 1045				
	Sensor de velocidad cero	1	Unidad		
	Motor válvula rotativa	1	Unidad		
	Marca: WEG o similar.				
	Potencia: 1,5 Hp-4p				
	Protección: IP55				
	Tensión: 380V / 3f / 50 Hz.				
	Reductor: marca SITI o similar				
	Salida 20 RPM				
1.5	TABLERO DE FUERZA Y CONTROL	1	Unidad	\$14.500.000	\$14.500.000
	Gabinete proteccion IP55				
	Partidor Suave				
	Luces Pilotos				
	Botonera Partir/Parar/Parada de Emergencia				
Total neto de suministro (CLP)					\$85.400.000

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	COLECTOR DE POLVO				
2.1	Filtro Mangas Plisada, alternativa	1	Unidad	\$ 44.000.000	\$44.000.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: FMP-RS-150-2000-81				
	Caudal: 14.000 m3/h				
	Diámetro Manga: 150 mm				
	Largo Manga: 2000 mm				
	Arreglo Filtro: 9 x 9				
	Tipo de manga: Plisada				
	Material filtrante: Aramid				
	Cantidad de Mangas: 81				
	Fabricado en Acero ASTM A-36				
	Sistema de limpieza "Jet-pulse"				
	Sensor manga rota	1	Unidad		
	Sensor de tolva llena	1	Unidad		
	Plataforma de muestreo isocinética				
	Ductos de vinulación y Chimenea				
2.2	CICLÓN	1	Unidad	\$3.800.000	\$3.800.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: GSMI 1150				
	Caudal: 14.000 m3/h				
	Diámetro: 1150 mm				
2.3	VENTILADOR CENTRIFUGO	1	Unidad	\$ 13.000.000	\$13.000.000
	Marca: GSMI				
	Modelo: TV-36				
	Caudal: 14.000 m3/h				
	P. Estática: 400 mm.c.a.				
	Transmisión: Indirecta.				
	Material: Acero ASTM A-36				
	Damper de descarga, accionamiento manual				
	Motor ventilador centrífugo	1	Unidad		
	Marca: WEG o similar.				
	Potencia: 50 Hp-4p				
	Tensión: 380V / 3f / 50 Hz				
	Clase F y Clase B				
	Construcción IEC				

	Protección: IP55				
2.4	Válvula Rotatoria	1	Unidad	\$ 4.100.000	\$4.100.000
	Marca: GSMI.				
	Modelo: VR-200				
	Capacidad: 6 m³/h.				
	Velocidad de giro: 20 RPM				
	Cantidad de aspas: 6				
	Carcasa: Fierro Fundido				
	Material de eje: SAE 1045				
	Sensor de velocidad cero	1	Unidad		
	Motor válvula rotativa	1	Unidad		
	Marca: WEG o similar.				
	Potencia: 1,5 Hp-4p				
	Protección: IP55				
	Tensión: 380V / 3f / 50 Hz.				
	Reductor: marca SITI o similar				
	Salida 20 RPM				
2.5	TABLERO DE FUERZA Y CONTROL	1	Unidad	\$14.500.000	\$14.500.000
	Gabinete proteccion IP55				
	Partidor Suave				
	Luces Pilotos				
	Botonera Partir/Parar/Parada de Emergencia				
Total neto de suministro (CLP)					\$79.400.000

7.2. Asistencia en terreno

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	Asistencia				
3.1	Asistencia en terreno para Montaje	2	DÍAS	\$1.280.000	\$2.560.000
	Se considera un especialista de procesos para el área mecánica				
	Se considera un especialista de automatización para el área eléctrica				
	Inspección mecánica de equipos filtro de mangas				
	Inspección mecánica de equipos ventiladores centrífugos				
	Inspección eléctrica de equipos de limpieza Jet-Pulse				
	Inspección eléctrica de equipos motor eléctrico				
	Inspección eléctrica de motorreductor				
	Inspección eléctrica de tableros de control				
3.2	Asistencia en terreno para Puesta en Marcha del servicio	2	DÍAS	\$1.280.000	\$2.560.000
	Se considera un especialista de procesos para el área mecánica				
	Se considera un especialista de automatización para el área eléctrica				
	Inspección mecánica de equipos filtro de mangas				
	Inspección mecánica de equipos ventiladores centrífugos				
	Inspección eléctrica de equipos de limpieza Jet-Pulse				
	Inspección eléctrica de equipos motor eléctrico				
	Inspección eléctrica de motorreductor				
	Inspección eléctrica de tableros de control				
	Se considera un especialista de procesos para el área mecánica				
Valor total neto [CLP]					\$5.120.000

NOTA: Los trabajos se consideran en días hábiles de 8 horas.

7.3. Ingeniería de detalles

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Servicio de desarrollo de ingeniería, según alcances descritos de Oferta Técnica	1	GI	\$8.540.000	\$8.540.000

7.4. Resumen oferta económica

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Fabricación y suministro de equipos	1	GI	\$85.400.000	\$85.400.000
2	Ingeniería de detalles	1	GI	\$8.540.000	\$8.540.000
3	Asistencia en terreno	1	GI	\$5.120.000	\$5.120.000
Valor total neto (CLP)					\$99.060.000

7.5. Resumen oferta económica alternativa

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Fabricación y suministro de equipos	1	GI	\$79.400.000	\$79.400.000
2	Ingeniería de detalles	1	GI	\$8.540.000	\$8.540.000
3	Asistencia en terreno	1	GI	\$5.120.000	\$5.120.000
Valor total neto (CLP)					\$93.060.000

8. PROGRAMA DE ENTREGA

8.1. SUMINISTROS

Se procederá con el inicio de la fabricación e importación de los suministros:

- Ingeniería: 7 – 8 semanas, una vez recibida la OC.
- Fabricación: 12 – 14 semanas, a partir de la aprobación de planos por parte del cliente.

8.2. LISTADO DE HERRAMIENTAS ESPECIALES

- No aplica.

9. CONDICIONES COMERCIALES

- Los precios presentados corresponden a valores netos en moneda nacional (CLP, pesos chilenos).
- La validez de la oferta es de cien (30) días a partir de la fecha de entrega de la oferta final.
- Lugar de entrega: En dependencias de GSMI CHILE SpA, ubicadas en Camino El Otoño N°726, Lampa-Santiago, sobre camión.
- Formas de Pago:
 - 50% con la orden saldo contra entrega.

10. GARANTIAS

- Aplica Garantía GSMI CHILE SpA de doce (12) meses desde el término mecánico de la planta o durante veinticuatro (24) meses contados desde la fecha de entrega de cada equipo, cualquiera que se produzca primero.
- Válida sólo por fallas de fabricación, demostrable mediante registro visual, informe técnico u otro medio.
- Excluye toda estructura o elemento ajeno al equipo entregado en fábrica.
- En caso de llevar a cabo alguna reparación o cambio de elementos en respuesta a la garantía, dicha actividad se realizará en fábrica (Lampa), siendo responsabilidad del cliente la gestión de traslado y su costo.
- El equipo deberá cumplir con las condiciones de operación declaradas por el cliente en el presente documento, de lo contrario no estará sujeto a garantía.
- La presente garantía excluye daños producidos por mala operación, falta de mantención, o bien por daños producidos al momento del montaje, ensamble o instalación para su disposición final.

11. EXCLUSIONES

- Transporte a dependencias del cliente y montaje.
- Montaje y conexionado eléctrico.
- Extensión de líneas (cableado), y conexionado de equipos principales y tablero de fuerza. (Válvula rotatoria, ventilador, Sistema de limpieza Jet pulse, y todos los sensores asociados a los equipos principales hasta el tablero de fuerza y control)
- Cableado externo al equipo.
- Intervención de equipos existentes.
- Obras civiles.
- Recepción en sitio, descarga, almacenamiento e instalación de los equipos.
- Fundaciones, incluyendo pernos de anclaje e insertos.
- Lubricación, cualquier otra que no sea la aplicada inicialmente para el transporte.
- Plataformas de acceso, pasarelas, escaleras que no estén adheridas al filtro.
- Suministro de aire comprimido.
- Alambrado o conexionado de equipos.
- Equipos de distribución eléctrica.
- Suministro de energía eléctrica.

12. ANEXOS.

12.1. ANEXO 1: "NORMAS APLICABLES".

Se tendrá el mayor cuidado para que los materiales a usar, métodos de fabricación e inspección, etc., cumplan con las exigencias establecidas por las últimas ediciones de las normas que se detallan a continuación, las cuales deben considerarse parte integrante de la presente especificación y conforme a nuestro Sistema de Gestión de Calidad. GSMI CHILE SpA., es una empresa certificada ISO 9001 desde el año 2007.

12.1.1. Normas Nacionales

- ACGIH Manual Ventilación Industrial
- NCh 203 Acero para construcción estructural. Requisitos de calidad de productos laminados.
- NCh 206 Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 208 Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 209 Acero. Planchas gruesas usos generales y de construcción mecánica- Especificación
- NCh 216 Acero. Planchas delgadas laminadas en frío y en caliente, y planchas gruesas de acero al carbono. Terminología.
- NCh 300 Pernos, tuercas y accesorios - Terminología, nomenclatura y designación.
- NCh 301 Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonal.
- NCh 304 Electrodo para soldar al arco manual. Terminología y clasificación.
- NCh 308 Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428 Ejecuciones de construcciones de acero.
- NCh 697 Acero. Barras y perfiles livianos - Clasificación y tolerancias.
- NCh 698 Acero. Barras y perfiles livianos- Requisitos generales.
- NCh 730 Acero. Perfiles estructurales soldados al arco sumergido.
- NCh 998 Andamios, requisitos generales de seguridad.
- NCh 1467 Prevención de riesgos en corte y soldadura al arco
- NCh 1562 Protección personal - Pantallas para soldadores - Requisitos.
- NCh 1805 Protección personal - Ropa para soldadores - Materiales
- NCh 1806 Protección personal - Ropa para soldadores - Confección
- ICHA Manual de Diseño de Estructuras de Acero, 1976.
- SEC Superintendencia de Electricidad y Combustibles (Chile)
- NCH ELEC 2/84 Elaboración y presentación de proyectos de Electricidad
- NCH ELEC 4/2003 Instalación de consumo en baja tensión
- NSEG. 5 E.n.71 Instalación de corrientes fuertes
- Decreto 327 Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.

12.1.2. Normas Extranjeras

- AISC Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. AISC Specifications for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings.
- AISC Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts.
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII
- ASTM A36 Standard Specification for Structural Steel.
- ASTM A194 Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure and High Temperatures Service.
- ASTM A307 Specification for Carbon Steel Externally Threaded Standard Fasteners.
- ASTM A325 Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM A490 Specification for Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM A500 Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes.
- ASTM A563 Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.
- ASTM F436 Specification for Hardened Steel Washers for Use with High-Strength Bolts
- ANSI/AWS-D1.1 Structural Welding Code
- AWS-A5.XX Specification for Arc Welding Electrodes of the American Welding Society
- SSPC-SP1 a SP10 Cleaning

12.2. ANEXO 2: PARAMETROS TÉCNICOS GENERALES.

12.2.1. Materiales

Todos los materiales que se empleen en la fabricación serán nuevos y de procedencia conocida, además de cumplir los requisitos de los planos especificados en la oferta.

Los perfiles laminados que se indiquen en los planos y que no se encuentren comercialmente serán reemplazados por perfiles plegados o soldados previa aprobación del cliente.

Los espesores de planchas indicados en los planos y que no se encuentren comercialmente serán reemplazados por espesores comerciales previa aprobación

12.2.2. Origen y procedencia

GSMI tendrá a disposición del cliente la información necesaria y requerida para certificar la calidad y origen de los materiales ocupados en la fabricación de los componentes.

12.2.3. Planchas de acero y perfiles

El material de las planchas de acero para la fabricación en acero estructural ASTM A-36.

12.2.4. Fabricación en taller

Los procedimientos de fabricación en taller serán estudiados y planeados de modo que aseguren requisitos de calidad estipulados.

La soldadura a utilizar será Mig, o arco manual efectuada por soldadores calificados.

Se efectuará un pre-armado de los cuerpos en negro en taller

12.2.5. Trazado y orientación de los cortes

El trazado y dirección de los cortes será planificado de manera que, de preferencia, la orientación del sentido de laminación sea coincidente con la de los esfuerzos principales a que estará sometido el elemento a fabricar.

12.2.6. Terminación de los cantos

Todos los cantos serán esmerilados o trabajados de modo de obtener una rugosidad máxima.

12.2.7. Perforaciones

Las perforaciones o agujeros se efectuarán mediante punzonado, taladrado, mecanizado o mediante una secuencia de ellos.

Las perforaciones se ubicarán en forma precisa mediante trazados o plantillas, con el objeto de reducir el riesgo de que queden fuera de tolerancia.

Todas las perforaciones se terminarán de manera de eliminar las rebabas y las superficies se esmerilarán para recuperar su planitud.

12.2.8. Preparación de biseles y juntas soldadas

Los cantos y biseles para uniones soldadas se prepararán en estricto acuerdo con las formas y dimensiones establecidas en la especificación del respectivo procedimiento de soldadura.

Se emplearán de preferencia métodos y procedimientos que minimicen la distorsión de los elementos a soldar. En todo momento se considerará el efecto de las soldaduras en la estabilidad dimensional de las piezas y en las dimensiones sujetas a tolerancias.

Las superficies por soldar deberán estar libres de grasas, óxido, escorias o cualquier material ajeno a la constitución metálica de las partes la limpieza deberá ejecutarse según sea el requerimiento (mediante chorro de arena, escobillado metálico, esmerilado, etc.).

Se dispondrá de un equipo de profesionales para la inspección técnica y el control dimensional de piezas, calidad de soldadura y tratamiento superficial.

12.2.9. Terminación superficial

Se realizará de acuerdo a estándar GSMI.

12.2.10. Embalaje

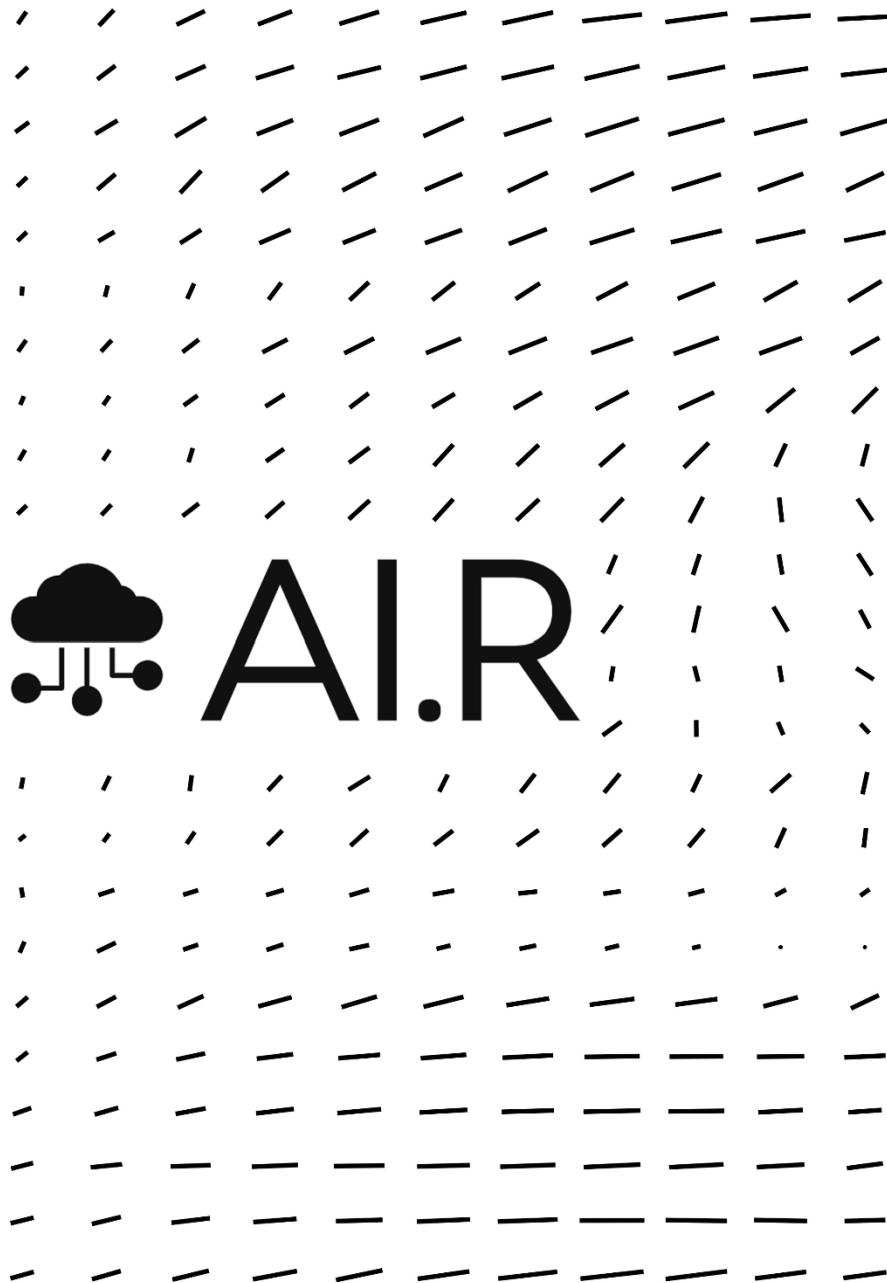
Se realizará de acuerdo a estándar GSMI.

12.3. ANEXO 3: CONDICIONES DE ALMACENAJE DE LOS EQUIPOS

Se deberá prever un lugar adecuado para el almacenaje temporal de los equipos. El recinto

Estará protegido, limpio, seco y libre de vibraciones que puedan afectar a las máquinas. Las correas de transmisión se mantendrán destensadas durante el periodo de almacenaje.

- Periódicamente (cada mes aprox.) girar manualmente la máquina a través del eje o polea de accionamiento.
- Antes de proceder al ensamblaje definitivo verificar el estado interno del rodete. Aplicar instrucciones de Manual IOM.



Informe calidad del aire - COPEVAL, agrícola Planta Los Ángeles

	Cliente: COPEVAL S.A. Planta Los Ángeles. Región del Biobío	
	Contacto: Miguel Ángel Monsalva Pizarro	
	Versión: V1	
18/03/2025 ID: 2025-002		

Contenido

1	Resumen.....	5
2	Introducción	8
3	Normativa aplicable al estudio.....	9
3.1	Normas de calidad del aire	9
3.2	Plan de Descontaminación Atmosférica de los Ángeles.....	9
3.2.1	Fuentes emisoras de material particulado en Los Ángeles	10
3.2.2	Estrategias del PDA de Los Ángeles para la reducción de emisiones.....	10
3.2.3	Medidas aplicables a las fuentes de emisión de la Agrícola Planta Los Ángeles de Copeval 10	
3.3	Criterios para evaluar el impacto de emisiones de material particulado respirable (MP ₁₀ y MP _{2,5}) en zonas saturadas	13
4	Estimación de emisiones atmosféricas	15
4.1	Escenario 1. Estimación de emisiones en base a la concentración máxima	15
4.2	Escenario 2. Estimación de emisiones en base a la factores de emisión para calderas..	18
5	Descripción y configuración del sistema WRF-CALPUFF	20
5.1	Descripción del sistema WRF-CALPUFF	20
5.2	Parametrización del modelo meteorológico WRF.....	21
5.3	Parametrización del modelo CALPUFF	25
5.3.1	Parámetros técnicos.....	25
5.3.2	Dominios de modelación.....	29
5.3.3	Configuración del esquema químico	31
5.3.4	Uso de suelo	32
5.3.5	Topografía.....	35
5.3.6	Efecto de las edificaciones sobre el viento y la dispersión de contaminantes	36
5.3.7	Receptores discretos	37
5.3.8	Fuentes emisoras.....	39
6	Caracterización de la meteorología y la calidad del aire.....	40
6.1	Estaciones de calidad del aire	40
6.2	Validez de la data.....	43
6.3	Caracterización de las variables meteorológicas.....	44
6.3.1	Temperatura.....	44

6.3.2	Velocidad del viento	47
6.3.3	Dirección del viento.....	49
6.4	Caracterización de la calidad del aire.....	51
6.4.1	Análisis normativo MP ₁₀	51
6.4.2	Análisis normativo MP _{2,5}	53
6.5	Evaluación de la distribución espacial de la contaminación en Los Ángeles.....	55
7	Resultados modelación de emisiones atmosféricas	57
7.1	Puntos de máxima concentración (PMC)	57
7.2	Análisis de concentraciones en receptores sensibles.....	60
7.3	Isocurvas de concentración	64
7.3.1	Material particulado respirable (MP ₁₀)	65
7.3.2	Material particulado fino respirable (MP _{2,5}).....	67
7.4	Análisis del episodio del 24 de junio del 2024.....	69
8	Conclusiones.....	71

Tablas

Tabla 1:	Norma primaria de calidad del aire.....	9
Tabla 2:	Emisiones por categoría [t/año], año 2012, zona de Los Ángeles.....	10
Tabla 3:	Límite máximo de emisión de MP y eficiencia para caldera nueva menor a 75 kWt	11
Tabla 4:	Límites máximos de emisión de MP para Calderas	11
Tabla 5:	Valores de significancia para el aumento de concentraciones de MP ₁₀ y M _{2,5} sobre receptores	14
Tabla 6:	Descripción de calderas de Copeval – Escenario 1.....	15
Tabla 7:	Emisiones de calderas de Copeval – Escenario 1	17
Tabla 8:	Descripción de calderas de Copeval – Escenario 2.....	18
Tabla 9:	Emisiones de calderas de Copeval – Escenario 2	19
Tabla 10:	Descripción del archivo CALPUFF.INP.....	25
Tabla 11:	Parámetros CALPUFF ajustados	26
Tabla 12:	Dominios de modelación en Calpuff	29
Tabla 13:	Especie y depositación	31
Tabla 14:	Usos de suelo en el área modelada.....	33
Tabla 15:	Receptores considerados en la modelación.....	37

Tabla 16: Fuente emisora considerada en la modelación.....	39
Tabla 17: Estaciones de meteorología y calidad del aire consideradas	41
Tabla 18: Validez de la data de las estaciones de meteorología y calidad del aire	43
Tabla 19: Análisis normativo MP10.....	51
Tabla 20: Análisis normativo MP2,5.....	53
Tabla 21: Evaluación de los puntos de máxima concentración	59
Tabla 22: Análisis de concentraciones en receptores sensibles – MP10	62
Tabla 23: Análisis de concentraciones en receptores sensibles – MP2,5	63
Tabla 24: Análisis de concentraciones en receptores sensibles, día 12/07/2024	69

Figuras

Figura 1: Diagrama de concentraciones resultantes del sistema Calpuff-WRF	20
Figura 2: Representación gráfica de la grilla de modelación de un modelo WRF.....	21
Figura 3: Representación gráfica de los campos de viento del WRF	24
Figura 4: Dominios de modelación en Calpuff	30
Figura 5: Usos de suelo en el área modelada.....	34
Figura 6: Topografía del área modelada	35
Figura 7: Efecto Building Downwash de los silos de la Agrícola.....	36
Figura 8: Receptores considerados en la modelación.....	38
Figura 9: Fuente emisora considerada en la modelación	39
Figura 10: Resumen de la data de meteorología y calidad del aire de las estaciones.....	42
Figura 11: Ciclo horario de la temperatura	45
Figura 12: Ciclo estacional de la temperatura.....	46
Figura 13: Ciclo horario de la velocidad del viento	48
Figura 14: Ciclo estacional de la velocidad del viento.....	49
Figura 15: Rosas de los vientos	50
Figura 16: Evolución de la calidad del aire los Ángeles, MP10 promedio anual	52
Figura 17: Evolución de la calidad del aire los Ángeles, MP10 percentil 98 diario	52
Figura 18: Evolución de la calidad del aire los Ángeles, MP2,5 promedio anual.....	54
Figura 19: Evolución de la calidad del aire los Ángeles, MP2,5 percentil 98 diario	54
Figura 20: Distribución de la contaminación en la comuna de los Ángeles, evento del 12/07/2024	56

Figura 21: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP10 – Norma diaria	57
Figura 22: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP10 – Norma anual	65
Figura 23: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP10 – Norma diaria	66
Figura 24: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP2,5 – Norma anual	67
Figura 25: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP2,5 – Norma diaria	68

1 Resumen

Este informe evalúa los aportes de concentración de material particulado (MP_{10} y $MP_{2,5}$) en el área de estudio y en receptores cercanos a la Agrícola Planta Los Ángeles de Copeval, actualmente en operación. La evaluación se basa en la modelación de calidad del aire utilizando CALPUFF-WRF, complementada con la caracterización meteorológica y de calidad del aire.

El estudio surge a partir del Hecho Infracional N°1 de Copeval, formulado por la Superintendencia del Medio Ambiente por medio de Resolución Exenta N°1 / Rol F-086-2024, relacionado con la operación de una caldera a leña sin acreditación de emisiones durante un episodio de Emergencia Ambiental el 12 de julio de 2024, en el marco del Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) de Los Ángeles (D.S. N°4/2017 del MMA).

Dado que no se cuenta con datos específicos de emisiones de las fuentes, se evaluaron dos escenarios de emisiones:

- Escenario 1: Emisiones obtenidas a partir del valor máximo de concentración permisible durante episodios de emergencia ambiental ($30 \text{ mg/m}^3\text{N}$), según el Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) de Los Ángeles. Las emisiones estimadas para este escenario fueron de 2,2 t/año para MP_{10} y 1,9 t/año para $MP_{2,5}$.
- Escenario 2: Emisiones calculadas utilizando factores de emisión para calderas sin control, con combustible a leña, conforme a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana. En este caso, las emisiones estimadas fueron significativamente mayores, alcanzando 10,8 t/año para MP_{10} y 9,4 t/año para $MP_{2,5}$.

Los resultados se evaluaron en relación con:

- Normas primarias de calidad del aire (MP_{10} y $MP_{2,5}$).
- Criterios del SEIA de aportes de concentración en zonas saturadas.
- PDA de los Ángeles.

Se caracterizó la meteorología y la calidad del aire del área de estudio, en donde se observó que:

- El estudio analiza la meteorología y la calidad del aire en la comuna de Los Ángeles, destacando el papel de variables como la temperatura, dirección y velocidad del viento en la dispersión de contaminantes. Se realizó una caracterización detallada utilizando datos de estaciones de monitoreo y el modelo meteorológico WRF, así como un análisis normativo de los contaminantes MP_{10} y $MP_{2,5}$, comparando sus concentraciones con la normativa ambiental vigente. Se evidenció que la estación Los Ángeles Oriente, ubicada en una zona periurbana, presenta menores niveles de contaminación en comparación con la estación 21 de Mayo, situada en pleno centro urbano.
- Además, se evaluó la distribución espacial de la contaminación mediante imágenes satelitales del Sentinel-5P (programa Copernicus de la ESA), que permiten estimar la presencia de aerosoles en la atmósfera. A través del Índice de Aerosoles (IA), se identificó que las mayores concentraciones se encuentran en la zona urbana, disminuyendo

progresivamente hacia las áreas rurales. La imagen del 12 de julio de 2024, fecha de un episodio de emergencia ambiental, mostró un marcado gradiente de contaminación, con los valores más altos en el centro de la ciudad.

- Los resultados sugieren que las alertas de contaminación, basadas en estaciones urbanas, pueden sobrestimar la exposición real en zonas periurbanas y rurales.

Se identificaron y evaluaron 24 receptores discretos, incluyendo industrias, viviendas y establecimientos educacionales, ubicados dentro del dominio de modelación. A partir de los resultados de las concentraciones modeladas en estos receptores, se realizó un análisis considerando los límites normativos y los criterios del SEIA para evaluar el riesgo potencial sobre la salud de la población expuesta, en un contexto de saturación basal de MP_{10} y $MP_{2,5}$. Como resultado, se determinó que:

- **Escenario 1: Emisiones Máximas Normadas ($30 \text{ mg/m}^3\text{N}$)**
 - MP_{10} cumple completamente con la normativa y los criterios SEIA.
 - $MP_{2,5}$ cumple en la mayoría de los receptores, salvo en Hidro Mann Spa, donde supera en 10% el criterio anual.
- **Escenario 2: Factores de Emisión para Calderas**
 - Se cumple con la normativa de calidad del aire, sin superar el 12% de los valores normados.
 - No se cumplen los criterios del SEIA para zonas saturadas, con $MP_{2,5}$ como el contaminante más crítico:
 - MP_{10} supera en un 39% en Hidro Mann Spa.
 - $MP_{2,5}$ supera hasta 6 veces el criterio en industrias y 0,7 veces en viviendas cercanas.

A pesar de estas superaciones, cabe destacar que el proyecto ya se encuentra en operación, y no es un proyecto, que el supuesto de aplicación de los criterios del SEIA. En este contexto, para concluir, resultó fundamental evaluar su impacto en el evento específico de emergencia ambiental del 12 de junio de 2024, lo que permite acotar el análisis a este día en particular y determinar su incidencia real en la calidad del aire.

A partir de la modelación de calidad del aire, se obtuvieron los aportes específicos de este día para todos los receptores cercanos considerados. Aplicando los criterios de significancia establecidos por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) para zonas saturadas, los resultados de las modelaciones en los dos escenarios evaluados indican que el aporte del proyecto sobre estos receptores fue poco significativo, ya que los valores de concentración estimados no superaron el 25% del umbral de significancia diario.

Estos permiten demostrar que la contribución del proyecto en la emergencia del 12 de junio de 2024 no representó una alteración significativa en la calidad del aire, reafirmando la baja incidencia de sus emisiones en el contexto del episodio evaluado.

Sin perjuicio de lo anterior, el consultor recomienda al titular implementar distintas medidas para mejorar su operación, reducir sus emisiones y asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable.

2 Introducción

El presente documento desarrolla una evaluación de los aportes de concentración de contaminantes en el área de estudio y en los receptores primarios cercanos a la Agrícola Planta Los Ángeles de Copeval, actualmente en operación.

La evaluación se llevó a cabo mediante una modelación de la calidad del aire para material particulado, utilizando el sistema CALPUFF-WRF, complementado con la caracterización meteorológica y de calidad del aire en la zona de estudio.

El objetivo del estudio es analizar las implicancias sobre la calidad del aire en relación con el Hecho Infraccional N°1 de Copeval, formulado por la Superintendencia del Medio Ambiente por medio de Resolución Exenta N°1 / Rol F-086-2024, el cual corresponde a la operación de una caldera a leña (SPBIOBIO-212), con una potencia térmica superior a 75 kWt, durante un episodio crítico de Emergencia Ambiental ocurrido el 12 de julio de 2024. Esta operación se realizó sin contar con la acreditación de concentración de emisiones requerida para su funcionamiento en tales condiciones. La infracción se encuentra enmarcada en el Decreto Supremo N°4/2017 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) para la comuna de Los Ángeles.

Para estos efectos, se realizó una estimación de las emisiones y una posterior modelación, considerando dos escenarios:

- Escenario 1: Emisiones estimadas a partir del valor máximo de concentración permisible durante episodios de emergencia ambiental ($30 \text{ mg/m}^3\text{N}$), según el PDA de Los Ángeles. Las emisiones estimadas para este escenario fueron 2,2 t/año para MP_{10} y 1,9 t/año para $\text{MP}_{2,5}$.
- Escenario 2: Emisiones calculadas utilizando factores de emisión para calderas sin control, con combustible a leña, conforme a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana. En este caso, las emisiones estimadas fueron significativamente mayores, alcanzando 10,8 t/año para MP_{10} y 9,4 t/año para $\text{MP}_{2,5}$.

Además, se efectuó una evaluación específica de los aportes de concentración sobre los receptores cercanos el 12 de julio de 2024, fecha en la que se registró la infracción.

El estudio se estructura en las siguientes secciones:

- Normativa aplicable al estudio
- Estimación de emisiones atmosféricas
- Descripción y configuración del sistema WRF-CALPUFF
- Caracterización de la meteorología y la calidad del aire
- Resultados de la modelación de emisiones atmosféricas
- Conclusiones

3 Normativa aplicable al estudio

Dentro de la evaluación realizada en el presente informe, particularmente en lo que respecta a los potenciales aportes de concentración generados por las calderas de la Agrícola Planta Los Ángeles de Copeval, se consideraron tanto las normas de calidad del aire para material particulado, como el Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) específico al que está sujeta la agrícola debido a su localización. Asimismo, para evaluar el impacto, se tomaron en cuenta los “Criterios para evaluar el impacto de emisiones de material particulado respirable (MP_{10} y $MP_{2,5}$) en zonas saturadas” del Servicio de Evaluación Ambiental, las que son detalladas a continuación:

3.1 Normas de calidad del aire

Para la evaluación de los aportes de concentración de material particulado (MP) en la calidad del aire, se han considerado las normas ambientales primarias vigentes para MP_{10} y $MP_{2,5}$, las cuales establecen límites de concentración en función de criterios de protección de la salud humana. Dichos estándares se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1: Norma primaria de calidad del aire

Parámetro	Cuerpo Legal	Estadístico	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
MP_{10}	D.S. N°12/2022 del MMA	Promedio anual de las concentraciones 24 horas	50
		Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas	130
$MP_{2,5}$	D.S. N°12/2011 del MMA	Promedio anual de las concentraciones 24 horas	20
		Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas	50

Fuente: Ai-R, 2025, en base a la normativa aplicable.

3.2 Plan de Descontaminación Atmosférica de los Ángeles

El Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) de la comuna de Los Ángeles, establecido mediante el Decreto Supremo N°4/2017 del Ministerio del Medio Ambiente, fue implementado tras la declaración de zona saturada por $MP_{2,5}$ y MP_{10} según el D.S. N°11/2015 del Ministerio del Medio Ambiente. Este plan contempla una serie de medidas destinadas a alcanzar, en un plazo de 10 años, el cumplimiento de la norma primaria de calidad ambiental para material particulado.

Las medidas y exigencias establecidas en el PDA de Los Ángeles están orientadas principalmente a la reducción de emisiones del sector residencial, dado que la combustión de leña para calefacción y cocina representa la principal fuente de contaminación atmosférica en la zona. Además, el plan contempla el control de emisiones de fuentes industriales, del transporte y de quemas agrícolas.

Asimismo, con el objetivo de prevenir la formación de material particulado fino secundario, el PDA de Los Ángeles incorpora medidas para el control de emisiones de SO_2 provenientes de fuentes industriales, tales como calderas.

3.2.1 Fuentes emisoras de material particulado en Los Ángeles

Según el inventario de emisiones incluido en el PDA, la principal fuente emisora de material particulado respirable ($MP_{2,5}$ y MP_{10}) en la comuna es la combustión residencial de leña para calefacción, clasificada como fuente de área. Esta contribuye con aproximadamente el 96% de las emisiones de $MP_{2,5}$ y el 86% de MP_{10} . Le siguen las fuentes industriales, clasificadas como fuentes puntuales, responsables del 3% de las emisiones de $MP_{2,5}$ y del 12% de MP_{10} .

A continuación, se presenta la tabla con la distribución de emisiones según el inventario de emisiones del PDA:

Tabla 2: Emisiones por categoría [t/año], año 2012, zona de Los Ángeles

Tipo de fuente	MP_{10}	$MP_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2	COVs	NH_3
Fuentes puntuales	561	146	459	610	36	1.388	73
Fuentes de área	4.032	3.919	60.979	218	4.240	10.530	479
Fuentes móviles	27	18,1	5.523	757	38	376	16
Fuentes fugitivas	61						
Total	4.681,5	4.065,3	66.960,5	1.585,5	4.313,4	12.293,4	568,1

Fuente: PDA Los Ángeles, basado en Estudio Definición de cuenca atmosférica para la comuna de Los Ángeles, Seremi del Medio Ambiente Región del Biobío.

3.2.2 Estrategias del PDA de Los Ángeles para la reducción de emisiones

Para lograr la reducción de emisiones de material particulado en la comuna, el PDA de Los Ángeles establece las siguientes estrategias clave:

- Restricciones al uso de calefacción residencial a leña, promoviendo el uso de tecnologías más limpias y eficientes.
- Control de emisiones de fuentes industriales y comerciales, mediante la implementación de límites de emisión para calderas, hornos y otras fuentes generadoras de SO_2 .
- Gestión de episodios críticos de contaminación, estableciendo medidas restrictivas en función de la calidad del aire pronosticada.
- Fomento a la eficiencia energética y educación ambiental, incentivando cambios en los hábitos de consumo de combustibles sólidos para reducir la contaminación atmosférica.

3.2.3 Medidas aplicables a las fuentes de emisión de la Agrícola Planta Los Ángeles de Copeval

Las medidas específicas aplicables a las fuentes de emisión de la Agrícola Planta Los Ángeles de Copeval están establecidas en los Capítulos IV y VII del PDA de los Ángeles, los que establecen el Control de las Emisiones de Fuentes Fijas y el Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos, respectivamente.

Artículo 30

Las calderas nuevas, con una potencia térmica nominal menor a 75 kWt, deberán cumplir con los límites máximos de emisión de material particulado y eficiencia indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3: Límite máximo de emisión de MP y eficiencia para caldera nueva menor a 75 kWt

Potencia térmica nominal de la caldera [kWt]	Límite máximo de emisión MP [ng/Nm³]	Eficiencia [%]
Menor a 75 [kWt]	50	Mayor o igual a 85

Fuente: PDA Los Ángeles, Art 30.

- Las calderas nuevas deberán cumplir con las exigencias establecidas en la presente disposición desde la fecha de inicio de su operación.
- Para acreditar el cumplimiento de la presente disposición, el propietario de la caldera deberá presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, por única vez, un certificado de origen del fabricante, que indique que la caldera cumple con lo exigido en la Tabla 22.
- Se eximen de presentar dicho certificado las calderas nuevas que usan exclusivamente y en forma permanente un combustible gaseoso, siempre que acrediten dicha condición ante la Superintendencia del Medio Ambiente.

Artículo 32

Las calderas y hornos industriales, nuevos y existentes, deberán cumplir con los límites máximos de emisión de MP que se indican en la siguiente Tabla:

Tabla 4: Límites máximos de emisión de MP para Calderas

Tipo de fuente	Potencia térmica	Límite máximo de emisiones de MP para fuente existentes [mg/Nm³]	Límite máximo de emisiones de MP para fuente nuevas [mg/Nm³]
Caldera	Mayor o igual a 75 kWt y menor a 1 MWt	-	50
	Mayor o igual a 1 MWt y menor a 20 MWt	50	50
	Mayor o igual a 20 MWt	30	30

Fuente: PDA Los Ángeles, Art 30.

- Plazos de cumplimiento:
 - Los hornos industriales y las calderas existentes deberán cumplir con los límites de emisión establecidos en la presente disposición, en un plazo máximo de treinta y seis meses, desde la entrada en vigencia del presente decreto.
 - Los hornos industriales y las calderas nuevas cumplirán con las exigencias establecidas en la presente disposición, desde la fecha de inicio de su operación.
- Excepciones al cumplimiento:
 - Se eximen de verificar el cumplimiento del límite máximo de emisión de MP, aquellas calderas nuevas o existentes, que usen un combustible gaseoso en forma exclusiva y permanente. Para demostrar lo anterior, el titular deberá presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, durante el mes de enero de cada año, un informe que dé cuenta de tales condiciones.

- ii. Se eximen de verificar el cumplimiento del límite máximo de emisión de material particulado, aquellas calderas nuevas de potencia inferior a 1 MWt, que demuestren utilizar un combustible en estado líquido, con contenido de azufre menor o igual a 50 ppm (partes por millón) en forma exclusiva y permanente. Para demostrar lo anterior, el titular de la fuente deberá presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, durante el mes de enero de cada año, un informe que dé cuenta de tales condiciones.
- iii. Se eximen de verificar el cumplimiento del límite máximo de emisión de MP, aquellas calderas que cogenan, siempre y cuando la caldera demuestre una eficiencia térmica mayor a 85%. Para demostrar lo anterior, el titular de la fuente deberá presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente durante el mes de enero de cada año, un informe que dé cuenta de tales condiciones.

Artículo 53

Desde la entrada en vigencia del presente decreto, la Seremi del Medio Ambiente desarrollará un Plan Operacional de Gestión de Episodios Críticos, cuyo objetivo es enfrentar los episodios de MP_{2,5} y/o MP₁₀, que se presenten en la zona saturada, para lo cual se coordinará con la Seremi de Salud, Seremi de Educación, Intendencia Regional y con otros servicios y organismos que sea necesario.

El Plan Operacional se implementará durante el período comprendido entre el 1º de abril y 30 de septiembre de cada año, incluyendo ambos días, y contará con la participación de distintos organismos y servicios públicos competentes.

Artículo 59

Durante el período de gestión de episodios críticos se establecerán las siguientes medidas de prevención y mitigación, cuya fiscalización y sanción en caso de incumplimiento, corresponderán a la Seremi de Salud, SAG, CONAF o Superintendencia del Medio Ambiente, conforme a sus atribuciones:

- a. **Alerta:** En aquellos días para los cuales se pronostique un episodio crítico en el nivel de alerta, regirán las siguientes medidas:
 - i. Prohibición, de emisión de humos visibles, entre las 18:00 y las 24:00 horas, producto de la operación de calefactores y cocinas a leña. Esta medida se aplicará por zona territorial.
- b. **Preemergencia:** En aquellos días para los cuales se pronostique un episodio crítico en el nivel Preemergencia, regirán las siguientes medidas:
 - i. Prohibición de emisión de humos visibles, producto de la operación de calefactores y cocinas a leña. Esta medida se aplicará por zona territorial.
 - ii. Prohibición de uso de calefactores y cocinas a leña, entre las 18:00 y las 24:00 horas. Se exceptúan de esta prohibición los calefactores a leña que pertenezcan a los programas de recambio del Ministerio del Medio Ambiente y los calefactores que

- se encuentren certificados y cumplan con el DS Nº 39/2011, del Ministerio del Medio Ambiente. Esta medida se aplicará por zona territorial.
- iii. Prohibición del funcionamiento de hornos tradicionales chilenos durante las 24 horas. Esta medida se aplicará por zona territorial después de tres años, contados desde la entrada en vigencia del presente decreto.
 - iv. Restricción de quemas controladas en la comuna de Los Ángeles, que por predominancia de vientos puedan impactarla con sus emisiones, según las atribuciones de Conaf. Prohibición del funcionamiento de calderas con una potencia térmica mayor a 75 kWt que presenten emisiones mayores a 30 mg/m³N de material particulado. Esta medida se aplicará por zona territorial, entre las 18:00 y 24:00 horas.
- c. **Emergencia:** En aquellos días para los cuales se pronostique un episodio crítico en el nivel emergencia, regirán las siguientes medidas:
- i. Prohibición del uso de calefactores y cocinas a leña, durante las 24 horas. Se exceptúan de esta prohibición los calefactores a leña que pertenezcan a los programas de recambio del Ministerio del Medio Ambiente y los calefactores que se encuentren certificados y cumplan con el DS Nº 39/2011, del Ministerio del Medio Ambiente. Esta medida se aplicará en toda la zona saturada.
 - ii. Prohibición de emisión de humos visibles, producto de la operación de calefactores y cocinas a leña. Esta medida se aplicará por zona territorial.
 - iii. Prohibición del funcionamiento de hornos tradicionales chilenos. Esta medida se aplicará en toda la zona saturada, durante las 24 horas.
 - iv. Restricción de quemas controladas en la comuna de Los Ángeles, que por predominancia de vientos puedan impactarla con sus emisiones, según las atribuciones de CONAF.
 - v. **Prohibición del funcionamiento de calderas con una potencia mayor a 75 kW térmico que presenten emisiones mayor o igual a 30 mg/m³N de material particulado. Esta medida se aplicará en toda la zona saturada durante las 24 horas.**

3.3 Criterios para evaluar el impacto de emisiones de material particulado respirable (MP₁₀ y MP_{2,5}) en zonas saturadas

El Servicio de Evaluación Ambiental de Chile ha desarrollado el documento “Criterios para evaluar el impacto de emisiones de material particulado respirable (MP₁₀ y MP_{2,5}) en zonas saturadas”, cuyo objetivo es estandarizar la evaluación del riesgo para la salud de la población expuesta a niveles de contaminación basal que exceden los límites establecidos en las normas primarias de calidad ambiental.

Los valores de significancia se determinaron mediante un enfoque estadístico conocido como "bootstrapping", el cual permite cuantificar la variabilidad de la calidad del aire en sitios de monitoreo. Esta metodología se basa en los lineamientos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA).

Para su aplicación, se analizaron datos de múltiples estaciones de monitoreo de calidad del aire en distintas regiones de Chile, abarcando un período de al menos tres años. Con el fin de representar fielmente la realidad nacional, se estableció un único valor a nivel país, evitando así exponer a distintas poblaciones a niveles de riesgo diferenciados.

Los criterios cuantitativos para la evaluación del impacto en zonas con riesgos preexistentes, basados en la magnitud y duración de las emisiones se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Valores de significancia para el aumento de concentraciones de MP_{10} y $MP_{2,5}$ sobre receptores en zonas que sobrepasen el valor de la norma

Contaminante	Periodo	Concentración [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
MP_{10}	24 horas	5,0
	Anual	1,0
$MP_{2,5}$	24 horas	1,7
	Anual	0,3

Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2023. Criterio de evaluación en el SEIA: impacto de emisiones en zonas saturadas por material particulado respirable MP_{10} y material particulado fino respirable $MP_{2,5}$. Primera edición, Santiago, Chile.

4 Estimación de emisiones atmosféricas

Para la estimación de emisiones de MP_{10} y $MP_{2,5}$, se consideraron dos escenarios.

El primer escenario, considerado el más favorable, se desarrolló a partir de una estimación de emisiones en calderas bajo condiciones de máxima emisión establecidas en el Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) de Los Ángeles. Este escenario contempla episodios de emergencia con un límite de $30 \text{ mg/m}^3\text{N}$. Las emisiones resultantes fueron:

- Emisión anual de MP_{10} : 2,2 t/año
- Emisión anual de $MP_{2,5}$: 1,9 t/año

El segundo escenario, en contraste, representa una condición muy desfavorable, en la cual se considera un factor de emisión para calderas sin medidas de abatimiento y con combustible de leña. La estimación se realizó utilizando la metodología establecida en la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana (Capítulo 7: Grupos Electrógenos y Calderas, versión octubre 2020). Las emisiones resultantes en este caso fueron significativamente mayores:

- Emisión anual de MP_{10} : 10,8 t/año
- Emisión anual de $MP_{2,5}$: 9,4 t/año

A continuación, se detalla la metodología utilizada y el desarrollo del cálculo de emisiones para cada uno de los escenarios evaluados.

4.1 Escenario 1. Estimación de emisiones en base a la concentración máxima

El presente estudio considera la modelación de las emisiones de las calderas que se presentan a continuación:

Tabla 6: Descripción de calderas de Copeval – Escenario 1

Razón social		SOC COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A.	
Fuente		Caldera de vapor 1	Caldera de vapor 2
Localización ducto (UTM WGS84 Huso 18S)		736.612.00 m E; 5.842.376.00 m S	
N° interno		Cald 1	Cald 2
N° registro autoridad sanitaria		SPBIOBIO213	SPBIOBIO 212
Registro DS138		IN-GEV-18196	IN-GEV-18226
Marca		Claderas industriales Ltda	Claderas industriales Ltda
Modelo		Igeneotubular tres pasos	Igeneotubular tres pasos
N° de serie		5	52
Año fabricación		2009	2009
Combustible utilizado		Leña	Leña
Sistema control emisiones		No posee	No posee
Potencia térmica	MWt	2,77	2,77
Consumo nominal de combustible	Kg/h	680	680

Razón social		SOC COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A.	
Producción de vapor	kg/h	3500	3500
Diámetro interno chimenea	m	1,2	1,2
Altura del ducto	m	12,55	12,55
Altura desde el suelo	m	15,55	15,55
Horas de operación al año	kg/h	3.536	3.536
Caudal de gases real	m³N/h	12982,60	15386,50
Caudal de gases base seca Std (1 atm y 25°C)	m³N/h	10623,60	12509,10
Velocidad de gases	m/s	3,60	4,20
Temperatura de gases de salida	°C	90,00	92,40

Fuente: Ai-R, 2025, en base a información proporcionada por Copeval.

Para estimar las emisiones de MP₁₀ y MP_{2,5}, se consideraron los escenarios de máxima emisión para calderas, de acuerdo con el Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) de Los Ángeles, durante episodios de emergencia con un límite de 30 mg/m³N. Además, se utilizaron distintos antecedentes de Copeval, como el caudal de gases, el nivel de actividad, entre otros.

A continuación, se presenta la fórmula utilizada para estimar las tasas diarias y anuales de emisión de MP₁₀ y MP_{2,5} de las calderas de Copeval:

$$E_{ni} = \frac{Q_n * C_i * Na * Ma_i}{1.000 * 1.000.000}$$

Donde:

- E_{ni} = Emisión de la caldera n (caldera 1 o 2), para el contaminante de tamaño de partícula i (MP₁₀ o MP_{2,5}), en t/año.
- Q_n = Caudal de gases base seca estándar (1 atm y 25°C) de la caldera n (caldera 1 o 2), en m³N/h. Proporcionado por Copeval.
- C_i = Concentración máxima normada en el PDA de los Ángeles para episodios de emergencia, correspondiente a 30 mg/m³N.
- Na_n = Nivel de actividad de la caldera n (caldera 1 o 2), en horas de operación al año (horas/año). Se consideraron 24 horas de lunes a viernes y 16 horas los sábados, durante 52 semanas al año, con cada caldera operando la mitad del tiempo. Esto resultó en un nivel de actividad equivalente a 3,536 horas al año por caldera.
- Ma_i = Masa acumulativa del total de material particulado correspondiente al contaminante i (MP₁₀ o MP_{2,5}). Este valor representa el porcentaje de masa de MP₁₀ y MP_{2,5} con respecto al total de material particulado medido en la fuente, en calderas a leña sin medidas de control. Los valores fueron obtenidos del documento AP-42 (Sección 1.6 - *Wood Residue Combustion in Boilers*¹), específicamente de la Tabla 1.6-5 del AP-42, titulada "Cumulative Particle Size Distribution and Size-Specific Emission Factors for Wood/Bark-Fired Boilers".

¹ <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch01/final/c01s06.pdf>

Según esta fuente, para calderas que utilizan leña como fuente energética, la distribución del material particulado es la siguiente:

- MP₁₀: 90% del total de material particulado.
- MP_{2,5}: 76% del total de material particulado.

Este cálculo permite obtener una aproximación de las emisiones anuales de MP₁₀ y MP_{2,5} a partir de mediciones de material particulado total en fuentes. En base a lo anterior, a continuación, se presenta un resumen de las emisiones consideradas en las modelaciones:

Tabla 7: Emisiones de calderas de Copeval – Escenario 1

Fuente		Caldera 1	Caldera 2	Total
Concentración corregida de MP	mg/m ³ N	30,0	30,0	-
Caudal de gases base seca Std (1 atm y 25°C)	m ³ N/h	10.623,6	12.509,1	-
Emisión horaria de MP	k/h	0,3	0,4	-
Nivel de actividad	h/año	3.536	3.537	-
Emisión anuales de MP	t/año	1,1	1,3	-
Emisión anuales de MP₁₀	t/año	1,0	1,2	2,2
Emisión anuales de MP_{2,5}	t/año	0,9	1,0	1,9

Fuente: Ai-R, 2025, en base a información proporcionada por Copeval.

4.2 Escenario 2. Estimación de emisiones en base a los factores de emisión para calderas

El presente estudio considera la modelación de las emisiones de las calderas que se presentan a continuación:

Tabla 8: Descripción de calderas de Copeval – Escenario 2

Razón social		SOC COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A.	
Fuente		Caldera de vapor 1	Caldera de vapor 2
Localización ducto (UTM WGS84 Huso 18S)		736.612.00 m E; 5.842.376.00 m S	
N° interno		Cald 1	Cald 2
N° registro autoridad sanitaria		SPBIOBIO213	SPBIOBIO 212
Registro DS138		IN-GEV-18196	IN-GEV-18226
Marca		Claderas industriales Ltda	Claderas industriales Ltda
Modelo		Igeneotubular tres pasos	Igeneotubular tres pasos
N° de serie		5	52
Año fabricación		2009	2009
Combustible utilizado		Leña	Leña
Sistema control emisiones		No posee	No posee
Potencia térmica	MWt	2,77	2,77
Consumo nominal de combustible	Kg/h	680	680
Producción de vapor	kg/h	3500	3500
Diámetro interno chimenea	m	1,2	1,2
Altura del ducto	m	12,55	12,55
Altura desde el suelo	m	15,55	15,55
Horas de operación al año	kg/h	3.536	3.536
Velocidad de gases	m/s	3,60	4,20
Temperatura de gases de salida	°C	90,00	92,40

Fuente: Ai-R, 2025, en base a información proporcionada por Copeval.

Para estimar las emisiones del escenario 2 para las calderas de Copeval, se utilizó la metodología establecida en la Guía Para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, específicamente en el Capítulo 7: Grupos Electrógenos y Calderas (Versión: Octubre 2020). La metodología considera la multiplicación de un factor de emisión por el nivel de actividad asociado al consumo de combustible, conforme a la siguiente fórmula:

$$E_{ni} = \frac{NA_n * FE_i}{1000}$$

En donde:

- E_{ni} = Emisión de la caldera n (caldera 1 o 2) para el contaminante de tamaño de partícula i (MP_{10} o $MP_{2,5}$), en t/año.

- NA_n = Consumo de combustible de la caldera n (caldera 1 o 2), en kg/año. En este caso, cada caldera considera un consumo de 680 kg/hora de leña, con un total de 3,536 horas de operación al año.
- FE_i = Factor de emisión de calderas, correspondiente al contaminante i (MP_{10} o $MP_{2,5}$) para calderas a leña sin medidas de mitigación. Según la guía, los factores de emisión considerados son:
- Factor de emisión de MP_{10} = 0,00226473 kg/kg de combustible.
- Factor de emisión de $MP_{2,5}$ = 0,001950187 kg/kg de combustible.

Este cálculo permite obtener una aproximación de las emisiones anuales de MP_{10} y $MP_{2,5}$ a partir del consumo de combustible y los factores de emisión específicos. En base a lo anterior, a continuación, se presenta un resumen de las emisiones consideradas en las modelaciones:

Tabla 9: Emisiones de calderas de Copeval – Escenario 2

Descripción		Caldera 1	Caldera 2	Total
Nivel de actividad	h/año	3.536	3.536	-
Consumo de combustible	kg/día	680	680	-
Factor de emisión de MP_{10}	kg/kg comb	0,002265	0,002265	-
Factor de emisión de $MP_{2,5}$	kg/kg comb	0,001950	0,001950	-
Emisión anuales de MP_{10}	t/año	5,4	5,4	10,8
Emisión anuales de $MP_{2,5}$	t/año	4,7	4,7	9,4

Fuente: Ai-R, 2025, en base a información proporcionada por Copeval.

5 Descripción y configuración del sistema WRF-CALPUFF

En el presente apartado se describe el sistema WRF-CALPUFF, así como la parametrización y validación del modelo meteorológico WRF y la parametrización del modelo CALPUFF.

5.1 Descripción del sistema WRF-CALPUFF

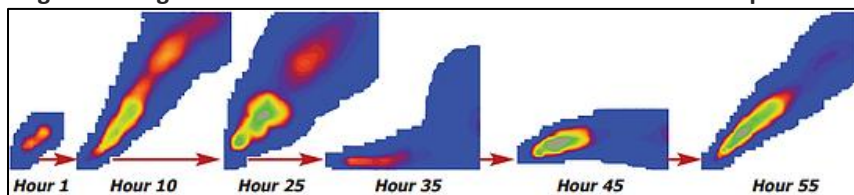
La metodología utilizada para evaluar el impacto de las emisiones en el área y los receptores del proyecto corresponde al sistema integrado WRF-CALPUFF. La elección de este sistema se fundamenta en las recomendaciones establecidas en el punto 3.2 de la “Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA” (2023), considerando los siguientes factores principalmente: Las emisiones del proyecto, correspondientes a emisiones de tipo primario; La superficie por modelar, que abarca más de 5 kilómetros entre fuentes y receptores; La topografía de la zona, y; Las condiciones meteorológicas del área de estudio.

El sistema de modelación, tal como su nombre lo indica, incluye dos componentes principales: WRF y CALPUFF:

- Un modelo meteorológico WRF (*Weather Research and Forecasting*) retrospectivo es una herramienta de simulación numérica del clima que se utiliza para recrear las condiciones meteorológicas pasadas de una región específica. Estos modelos pueden simular con gran detalle los patrones climáticos y atmosféricos de un período anterior, basándose en datos observados y reales de ese tiempo. Desarrollado por el NCAR (*National Center for Atmospheric Research*) y la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) de los Estados Unidos, WRF es el modelo meteorológico recomendado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de Chile. Además de sus avanzadas características, ha sido ampliamente utilizado en proyectos de modelación atmosférica encargados por organismos estatales chilenos, lo que ha generado una vasta experiencia en su aplicación en el país.
- Por otra parte, CALPUFF es un modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos de tipo "puff" Lagrangiano, diseñado para simular el transporte, transformación y deposición de contaminantes en la atmósfera a escalas de corto y largo alcance. Este modelo, recomendado por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos.

Con este sistema, que integra WRF y CALPUFF, es posible modelar emisiones considerando la meteorología de flujos ascendentes y descendentes, así como la dispersión de contaminantes a lo largo de valles fluviales sinuosos, incluso a gran distancia del proyecto y durante períodos prolongados de emisión, como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 1: Diagrama de concentraciones resultantes del sistema Calpuff-WRF



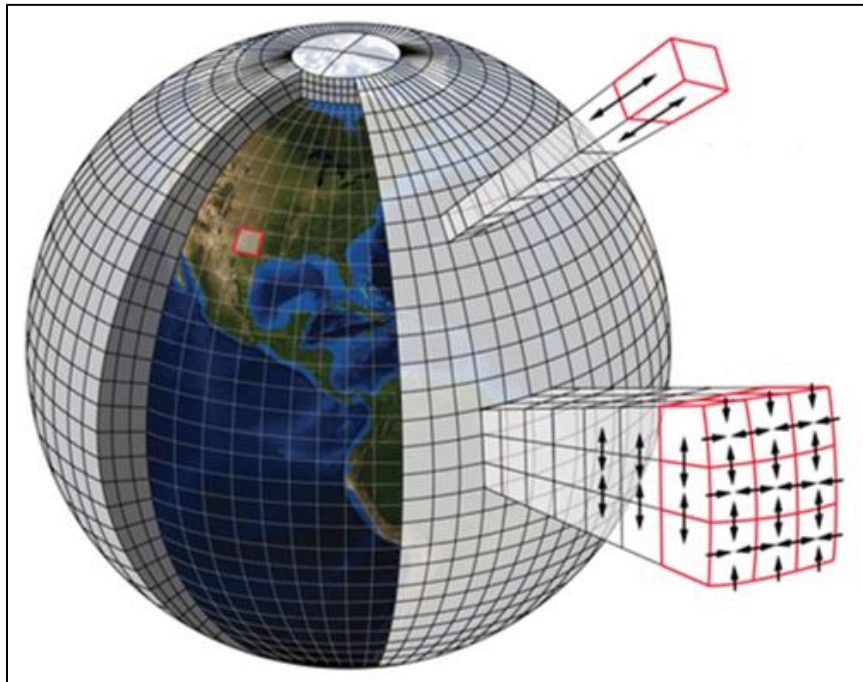
Fuente: Asian Pacific Air Quality Group (APAQ Group), 2019.

5.2 Parametrización del modelo meteorológico WRF

Un modelo meteorológico WRF (Weather Research and Forecasting) retrospectivo es una herramienta de simulación numérica utilizada para reconstruir las condiciones meteorológicas pasadas de una región específica. Estos modelos permiten reproducir con gran detalle los patrones climáticos y atmosféricos de un período anterior, de superficie y altura, empleando datos observados y reales de la época analizada.

La salida de este modelo meteorológico suele consistir en un conjunto de datos en formato *.met o *.dat, los cuales describen la meteorología de la grilla de modelación analizada. Estos datos presentan múltiples variables meteorológicas (temperatura, humedad, dirección y velocidad del viento, en cada nodo de la grilla, tal como se observa en la siguiente imagen.:

Figura 2: Representación gráfica de la grilla de modelación de un modelo WRF



Fuente: Asian Pacific Air Quality Group (APAQ Group), 2019.

Las modelaciones WRF retrospectivas incluyen numerosas parametrizaciones que, si son seleccionadas e implementadas correctamente, permiten simular con alta precisión gran parte de los procesos meteorológicos a escala meso.

A continuación, se detallan las parametrizaciones utilizadas en la ejecución del modelo WRF, en donde, primero se presentan el detalle del resultado de la modelación, la configuración y luego una descripción de las parametrizaciones generales utilizadas.

Parametrización:

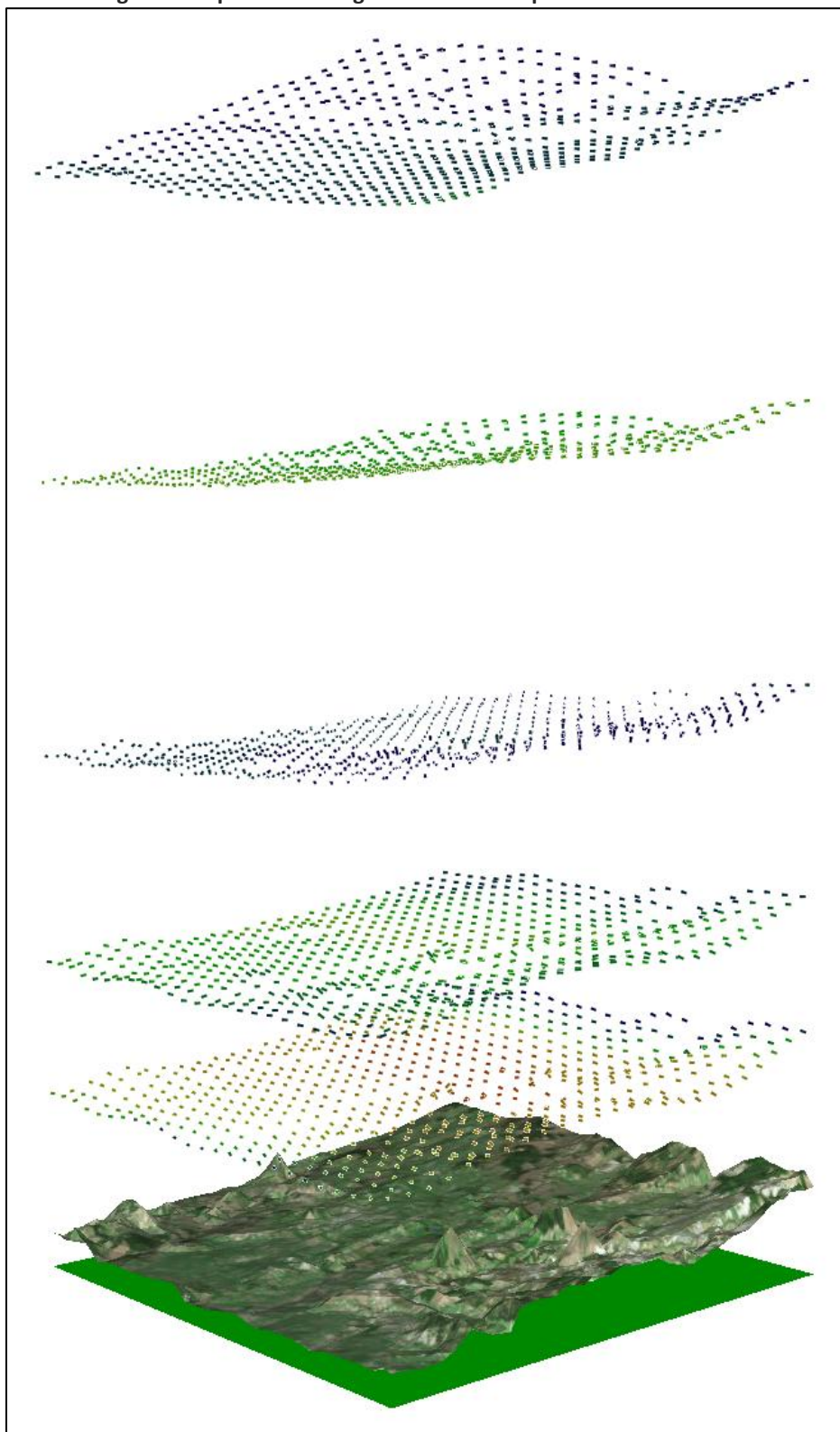
- Resolución temporal de entrada: 6 horas.
- Resolución temporal de salida: 1 hora.
- Número de anidamientos: 3 anidamientos, de 9.000 metros, 3.000 metros, y 1.000 metros, para los dominios 1, 2, y 3 respectivamente. Cada dominio hijo tiene una resolución espacial 3 veces más fina que su dominio madre.
- Microfísica: Esquema de microfísica tipo 3 en todos los dominios. El WRF Single-Moment 3-class scheme es un Esquema simple y eficiente de 3 clases, con procesos de hielo y nieve, incluyendo sedimentación.
- Radiación de onda larga: Esquema de onda larga 1 RRTM scheme. Esquema que permite la modelación de transferencia radiactiva utilizando el método de correlación-k. La versión actual de RRTM permite calcular las tasas de flujo y reposo para la región espectral de onda larga (Mlawer et al., 1997). Utiliza tablas preestablecidas para representar fielmente los efectos de la radiación de onda larga sobre especies moleculares como el vapor de agua, el ozono, el dióxido de carbono y gases de traza (si existen), además de realizar una estimación del tamaño de las nubes, un dato requerido en su algoritmo.
- Radiación de onda corta: Esquema de onda corta 1 Dudhia scheme. Es una formulación simple del flujo de radiación solar incidente que calcula la tasa de dispersión del aire limpio, la capacidad de absorción que posee el vapor de agua (Lacis y Hansen 1974), la tasa de reflexión o albedo de las nubes y su capacidad de absorción. Usa tablas de consulta definidas por Stephens (1978) para describir diferentes efectos de la radiación producidos en las nubes.
- Modelo de suelo: Esquema 4, QNSE Quasi-Normal Scale Elimination - Surface layer, a ser usado cuando se activa el cálculo QNSE del PBL.
- Capa superficial: Esquema 1 para física de superficie layer thermal diffusion. Difusión termal utilizando 5 capas, solamente para temperatura de suelos.
- Capa límite: Esquema 4 para la capa límite Quasi-Normal Scale Elimination - PBL. Esquema predictivo de TKE que utiliza una nueva teoría para regiones estratificadas establemente. Similar a MYJ, invoca clausura de orden 1,5. Incluye manejo de fenómenos ondulatorios en capas límite estables. Calcula la capa límite con base en la energía cinética turbulenta.
- Convección: Esquema de convección tipo 2 Betts-Miller-Janjic scheme, utilizado por el modelo ETA en forma operacional, que ajusta columnas húmedas relajando hacia un perfil bien mezclado.

Resultado de la modelación:

- Año: 2024.
- Período: 01/01/2024 00:00 - 01/01/2025 08:00
- Nombre archivo: calmet-2024-los_angeles.met
- Peso: 4.406.090 bytes
- Origen:
 - RLAT0 = 37,535S
 - RLON0 = 72,321W
 - XLAT1 = 37,775S
 - XLAT2 = 37,295S
- Dominio de Modelación: 50 x 50 km²
- Resolución horizontal: 1 x 1 km²
- Resolución vertical: 10 capas verticales
- Proyección: Lambert Conic Conformal, datum NWS-84 6370 km Radius, Global Sphere
- Versión: 7
- Meteorología para cada nodo y altura de la grilla modelada:
 - Campos de viento (velocidad [m/s] y dirección [°])
 - Temperatura del aire [K]
 - Clases de estabilidad
 - Velocidad de fricción en la superficie [m/s]
 - Altura de capa de mezcla [m]
 - Longitud de monin - obukhov [m]
 - Escala de velocidad convectiva [m/s]
 - Rango de precipitación [mm/hr]
 - Temperatura de superficie [K]
 - Densidad del aire [kg/m³]
 - Radiación solar [W/m²]
 - Humedad relativa [%]
 - Uso de suelo
 - Índice de cobertura folia
 - Rugosidad superficial

A continuación, se incorpora una representación gráfica de los campos de viento del WRF obtenido para los Ángeles, particularmente para el día 12 de junio del 2024.

Figura 3: Representación gráfica de los campos de viento del WRF



Fuente: Ai-R, 2025.

5.3 Parametrización del modelo CALPUFF

En esta sección se presentan las principales definiciones utilizadas para la configuración del modelo CALPUFF, las cuales permiten obtener los resultados de concentraciones y depositaciones en el área del proyecto.

De acuerdo con lo establecido en la Guía de Modelación (2023), cualquier modificación a las configuraciones recomendadas en los manuales debe estar técnicamente justificada. Por ello, en CALPUFF solo se ajustan o establecen aquellos parámetros que permiten incorporar las características específicas del área de estudio, tales como topografía, uso de suelo, fuentes emisoras, receptores, contaminantes, dominios de modelación y presencia de edificios, entre otros.

A continuación, se detallan los aspectos clave en la configuración del modelo:

- Descripción del archivo de entrada de CALPUFF
- Dominio de modelación
- Configuración del esquema químico
- Uso de suelo
- Topografía
- Estructuras o edificios (Building Downwash)
- Receptores discretos
- Fuentes emisoras

5.3.1 Parámetros técnicos

El detalle de la configuración del modelo de dispersión de contaminantes se encuentra disponible en el archivo denominado CALPUFF.INP (Apéndice: Archivos digitales de modelación), el cual corresponde a un archivo de texto que permite ver las características o configuraciones de la modelación realizada. A continuación, se presenta la estructura del archivo y los principales parámetros técnicos ajustados.

El archivo se estructura de acuerdo con lo que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10: Descripción del archivo CALPUFF.INP

ID	Descripción
*	Nombre de la modelación realizada.
0	Nombre de archivos de entrada y salida de la modelación.
1	Parámetros de control generales de la corrida: Fecha y hora de inicio, duración de la ejecución, frecuencia temporal. Número de contaminantes. Configuración de reinicio para realizar una serie de ejecuciones de continuación. Formato de datos meteorológicos y ajuste de tiempo promedio.
2	Opciones Técnicas. Variables de control que determinan los métodos para el tratamiento de la química, deposición húmeda, depositación seca, dispersión, aumento de pluma, terreno.
3 a,b	Listado de especies. Nombres de especies, especies habilitadas, emitidas y depositadas en seco.
4	Parámetros de control de cuadrícula. Especificación de cuadrículas meteorológicas, computacionales y de muestreo, número de celdas, capas verticales y coordenadas de referencia.
5	Opciones de salida. Variables de control de impresión, variables de control de salida del disco.

6a, b, c	Configuración del terreno complejo a escala de subcuadrícula (CTSG). Información que describe la ubicación, la forma y la altura de la colina a escala de subcuadrícula. Ubicaciones y altitud de receptores.
7	Parámetros de deposición seca- Gases. Difusividad de contaminantes, constante de disociación, reactividad, resistencia al mesófilo, coeficiente de la ley de Henry.
8	Parámetros de deposición seca – Partículas. Diámetro medio de masa geométrica.
9	Parámetros misceláneos de deposición seca. Resistencias de la cutícula y del suelo de referencia, reactividad del contaminante de referencia, estado de la vegetación.
10	Parámetros de deposición húmeda. Coeficientes de barrido para cada contaminante y tipo de precipitación (precipitación líquida y congelada).
11	Parámetros Químicos. Variables de control para la entrada de datos de ozono, concentraciones de fondo de ozono y amoníaco, tasas de transformación nocturna.
12	Varios parámetros de dispersión y parámetros computacionales. Constantes de dispersión vertical, tasa de dispersión por encima de la capa límite, distancia de cruce a coeficientes de dispersión dependientes del tiempo, uso del suelo asociado con la dispersión urbana, controles de división de bocanadas, coeficientes de trayectoria de la pluma, ley de potencia de la velocidad del viento, gradientes de temperatura y otros.
13a,b,c	Parámetros de fuente puntual. Datos de fuentes puntuales, incluida la ubicación de la fuente, la elevación, los parámetros de la chimenea, las emisiones, las unidades, las dimensiones del edificio, el ciclo de emisiones.
14a,b,c	Parámetros de fuente de área. Datos de la fuente del área, incluida la ubicación de la fuente, la altura efectiva, la elevación, los sigmas iniciales, las emisiones, las unidades, el ciclo de emisiones variables.
15a,b,c	Parámetros de fuente lineal. Datos de la fuente como la ubicación de la fuente, la elevación, la longitud de la línea, los parámetros de flotabilidad, la altura de liberación, las emisiones, las unidades, el ciclo de emisiones.
16a,b,c	Parámetros de fuente de volumen. Datos de la fuente de volumen, incluida la ubicación de la fuente, la elevación, la altura efectiva, los datos de tamaño inicial, las emisiones, las unidades, el ciclo de emisiones.
17a,b	Información del receptor sin cuadrícula (discreta). Coordenadas del receptor y elevación del suelo.

Fuente: Ai-R, 2025.

Los principales parámetros ajustado en Calpuff corresponden a:

Tabla 11: Parámetros CALPUFF ajustados

Clase	Parámetro	Valor
Nombre de archivos de entrada y salida de la modelación	CALMET gridded meteorological data file (CALMET.DAT)	calmet-2024-los_angeles.met
	CALPUFF output list file (CALPUFF.LST)	CALPUFF.LST
	CALPUFF output concentration file (CONC.DAT)	CONC.DAT
	CALPUFF output dry deposition flux file (DFLX.DAT)	DFLX.DAT
	CALPUFF output wet deposition flux file (WFLX.DAT)	WFLX.DAT
	Mass balance output file (time-step) (MASSBAL.DAT)	MASSBAL.DAT
	Lower case file names (T = lower case, F = upper case)	F
	Number of CALMET.DAT domains	1
	Number of CALMET.DAT input files	1
Parámetros de control generales de la corrida	Run all periods in met data file? (0 = no, 1 = yes)	1
	Starting year	2024
	Starting month	1
	Starting day	1
	Starting hour	0
	Starting minute	0
	Starting second	0

Clase	Parámetro	Valor
	Ending year	2025
	Ending month	1
	Ending day	2
	Ending hour	20
	Ending minute	0
	Ending second	0
	Base time zone	UTC-0400
	Length of modeling time-step (seconds)	3600
Opciones Técnicas.	Number of chemical species to be emitted	2
	Number of chemical species modeled	2
	Meteorological data format (1 = CALMET, 2 = ISC, 3 = AUSPLUME, 4 = CTDM, 5 = AERMET)	1
	Meteorological profile data format (1 = CTDM, 2 = AERMET)	1
	Averaging time (minutes)	60
	PG Averaging time (minutes)	60
	Chemical transformation method (0=not modeled, 1=MESOPUFF II, 2=User-specified, 3=RIVAD/ARM3, 4=MESOPUFF II for OH, 5=half-life, 6=RIVAD w/ISORROPIA, 7=RIVAD w/ISORROPIA)	0
	Turbulence method (1 = CALPUFF, 2 = AERMOD)	1
Listado de especies.	Species included in model run	PM10
	Species included in model run	PM2.5
Proyección del mapa, localización de la grilla meteorológica	Map projection system	LCC
	False easting at projection origin (km)	0.0
	False northing at projection origin (km)	0.0
	Hemisphere (N = northern, S = southern)	N
	Latitude of projection origin (decimal degrees)	37.535S
	Longitude of projection origin (decimal degrees)	72.321W
	1st standard parallel latitude (decimal degrees)	37.775S
	2nd standard parallel latitude (decimal degrees)	37.295S
	Datum-region for the coordinates	NWS-84
	Meteorological grid - number of X grid cells	50
	Meteorological grid - number of Y grid cells	50
	Meteorological grid - number of vertical layers	10
	Meteorological grid spacing (km)	1
	Meteorological grid - vertical cell face heights (m)	0, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1200, 2000, 3000, 4000
	Meteorological grid - X coordinate for SW corner (km)	-25
	Meteorological grid - Y coordinate for SW corner (km)	-25
	Computational grid - X index of lower left corner	17
	Computational grid - Y index of lower left corner	14
Grilla computacional,	Computational grid - X index of upper right corner	32
	Computational grid - Y index of upper right corner	39

Clase	Parámetro	Valor
sampling grid, grilla anidada	Use sampling grid (gridded receptors) (T = true, F = false)	T
	Sampling grid - X index of lower left corner	18
	Sampling grid - Y index of lower left corner	15
	Sampling grid - X index of upper right corner	31
	Sampling grid - Y index of upper right corner	38
	Sampling grid - nesting factor	1
Parametrización química	Monthly ozone concentrations (ppb)	80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80
	Monthly ammonia concentrations (ppb)	10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10
	SOA organic fine particulate fraction	0.15, 0.15, 0.20, 0.20, 0.20, 0.20, 0.20, 0.20, 0.20, 0.20, 0.20, 0.15
	SOA VOC/NOX ratio	50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50
Parámetros de fuente puntual	Number of point sources	2
	Units used for point source emissions (e.g., 1 = g/s)	7
	Number of source-species combinations with variable emission scaling factors	2
Parámetros de fuente de área	Number of polygon area sources	0
	Units used for area source emissions (e.g., 1 = g/m**2/s)	1
	Number of source-species combinations with variable emission scaling factors	0
	Number of buoyant polygon area sources in BAEMARB.DAT file(s)	0
Parámetros de fuente lineal	Number of buoyant line sources in LNEARB.DAT file	0
	Number of buoyant line sources	0
	Units used for line source emissions (e.g., 1 = g/s)	1
	Number of source-species combinations with variable emission scaling factors	0
	Number of distances at which transitional rise is computed	6
Parámetros de fuente de volumen	Number of volume sources	0
	Units used for volume source emissions (e.g., 1 = g/s)	1
	Number of source-species combinations with variable emission scaling factors	0
	Number of volume sources in VOLEARB.DAT file(s)	0
Parámetros de fuente de caminos	Number of road-links sources	0
	Number of road-links in RDEARB.DAT file	0
	Number of road-links and species combinations with variable emission-rate scale-factors	0
Emisiones escaladas	Number of emission scale-factor tables	2
Receptores discretos	Number of discrete receptors (non-gridded receptors)	985

Fuente: Ai-R, 2025.

5.3.2 Dominios de modelación

Los dominios de modelación corresponden a las dimensiones de tres tipos de grillas (grids) consideradas en la modelación: Meteorological Grid (grilla meteorológica), Computational Grid (grilla de cálculo) y Sampling Grid (grilla de muestreo)

Adicionalmente, debido a la necesidad de realizar un análisis local en la modelación, se definió una grilla adicional denominada Nested Grid (grilla anidada), la cual posee una resolución refinada de 100 metros, permitiendo un mayor nivel de detalle en las simulaciones.

Cada uno de estos dominios tiene un propósito específico, descrito a continuación:

- **Meteorological Grid:** Corresponde a la malla cuyas dimensiones y resolución son definidas por el modelo meteorológico WRF. Condiciona CALPUFF, ya que representa el dominio máximo y la resolución más alta que se podrá modelar.
- **Computational Grid:** Es la malla donde CALPUFF calcula la ecuación de advección-difusión. Permite agregar receptores, pero no necesariamente obtener isoconcentraciones.
- **Sampling Grid:** Corresponde a la malla utilizada para analizar y presentar las isoconcentraciones y depositaciones de los contaminantes. Puede tener una resolución diferente (pero siempre menor) a las grillas meteorológicas y computacionales. Generalmente, se configura para la zona principal de análisis, dado que requiere una gran capacidad de cómputo.
- **Nested Grid:** La grilla anidada permite definir un subdominio de mayor resolución dentro del dominio principal. Su uso mejora la precisión en la simulación de la dispersión de contaminantes en zonas de especial interés, como áreas urbanas, fuentes emisoras y regiones con topografía compleja. Su aplicación es acotada, ya que requiere un gran esfuerzo de cómputo.

A continuación, se presenta una tabla y una figura con los dominios de modelación:

Tabla 12: Dominios de modelación en Calpuff

Grilla	Dominio [km]	Resolución [km]
Meteorological Grid	50 x 50	1,0
Computational Grid	16 x 26	1,0
Sampling grid	14 x 24	1,0
Nested grid	1,5 x 1,5	0,1

Fuente: Ai-R, 2025.

The map displays the Los Angeles region with three nested grids:

- Meteorological Grid:** The outermost, largest grid, shown in light green.
- Computational Grid:** A medium-sized grid, shown in light blue, nested within the meteorological grid.
- Sampling grid:** The innermost, smallest grid, shown in light red, nested within the computational grid.

 The map includes latitude (LCC North [km]) and longitude (LCC East [km]) coordinates. Key locations labeled include Santa Elena, San Jose, Los Angeles, Pasadena, San Carlos de Puerto, and Copeval. Roads are marked with numbers like Q-300, Q-125, Q-200, Q-252, Q-34, Q-80, Q-496, Q-80, Q-431, Q-705, Q-400, Q-401, Q-402, Q-403, Q-404, Q-405, Q-406, Q-407, Q-408, Q-409, Q-410, Q-411, Q-412, Q-413, Q-414, Q-415, Q-416, Q-417, Q-418, Q-419, Q-420, Q-421, Q-422, Q-423, Q-424, Q-425, Q-426, Q-427, Q-428, Q-429, Q-430, Q-431, Q-432, Q-433, Q-434, Q-435, Q-436, Q-437, Q-438, Q-439, Q-440, Q-441, Q-442, Q-443, Q-444, Q-445, Q-446, Q-447, Q-448, Q-449, Q-450, Q-451, Q-452, Q-453, Q-454, Q-455, Q-456, Q-457, Q-458, Q-459, Q-460, Q-461, Q-462, Q-463, Q-464, Q-465, Q-466, Q-467, Q-468, Q-469, Q-470, Q-471, Q-472, Q-473, Q-474, Q-475, Q-476, Q-477, Q-478, Q-479, Q-480, Q-481, Q-482, Q-483, Q-484, Q-485, Q-486, Q-487, Q-488, Q-489, Q-490, Q-491, Q-492, Q-493, Q-494, Q-495, Q-496, Q-497, Q-498, Q-499, Q-500.

www.Ai-R.cl

5.3.3 Configuración del esquema químico

El módulo químico CALPUFF contiene cuatro principales opciones para abordar los procesos químicos:

- El módulo químico CALPUFF ofrece cuatro opciones principales para abordar los procesos de transformación química:
- Transformación de 24 horas definida por el usuario: Permite simular el comportamiento diario de transformación química. Con esta opción, las tasas de transformación son espacialmente uniformes.
- Sin transformación química: Se proporciona la opción de omitir completamente los cálculos de transformación química. Esto reduce los requerimientos computacionales en situaciones donde los efectos de la transformación química no son significativos o en contaminantes donde este proceso es irrelevante.
- Esquema de transformación química MESOPUFF II: Corresponde a un mecanismo de reacción química de pseudo primer orden para la conversión de SO_2 a SO_4 y NO_x (NO , NO_2) a NO_3 (Scire et al., 1984b). Este esquema considera que, dependiendo de las condiciones ambientales, las tasas de transformación varían espacial y temporalmente, diferenciando entre períodos diurnos y nocturnos.
- Esquema de transformación química RIVAD/ARM3: Es un modelo de pseudo primer orden desarrollado por ARM3 (Morris et al., 1988). Representa los procesos de conversión de NO y NO_2 , la transformación de NO_2 a NO_3 total, y la conversión de SO_2 a SO_4 , incluyendo el equilibrio entre HNO_3 gaseoso y aerosoles de nitrato de amonio.

Dado que en la modelación solo se consideró material particulado primario, no se aplicó transformación química (opción: Sin transformación química). Las especies consideradas, modeladas, emitidas y su depositación se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 13: Especie y depositación

Especie	Modeladas	Emitidas	Fase de depositación seca	Depositación húmeda
MP_{10}	Si	Si	Partícula	Si
$\text{MP}_{2,5}$	Si	Si	Partícula	Si

Fuente: Ai-R, 2025.

5.3.4 Uso de suelo

Para la ejecución de la modelación atmosférica, CALPUFF requiere una definición detallada de los tipos de superficies presentes en el área de estudio, tales como cuerpos de agua, bosques y áreas urbanas, entre otras. Esto permite representar adecuadamente la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera, ya que las distintas superficies afectan directamente la dispersión de los contaminantes en el aire debido a sus características físicas, como rugosidad superficial, albedo y razón de Bowen.

A continuación, se presenta una descripción general de estos parámetros:

- **Rugosidad de la superficie:** La rugosidad de la superficie describe el grado de irregularidad del terreno, siendo un factor crucial para determinar cómo interactúa el viento con la superficie. Superficies más rugosas, como bosques o zonas urbanas con edificios altos, generan mayor fricción con el aire, reduciendo la velocidad del viento cerca del suelo y modificando los patrones de flujo de aire. Esto influye en la dispersión de contaminantes; por ejemplo, una mayor rugosidad puede atrapar contaminantes cerca del suelo, aumentando las concentraciones locales. La rugosidad se mide mediante la altura de rugosidad (z_0), una medida teórica que representa la altura a la cual la velocidad del viento sería cero si se extrapolara hacia abajo desde el perfil de viento logarítmico.
- **Albedo:** El albedo mide la reflectividad de una superficie, definida como la fracción de radiación solar incidente que es reflejada por la superficie. Su valor varía entre 0 (toda la radiación es absorbida) y 1 (toda la radiación es reflejada). Superficies con albedo alto, como la nieve, reflejan más energía solar al espacio, enfriando la atmósfera. Por otro lado, superficies con albedo bajo, como bosques o suelos oscuros, absorben más radiación, calentando el entorno. Este parámetro influye en la temperatura de la superficie, afectando procesos como la convección, la estabilidad atmosférica y el ciclo hidrológico.
- **Razón de Bowen:** La razón de Bowen describe la relación entre el flujo de calor sensible (H , calor que afecta la temperatura del aire) y el flujo de calor latente (LE , calor asociado con la evaporación del agua o transpiración de las plantas) desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Una razón de Bowen alta indica que la transferencia de calor sensible domina sobre la evaporación, lo cual es típico en superficies secas o áreas urbanas. En contraste, una razón baja sugiere que la evaporación o transpiración es el proceso predominante, como en superficies húmedas o con vegetación densa. Este parámetro es clave para comprender la distribución de energía en la interfaz suelo-atmósfera y su impacto en la meteorología local y la calidad del aire, afectando la temperatura, humedad y formación de nubes.

Para caracterizar el uso del suelo en el área de modelación, se emplearon los datos del *Global Land Cover Characterization* (GLCC).

El GLCC fue desarrollado en la década de 1990 por el *United States Geological Survey* (USGS) en colaboración con la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Utiliza imágenes satelitales, principalmente del satélite NOAA AVHRR, para generar datos de cobertura terrestre a nivel global. Este proyecto ha sido una herramienta fundamental en estudios ambientales, planificación del uso del suelo y modelación de sistemas terrestres.

Las principales características del GLCC son:

- Alcance: Mundial.
- Resolución espacial: 1 kilómetro, aplicable a toda la Tierra.
- Clasificación: Basada en el sistema del *International Geosphere-Biosphere Programme* (IGBP), que contempla 24 clases diferentes, incluyendo bosques, pastizales, zonas agrícolas, cuerpos de agua, áreas urbanas y desiertos.
- Año de desarrollo: Los datos originales del GLCC provienen de observaciones satelitales realizadas entre 1992 y 1993. Desde entonces, ha habido varias actualizaciones que han mejorado la clasificación y la resolución de los datos.

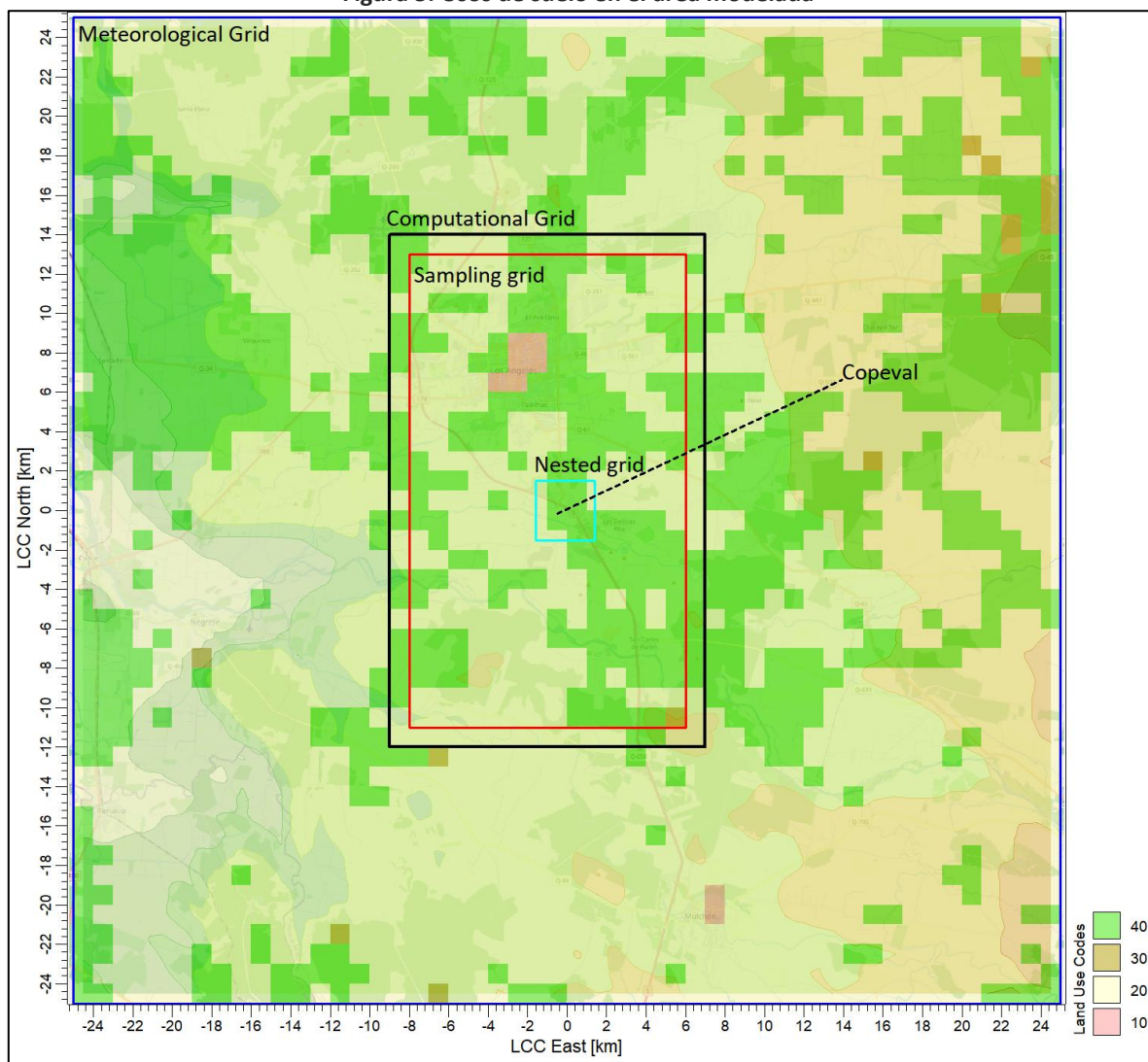
En la siguiente tabla y figura se presentan los usos del suelo en el área de modelación. Se observa que, en la ubicación del proyecto, los suelos son clasificados como tierra estéril.

Tabla 14: Usos de suelo en el área modelada

Tipo Uso de Suelo	Descripción	Rugosidad superficial [m]	Albedo	Razón de Bowen
10	Zonas urbanas	1,0	0,15	0,5
20	Agricultura	0,1	0,2	0,8
30	Pastizales	0,05	0,25	1,0
40	Bosque abierto	0,5	0,18	2,0

Fuente: Ai-R, 2025, a partir de información del *U.S. Geological Survey Land Use Classification System*.

Figura 5: Usos de suelo en el área modelada



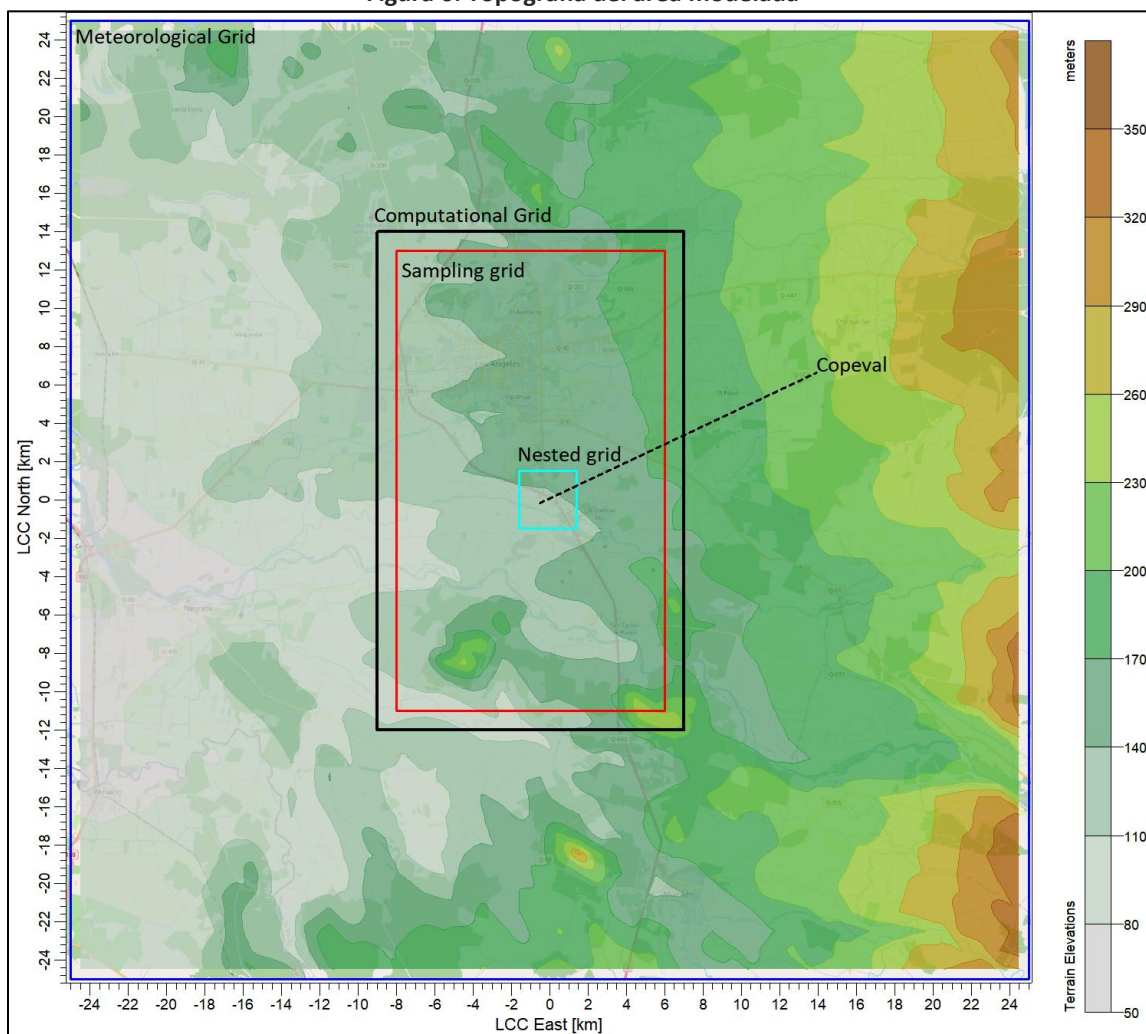
Fuente: Ai-R, 2025.

5.3.5 Topografía

La topografía utilizada en la modelación fue extraída de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM1), con una resolución aproximada de 30 metros \times 30 metros. Este conjunto de datos ha sido incorporado en el modelo con el propósito de proporcionar información detallada sobre la altitud de los puntos de interés, incluyendo tanto las fuentes emisoras como los receptores. Además, su integración permite representar de manera más precisa la influencia del terreno en la dispersión atmosférica, considerando factores como la modificación de los patrones de viento, efectos de canalización en valles y la retención de contaminantes en zonas de baja altitud.

En la siguiente figura se presenta una representación gráfica de la topografía utilizada. Se observa que las mayores elevaciones dentro del dominio de modelación se concentran hacia el Este, en la base de la Cordillera de los Andes. Asimismo, las fuentes emisoras y los receptores se encuentran a una altitud aproximada de 110 a 140 metros sobre el nivel del mar [msnm].

Figura 6: Topografía del área modelada



Fuente: Ai-R, 2025.

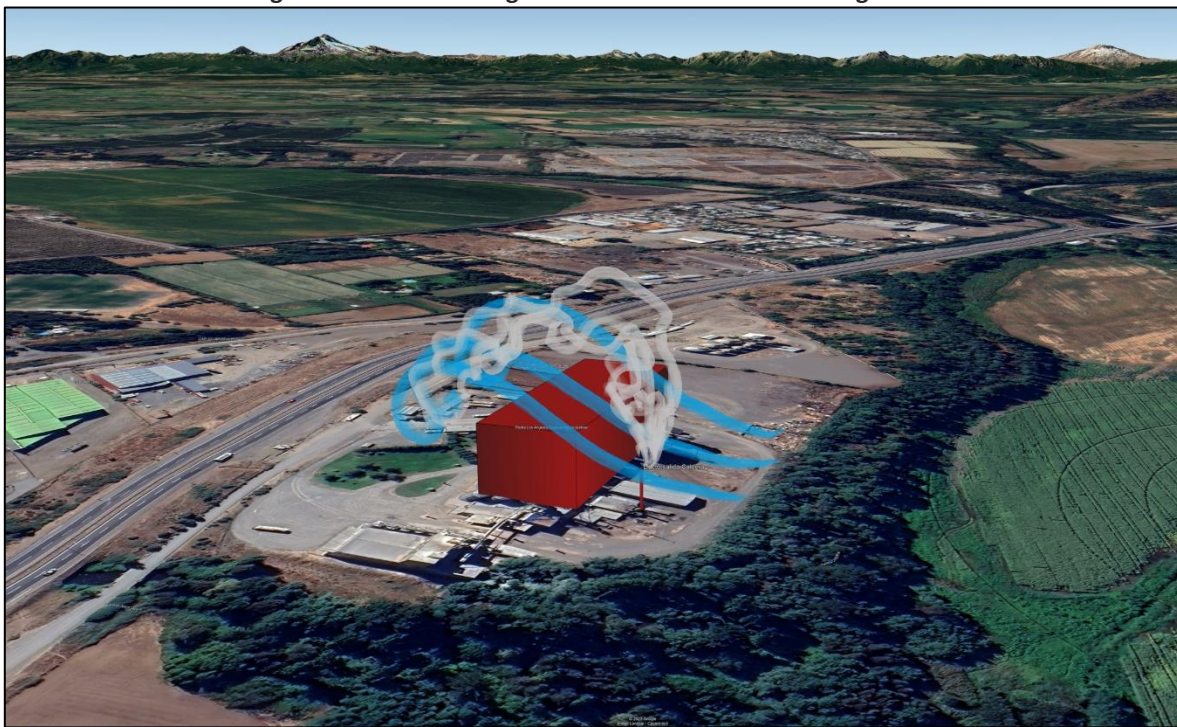
5.3.6 Efecto de las edificaciones sobre el viento y la dispersión de contaminantes

En la modelación atmosférica, la presencia de estructuras o edificios cercanos a las fuentes emisoras puede afectar significativamente la dispersión de los contaminantes debido al fenómeno conocido como Building Downwash. Este efecto ocurre cuando el flujo de viento es perturbado por la presencia de edificaciones, generando zonas de baja presión y turbulencia en el área de sotavento de la estructura. Como resultado, los penachos de emisión pueden experimentar una reducción en su altura efectiva de dispersión, lo que aumenta las concentraciones de contaminantes a nivel del suelo en las inmediaciones de la estructura.

Para representar correctamente este fenómeno en CALPUFF, se incorporaron los parámetros geométricos de la estructura relevante de los silos de Agrícola dentro del dominio de modelación, incluyendo su altura, ancho y orientación. De esta manera, se logra una modelación más precisa de la dispersión de los contaminantes en el área de estudio.

A continuación, se adjunta una representación del efecto considerado para el proyecto.

Figura 7: Efecto Building Downwash de los silos de la Agrícola



Fuente: Ai-R, 2025.

Como parámetro de la estructura se consideró un volumen con las siguientes características:

- Ancho = 120 metros
- Alto = 40
- Altitud = 30 metros
- Giro = 200 °

5.3.7 Receptores discretos

En la modelación realizada, se consideraron receptores discretos, los cuales corresponden a los puntos más cercanos a las fuentes emisoras y, por lo tanto, aquellos que potencialmente podrían recibir las mayores concentraciones de contaminantes. Estos receptores fueron incorporados en CALPUFF para evaluar con mayor precisión el impacto en zonas específicas dentro del área de estudio.

La identificación de estos receptores se llevó a cabo mediante una revisión de imágenes satelitales en Google Earth, permitiendo ubicar zonas habitadas o de interés dentro del dominio de modelación. Además, en los casos donde fue posible, se realizó una validación adicional utilizando Google Street View, lo que permitió corroborar la presencia de edificaciones y su uso potencial.

Cabe señalar que el proyecto no contempló visitas a terreno, por lo que la selección de receptores corresponde a una interpretación basada en información secundaria. No obstante, sin perjuicio de esta limitación, es posible asegurar que la ubicación de los receptores se ajusta razonablemente a la realidad, proporcionando una representación adecuada para el análisis de dispersión de contaminantes.

En estos receptores es posible realizar una evaluación cuantitativa del impacto sobre la concentración de la calidad del aire derivada de la operación de las calderas, considerando las normas y criterios de referencia detallados en los apartados anteriores. Esto permite determinar si las concentraciones modeladas se encuentran dentro de los límites establecidos, asegurando el cumplimiento de los estándares ambientales vigentes.

A continuación, se presenta una tabla y una figura de los receptores considerados en la modelación:

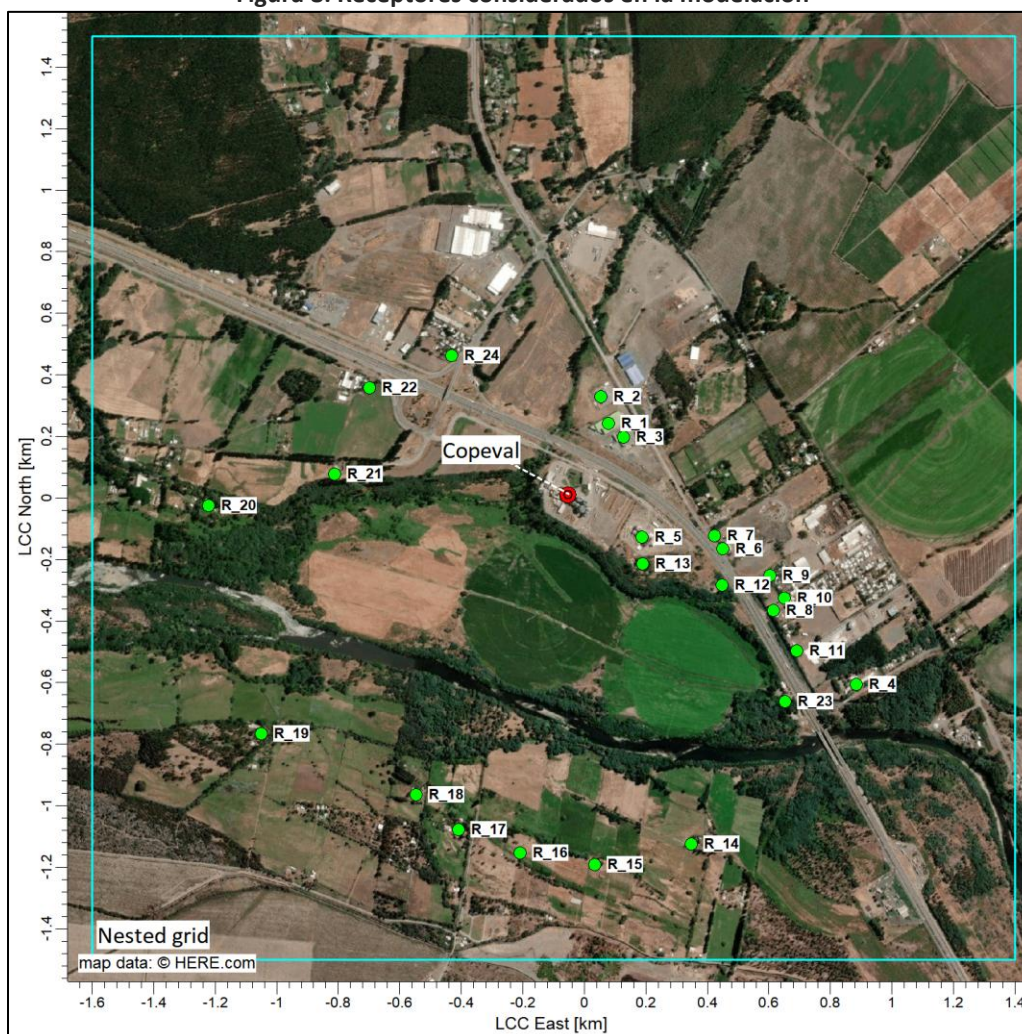
Tabla 15: Receptores considerados en la modelación

ID	Nombre	Clasificación	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18S		Altura m.s.n.m	Altitud [m]
			Este [m]	Norte [m]		
R_1	Coastur SpA	Industrial	736.795	5.842.642	138,57	1,5
R_2	Hidro Mann Spa	Industrial	736.772	5.842.729	139	1,5
R_3	Hormigones & Prefabricados Manque	Industrial	736.843	5.842.597	138,56	1,5
R_4	Escuela Básica el Amanecer	Habitacional	737.577	5.841.773	134,67	1,5
R_5	Cotriza SpA	Industrial	736.893	5.842.270	134,88	1,5
R_6	Forestal Sofoagro	Industrial	737.156	5.842.224	134,82	1,5
R_7	Ecogases SpA	Industrial	737.131	5.842.268	135,29	1,5
R_8	Iglesia Duqueco	Habitacional	737.315	5.842.020	133,44	1,5
R_9	Vivienda Duqueco 1	Habitacional	737.306	5.842.133	134,5	1,5
R_10	Vivienda Duqueco 2	Habitacional	737.351	5.842.059	133,72	1,5
R_11	Vivienda Duqueco 3	Habitacional	737.387	5.841.887	133,44	1,5
R_12	Vivienda 1	Habitacional	737.149	5.842.107	133,57	1,5
R_13	Vivienda 2	Habitacional	736.893	5.842.184	133,67	1,5
R_14	Vivienda 3	Habitacional	737.025	5.841.271	129,82	1,5

ID	Nombre	Clasificación	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18S		Altura m.s.n.m	Altitud [m]
			Este [m]	Norte [m]		
R_15	Vivienda 4	Habitacional	736.708	5.841.213	129,41	1,5
R_16	Vivienda 5	Habitacional	736.467	5.841.257	128,26	1,5
R_17	Vivienda 6	Habitacional	736.268	5.841.340	127,89	1,5
R_18	Vivienda 7	Habitacional	736.132	5.841.456	127,03	1,5
R_19	Vivienda 8	Habitacional	735.634	5.841.668	125,56	1,5
R_20	Vivienda 9	Habitacional	735.485	5.842.412	128,84	1,5
R_21	Vivienda 10	Habitacional	735.896	5.842.503	132,67	1,5
R_22	Vivienda 11	Habitacional	736.018	5.842.780	136,88	1,5
R_23	Viviendas 12	Habitacional	737.345	5.841.723	133,32	1,5
R_24	Viviendas 13	Habitacional	736.289	5.842.876	137,65	1,5

Fuente: Ai-R, 2025.

Figura 8: Receptores considerados en la modelación



Fuente: Ai-R, 2025.

5.3.8 Fuentes emisoras

En el presente estudio, se consideró una (1) fuente emisora de tipo puntual. Esta fuente representa al ducto de salida común de las dos calderas utilizadas en la agrícola.

Las calderas funcionan con leña, tienen una capacidad de 3.500 kg de vapor por hora y una presión máxima de trabajo de 150 psig. Se emplean tanto en la fabricación de alimentos como en el proceso de secado de granos. En este último caso, su función es producir aire caliente, el cual es transportado hacia los granos para completar su secado.

A continuación, se detallan las características de la fuente emisora, se resumen las emisiones generadas y se presenta una imagen 3D que grafica su localización y forma en el plano:

Tabla 16: Fuente emisora considerada en la modelación

Razón social		SOC COPEVAL AGROINDUSTRIAS S.A.		
Localización ducto (UTM WGS84 Huso 18S)		736.612E;5.842.376S		
Diámetro interno chimenea	m	1,2		
Altura desde el suelo	m	15,55		
Velocidad de gases	m/s	4,20		
Temperatura de gases de salida	°C	90,00		
Escenario		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Emisión anuales de MP ₁₀	t/año	13,2	2,2	10,8
Emisión anuales de MP _{2,5}	t/año	11,2	1,9	9,4

Fuente: Ai-R, 2025.

Figura 9: Fuente emisora considerada en la modelación



Fuente: Ai-R, 2025.

6 Caracterización de la meteorología y la calidad del aire

En este apartado se presenta la caracterización de la meteorología y la calidad del aire en el área de estudio. La caracterización meteorológica es fundamental para comprender las condiciones que influyen en la dispersión de los contaminantes, por lo que se consideran variables clave como la temperatura, la dirección y la velocidad del viento. Estas variables son determinantes en el transporte mecánico de los contaminantes atmosféricos.

Asimismo, se realizan análisis integrados de la dirección y velocidad del viento en relación con la contaminación atmosférica, con el propósito de identificar el origen principal de la contaminación en Los Ángeles. Este análisis se complementa con un estudio satelital de la contaminación, que permite visualizar su distribución espacial en el territorio. Para la caracterización de la calidad del aire, se lleva a cabo un análisis estadístico de los contaminantes disponibles, comparándolos con la normativa primaria de calidad del aire.

El desarrollo de este apartado se estructura de la siguiente manera:

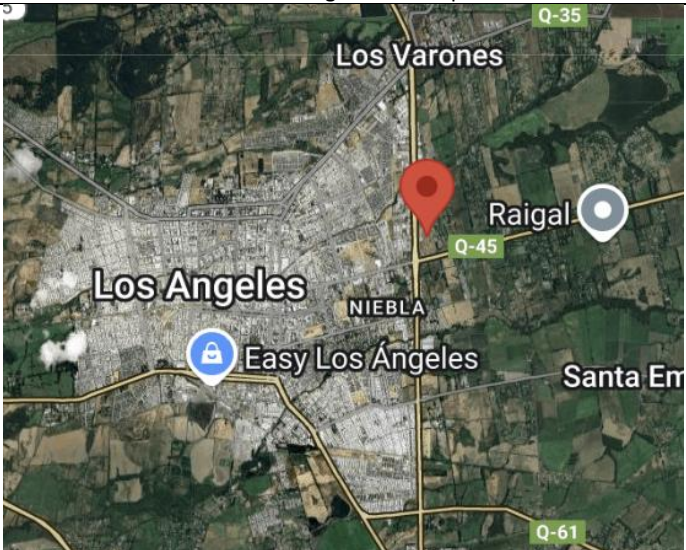

- Presentación de las estaciones de calidad del aire consideradas.
- Análisis de la validez y representatividad de los datos.
- Caracterización de las variables meteorológicas.
- Análisis de la calidad del aire.
- Evaluación de la distribución espacial de la contaminación en Los Ángeles.

6.1 Estaciones de calidad del aire

A continuación, se presentan los datos considerados en este estudio. Cabe destacar que estos provienen de registros públicos de estaciones de monitoreo con representatividad poblacional.

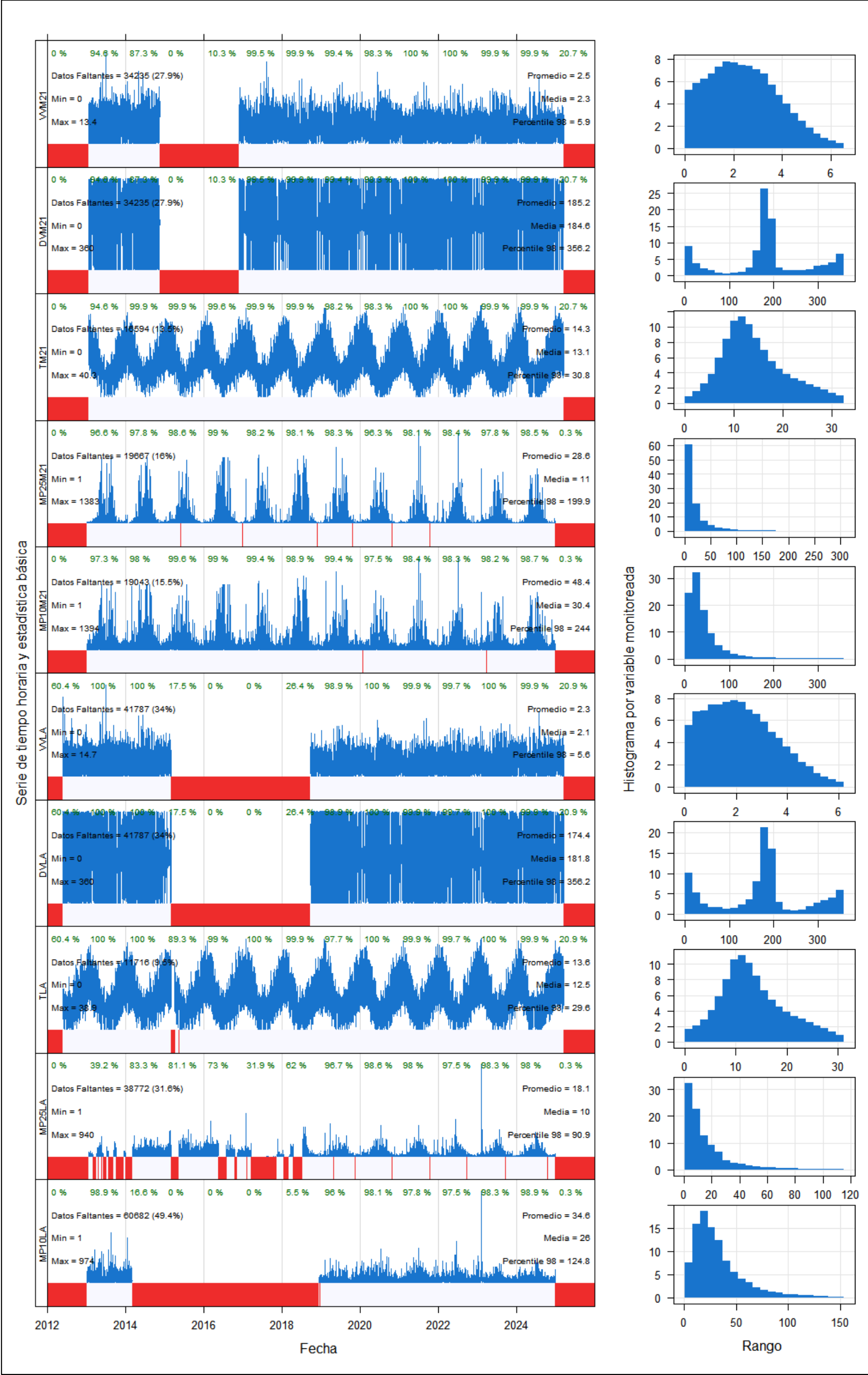
En la siguiente tabla se detallan las estaciones de monitoreo incluidas en el análisis. Posteriormente, se muestra una figura que resume la información disponible, la cual será analizada en detalle en los apartados siguientes:

Tabla 17: Estaciones de meteorología y calidad del aire consideradas

Información general	Estación Los Ángeles Oriente	Estación 21 de mayo
Propietario	Sub Secretaría del Medio Ambiente	Sub Secretaría del Medio Ambiente
Operador	Sub Secretaria del Medio Ambiente	Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA
Región	del Biobío	del Biobío
Provincia	Biobío	Biobío
Comuna	Los Angeles	Los Angeles
Huso horario	18	18
Recepción de datos	en línea	en línea
Inicio de operación reportada	14-04-2012	14-04-2012
Información disponible	MP ₁₀ MP _{2,5} , Temperatura, Velocidad y Dirección del Viento	MP ₁₀ , MP _{2,5} , Temperatura, Velocidad y Dirección del Viento
Coordenadas UTM	73.6622 E 5.850.392 N	733.331 E 5.849.585 N
Observación	Estación localizada en el límite Periurbano, en una zona más industrializada, con baja densidad ocupacional, similar al sector donde se localiza la Agrícola de Copeval	Estación localizada en pleno centro urbano, en una zona con alta densidad ocupacional.
Localización		

Fuente: Ai-R, 2025.

Figura 10: Resumen de la data de meteorología y calidad del aire de las estaciones



Fuente: Ai-R, 2025.

6.2 Validez de la data

Respecto a la validez de los datos, en la siguiente tabla se presenta el porcentaje de validez de los registros obtenidos en cada estación. Se observa que, para la calidad del aire, la estación Los Ángeles Oriente cuenta con datos válidos principalmente desde 2019 hasta 2024, con algunos registros intermitentes para MP₁₀ y MP_{2,5} en años anteriores. En contraste, la estación 21 de Mayo dispone de datos válidos de manera continua desde 2013 hasta 2024.

A pesar de estas variaciones, para los análisis de este estudio (de carácter referencial), se consideró toda la información disponible.

Tabla 18: Validez de la data de las estaciones de meteorología y calidad del aire

Año	Los Ángeles Oriente					21 de Mayo				
	MP ₁₀ [ug/m³]	MP _{2,5} [ug/m³]	T [°C]	DV [°]	VV [m/s]	MP ₁₀ [ug/m³]	MP _{2,5} [ug/m³]	T [°C]	DV [°]	VV [m/s]
2013	99%	39%	100%	100%	100%	97%	97%	95%	95%	95%
2014	17%	83%	100%	100%	100%	98%	98%	100%	87%	87%
2015	-	81%	89%	18%	18%	100%	99%	100%	0%	-
2016	-	73%	99%	-	-	99%	99%	100%	10%	10%
2017	-	32%	100%	-	-	99%	98%	100%	99%	99%
2018	6%	62%	100%	26%	26%	99%	98%	100%	100%	100%
2019	96%	97%	98%	99%	99%	99%	98%	98%	99%	99%
2020	98%	99%	100%	100%	100%	98%	96%	98%	98%	98%
2021	98%	98%	100%	100%	100%	98%	98%	100%	100%	100%
2022	98%	98%	100%	100%	100%	98%	98%	100%	100%	100%
2023	98%	98%	100%	100%	100%	98%	98%	100%	100%	100%
2024	99%	98%	100%	100%	100%	99%	98%	100%	100%	100%

Fuente: Ai-R, 2025.

6.3 Caracterización de las variables meteorológicas

Las principales variables meteorológicas que influyen en el transporte mecánico del material particulado incluyen la temperatura, la velocidad del viento y su dirección.

Los datos considerados en este análisis provienen de estaciones de monitoreo y del modelo meteorológico WRF, que proporciona información horaria para la zona donde se ubica Agrícola Copeval. Las estaciones utilizadas son:

- Los Ángeles Oriente (LAO) – Datos monitoreados.
- 21 de Mayo (M21) – Datos monitoreados.
- Copeval – Datos modelados a partir del modelo WRF.

Como contexto climático de Los Ángeles, región del Biobío es posible indicar que:

- La comuna de Los Ángeles presenta un clima mediterráneo templado, caracterizado por una alta variabilidad estacional.
- Sus principales características son veranos cálidos y secos, con temperaturas que pueden superar los 30°C en los meses más calurosos.
- Inviernos fríos y lluviosos, con mínimas que pueden descender por debajo de 5°C.
- Marcada amplitud térmica diaria, donde las temperaturas nocturnas pueden ser considerablemente más bajas que las diurnas.

6.3.1 Temperatura

La temperatura del aire influye en la dinámica del transporte y dispersión de material particulado de la siguiente manera:

- Mañanas frías y con baja radiación solar (4:00 - 8:00 AM): El aire tiende a permanecer más estable, favoreciendo la acumulación de contaminantes cerca de la superficie.
- Aumento de temperatura durante el día: Se intensifican los movimientos verticales en la atmósfera, mejorando la dispersión de contaminantes y reduciendo las concentraciones de material particulado.
- Noches más frías: Al disminuir la temperatura, el aire vuelve a estabilizarse, y los contaminantes pueden quedar atrapados en capas bajas de la atmósfera.
- Invierno: Las bajas temperaturas y menor radiación solar favorecen la formación de inversiones térmicas, donde el aire frío queda atrapado cerca de la superficie, limitando la dispersión de MP_{10} y $MP_{2,5}$.
- Verano: Las altas temperaturas aumentan la turbulencia atmosférica, favoreciendo la dispersión del material particulado y mejorando la calidad del aire.
- Otoño y primavera: Se presentan situaciones mixtas, con días de alta dispersión y otros en los que pueden ocurrir episodios de acumulación de contaminantes.

A continuación, se describe el ciclo horario y anual de la temperatura en las estaciones consideradas:

Ciclo Horario

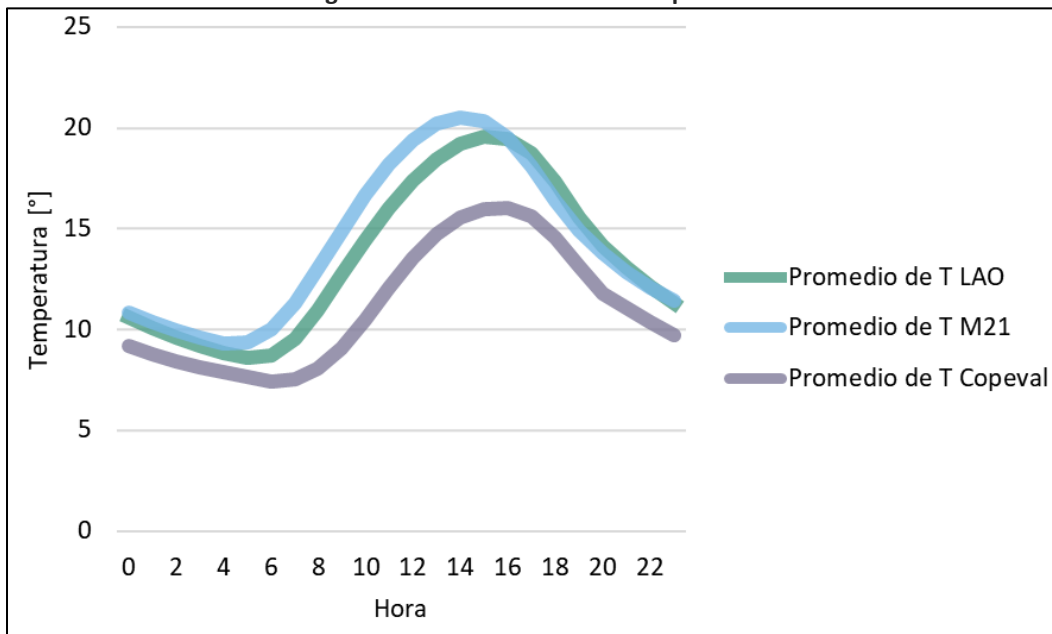
Tendencia general de la temperatura:

- Las temperaturas más bajas se registran entre las 4:00 y 6:00 AM, alcanzando valores de 8.8°C en LAO, 9.3°C en M21 y 7.4°C en Copeval.
- El aumento de temperatura inicia a partir de las 8:00 AM, con un ascenso progresivo hasta alcanzar los valores más altos en la tarde.
- El máximo diario ocurre entre las 14:00 y 16:00 horas, donde se registran temperaturas cercanas a los 19.5°C en LAO, 20.5°C en M21 y 16.0°C en Copeval.
- Luego, a partir de las 18:00 horas, comienza un descenso gradual, alcanzando valores cercanos a 10°C en la noche.

Comparación entre estaciones:

- La estación 21 de Mayo (M21) es la más cálida durante casi todo el día, con valores ligeramente superiores a los de LAO y superiores a Copeval.
- Copeval registra las temperaturas más bajas en todo el período analizado, lo que podría estar relacionado con su ubicación más expuesta a enfriamiento nocturno o factores geográficos locales.
- Los Ángeles Oriente (LAO) presenta un comportamiento intermedio, con temperaturas generalmente más bajas que en M21, pero superiores a las de Copeval.

Figura 11: Ciclo horario de la temperatura



Fuente: Ai-R, 2025.

Ciclo estacional

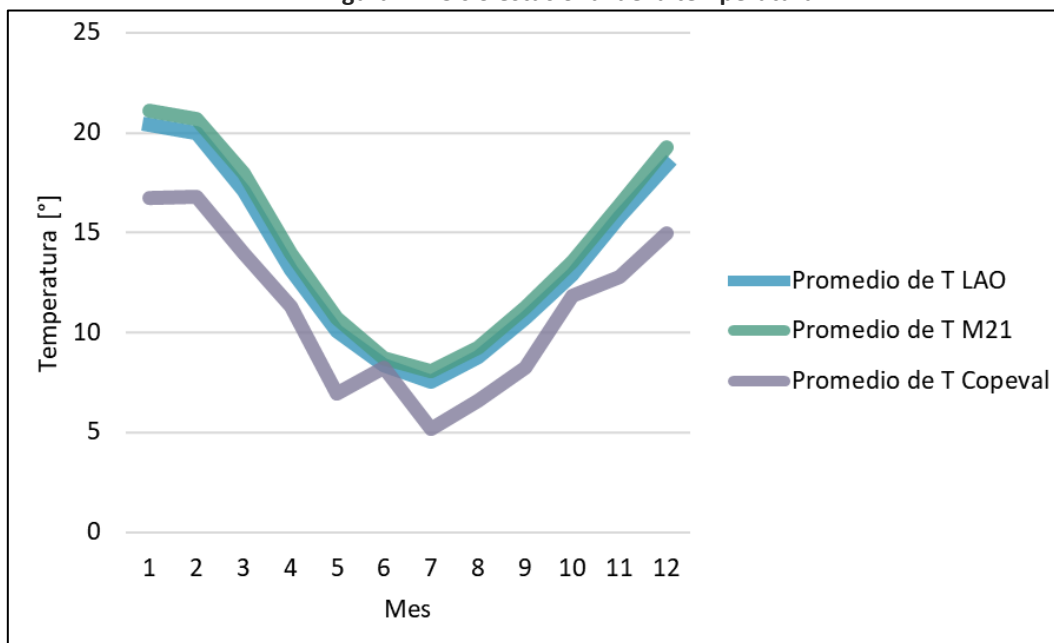
Tendencia general de la temperatura:

- Los meses más fríos se registran en junio, julio y agosto, con temperaturas promedio mínimas cercanas a 5°C - 10°C.
- Los meses más cálidos corresponden a diciembre, enero y febrero, donde las temperaturas promedio pueden alcanzar 25°C o más en algunos días.
- El cambio de estación es gradual, con transiciones suaves entre verano-otoño y entre invierno-primavera.

Comparación entre estaciones:

- La estación 21 de Mayo (M21) es sistemáticamente la más cálida, con temperaturas superiores a las de LAO y Copeval durante todo el año.
- Copeval registra las temperaturas más bajas, particularmente en invierno, lo que sugiere una mayor influencia de la topografía local en la retención del frío, menos expuesta al microclima local que podrían generar las zonas urbanas.
- Los Ángeles Oriente (LAO) muestra valores intermedios, con un comportamiento más similar al de M21 en verano y más cercano a Copeval en invierno.

Figura 12: Ciclo estacional de la temperatura



Fuente: Ai-R, 2025.

6.3.2 Velocidad del viento

El viento es un factor clave en la dispersión y transporte de contaminantes atmosféricos. Una mayor velocidad ayuda a reducir las concentraciones de material particulado en la atmósfera al favorecer su dispersión, mientras que condiciones de baja velocidad pueden propiciar su acumulación, aumentando la contaminación local.

Además, el viento no solo influye en la dispersión, sino también en el transporte de contaminantes, determinando la dirección en la que se desplazan. Dependiendo de la intensidad y orientación del flujo del viento, los contaminantes pueden desplazarse a zonas cercanas o incluso a regiones más alejadas, afectando la calidad del aire en distintas áreas.

A continuación, se describe el ciclo horario y anual de la velocidad del viento en las estaciones consideradas:

Ciclo Horario

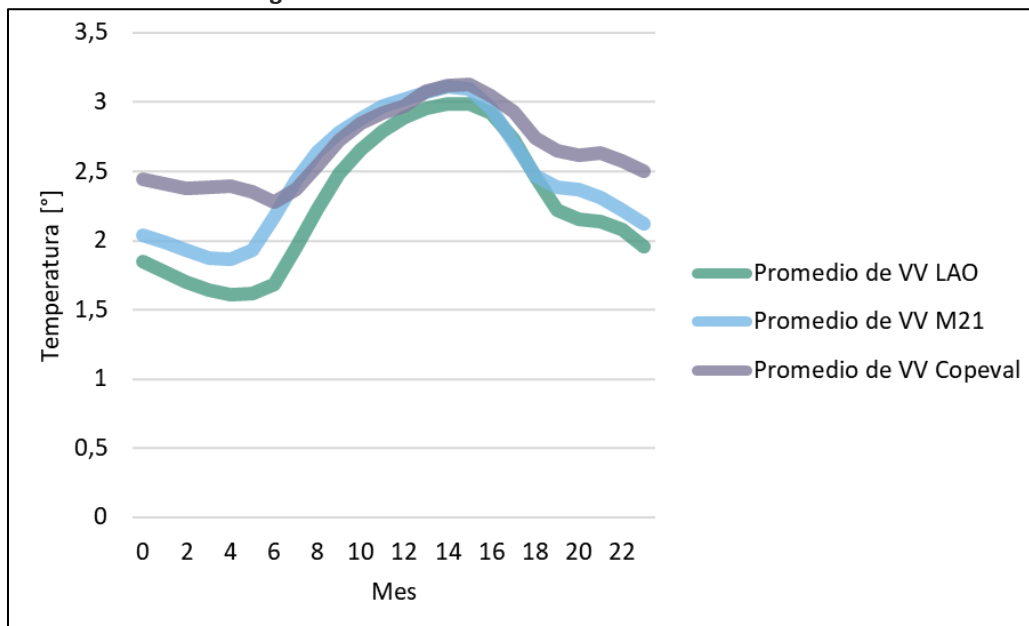
Tendencia general de la velocidad del viento:

- Se observa un ciclo horario bien definido, con mínimos en la madrugada y máximos en la tarde, lo que indica que el viento sigue un patrón diario consistente en las tres estaciones de monitoreo.
- Las velocidades más bajas se registran entre las 0:00 y 6:00 AM, con valores cercanos a 1.6 - 1.8 m/s en LAO, 1.9 - 2.2 m/s en M21 y 2.3 - 2.4 m/s en Copeval.
- A partir de las 8:00 AM, la velocidad del viento comienza a aumentar gradualmente, alcanzando su máximo entre las 12:00 y 15:00 horas, con valores de 3.0 - 3.1 m/s en todas las estaciones.
- Desde las 16:00 horas, la velocidad del viento disminuye progresivamente, volviendo a valores bajos durante la noche.

Comparación entre estaciones:

- Copeval presenta las mayores velocidades del viento a lo largo del día, con valores ligeramente superiores a los de LAO y M21.
- Copeval registra los valores más estables, con menor variabilidad entre las horas de la mañana y la tarde.
- LAO y M21 muestran una mayor variabilidad horaria, con fluctuaciones más marcadas a lo largo del día.

Figura 13: Ciclo horario de la velocidad del viento



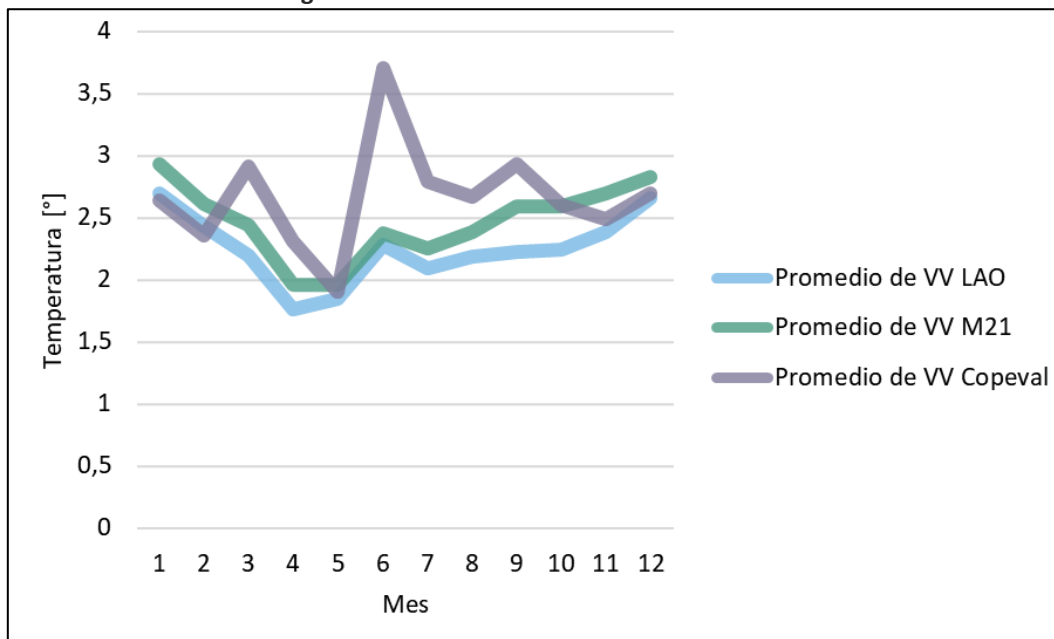
Fuente: Ai-R, 2025.

Ciclo estacional

Tendencia general de la velocidad del viento

- Copeval registra las mayores velocidades del viento a lo largo del año, con valores ligeramente superiores a los de LAO y M21.
- Copeval muestra una mayor variabilidad en ciertos meses, como en junio, donde alcanza los 3.7 m/s, lo que puede estar influenciado por la diferencia en la cantidad de datos utilizados en su modelación.
- LAO y M21 presentan valores más estables debido a que los datos corresponden a un promedio de 11 años (2013-2024), lo que reduce la variabilidad interanual y suaviza las fluctuaciones mensuales.

Figura 14: Ciclo estacional de la velocidad del viento



Fuente: Ai-R, 2025.

6.3.3 Dirección del viento

La dirección del viento desempeña un papel fundamental en el transporte de partículas y contaminantes hacia puntos específicos. En términos de dispersión, si el viento no se orienta hacia un determinado receptor, es prácticamente imposible que dicho receptor se vea afectado por contaminantes provenientes de una fuente específica.

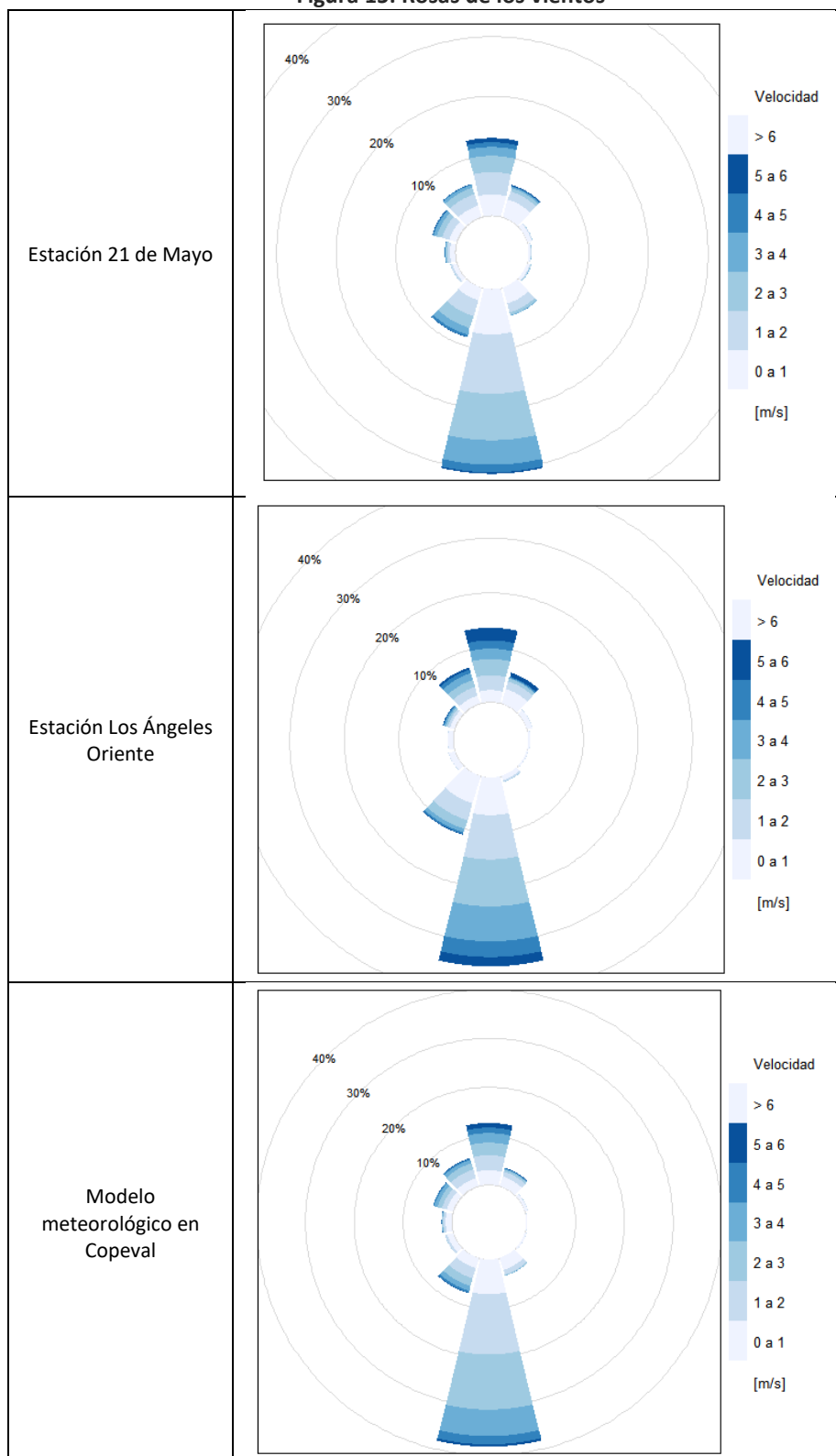
El análisis de las rosas de los vientos para las dos estaciones y el modelo meteorológico muestra que presentan patrones prácticamente idénticos, con las mismas direcciones predominantes y magnitudes similares. Por lo tanto, la siguiente descripción es válida para las tres rosas de los vientos analizadas.

En términos de frecuencia, la dirección predominante del viento es de sur a norte, ocurriendo en más del 40% del tiempo. Esto indica que la mayor parte del transporte atmosférico se orienta en esta dirección. La segunda dirección predominante es de norte a sur, aunque con una menor incidencia, representando menos del 13% del tiempo. Sin embargo, en esta dirección también se registran vientos intensos que superan los 5 m/s, al igual que en la dirección predominante.

En menor medida, se identifican vientos provenientes del sureste, con una frecuencia inferior al 10%. Aunque estos vientos son menos recurrentes, pueden influir en la dispersión de contaminantes en ciertas condiciones atmosféricas específicas.

A continuación, se presentan las tres rosas de los vientos obtenidas para su análisis comparativo.

Figura 15: Rosas de los vientos



Fuente: Ai-R, 2025.

6.4 Caracterización de la calidad del aire

A continuación, se presenta un análisis normativo de los contaminantes MP₁₀ y MP_{2,5}:

6.4.1 Análisis normativo MP₁₀

De acuerdo con lo que se puede observar en la siguiente tabla, desde 2018 hasta la fecha, la estación Los Ángeles Oriente no ha superado los valores normados de latencia o saturación establecidos en las normas primarias de calidad del aire para el contaminante MP₁₀, en ninguno de sus dos estadísticos evaluados.

Por otro lado, la estación 21 de Mayo, si bien muestra una evaluación positiva en términos de calidad del aire, presenta valores significativamente mayores en comparación con Los Ángeles Oriente. En particular, el promedio anual superó el valor normado hasta 2019, mientras que desde 2020 en adelante, los valores se han mantenido en latencia o cercanos a este umbral.

En cuanto al percentil 98, aunque se observa una tendencia a la baja, los valores registrados en todos los años analizados continúan en condición de saturación.

Tabla 19: Análisis normativo MP₁₀

Año	Promedio Anual		Percentil 98 diario		Norma		Promedio Anual		Percentil 98 diario	
	LAO	21M	LAO	21M	Anual	Diaria	LAO	21M	LAO	21M
2013	44,3	53,7	90,0	163,2	50	130	89%	107%	69%	126%
2014	50,5	55,4	103,9	178,3	50	130	101%	111%	80%	137%
2015	-	56,0	-	165,9	50	130		112%		128%
2016	-	57,4	-	205,1	50	130		115%		158%
2017	-	45,8	-	146,3	50	130		92%		113%
2018	21,4	55,1	31,0	209,0	50	130	43%	110%	24%	161%
2019	32,7	50,2	87,2	156,6	50	130	65%	100%	67%	120%
2020	31,0	43,6	73,1	132,3	50	130	62%	87%	56%	102%
2021	35,3	42,1	85,2	141,9	50	130	71%	84%	66%	109%
2022	34,9	38,3	101,8	131,0	50	130	70%	77%	78%	101%
2023	32,7	43,2	82,0	154,4	50	130	65%	86%	63%	119%
2024	30,1	39,7	81,2	150,8	50	130	60%	79%	62%	116%
Calidad del aire actual, promedio tri anual (% respecto de la norma)							65%	81%	68%	112%

Fuente: Ai-R, 2025.

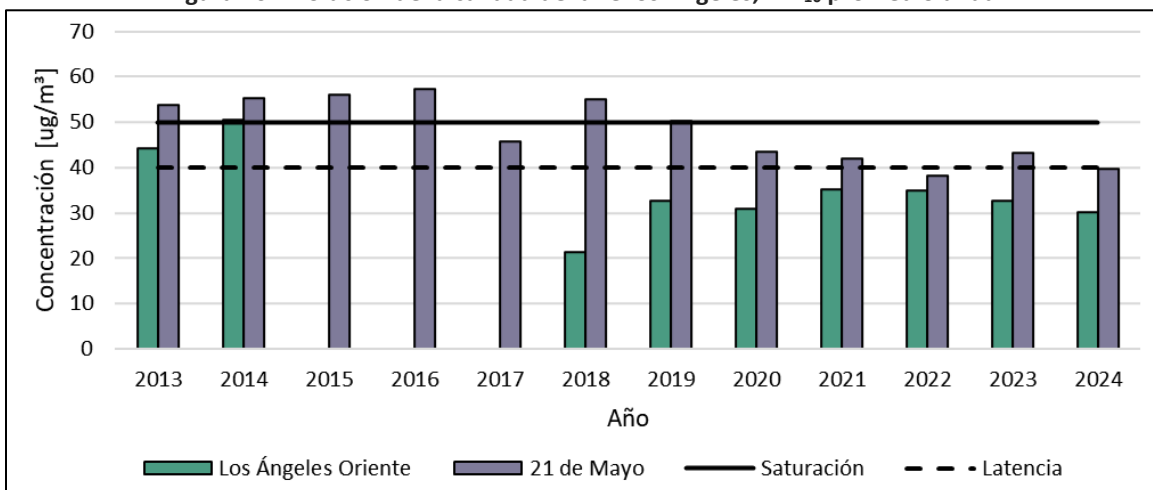
Con base a los datos presentados, es posible afirmar que existe una diferencia sustancial en las concentraciones de MP₁₀ entre la zona urbana y la zona periurbana. Esto se evidencia en que los valores registrados en la estación Los Ángeles Oriente son significativamente menores en comparación con la estación 21 de Mayo, lo que indica que se encuentra en una condición de no saturación ni latencia.

Esta diferencia sugiere que la ubicación periurbana de Los Ángeles Oriente presenta mejores condiciones de calidad del aire, posiblemente debido a menores fuentes de emisión y a una mayor dispersión del contaminante en esa zona.

También es posible observar que la estadística del percentil 98 es considerablemente mayor que el promedio anual en la estación 21 de Mayo. Esto indica que, si bien en general las condiciones del aire son mejores, con frecuencia se presentan períodos acotados en los que se registran altos niveles de contaminación.

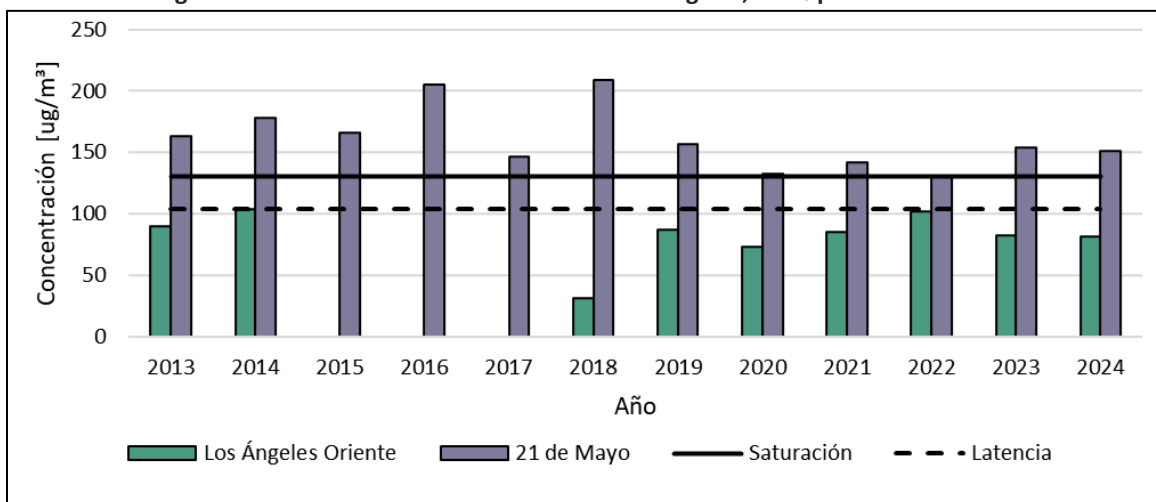
Para complementar este análisis, a continuación, se presentan dos gráficos que ilustran la evolución del contaminante MP_{10} , considerando los estadísticos promedio anual y percentil 98. Estos gráficos permiten evaluar la calidad del aire y visualizar las diferencias entre las estaciones Los Ángeles Oriente (zona periurbana) y 21 de Mayo (zona urbana).

Figura 16: Evolución de la calidad del aire los Ángeles, MP_{10} promedio anual



Fuente: Ai-R, 2025.

Figura 17: Evolución de la calidad del aire los Ángeles, MP_{10} percentil 98 diario



Fuente: Ai-R, 2025.

6.4.2 Análisis normativo MP_{2,5}

De acuerdo con lo que se observa en la siguiente tabla, desde 2017 hasta la fecha, la estación Los Ángeles Oriente (LAO) no ha superado los valores normados de latencia o saturación establecidos en las normas primarias de calidad del aire para el contaminante MP_{2,5}, en el estadístico de promedio anual.

Sin embargo, en el caso del percentil 98, el valor ha sido constantemente superado, incluso en los últimos tres años, lo que indica que para este contaminante, en este estadístico, la estación se encuentra en una condición de saturación. Por otra parte, si bien se observa una disminución en los últimos años respecto de los valores registrados al inicio del monitoreo, esta baja no ha sido consistente ni se ha consolidado como una tendencia sostenida.

Por otro lado, la estación 21 de Mayo (21M), a pesar de mostrar una evaluación positiva en términos generales de calidad del aire, presenta valores significativamente mayores en comparación con Los Ángeles Oriente. En este caso, ambos estadísticos (promedio anual y percentil 98) han superado todos los años los límites máximos establecidos en las normas de calidad del aire.

Tabla 20: Análisis normativo MP_{2,5}

Año	Promedio Anual		Percentil 98 diario		Norma		Promedio Anual		Percentil 98 diario	
	LAO	21M	LAO	21M	Anual	Diaria	LAO	21M	LAO	21M
2013	19,2	28,7	49,4	130,6	20	50	96%	143%	99%	261%
2014	26,8	27,3	60,5	121,7	20	50	134%	137%	121%	243%
2015	31,3	29,2	68,5	119,6	20	50	157%	146%	137%	239%
2016	31,6	33,1	63,1	168,9	20	50	158%	166%	126%	338%
2017	15,6	28,1	39,3	121,8	20	50	78%	140%	79%	244%
2018	15,8	35,0	73,8	187,1	20	50	79%	175%	148%	374%
2019	15,4	29,8	62,1	135,9	20	50	77%	149%	124%	272%
2020	13,7	27,1	45,4	120,8	20	50	69%	136%	91%	242%
2021	13,3	27,4	50,3	134,5	20	50	67%	137%	101%	269%
2022	12,3	24,9	55,5	116,7	20	50	62%	124%	111%	233%
2023	14,4	26,6	59,7	134,3	20	50	72%	133%	119%	269%
2024	12,1	24,8	58,4	133,0	20	50	60%	124%	117%	266%
Calidad del aire actual, promedio tri anual (% respecto de la norma)							65%	127%	116%	256%

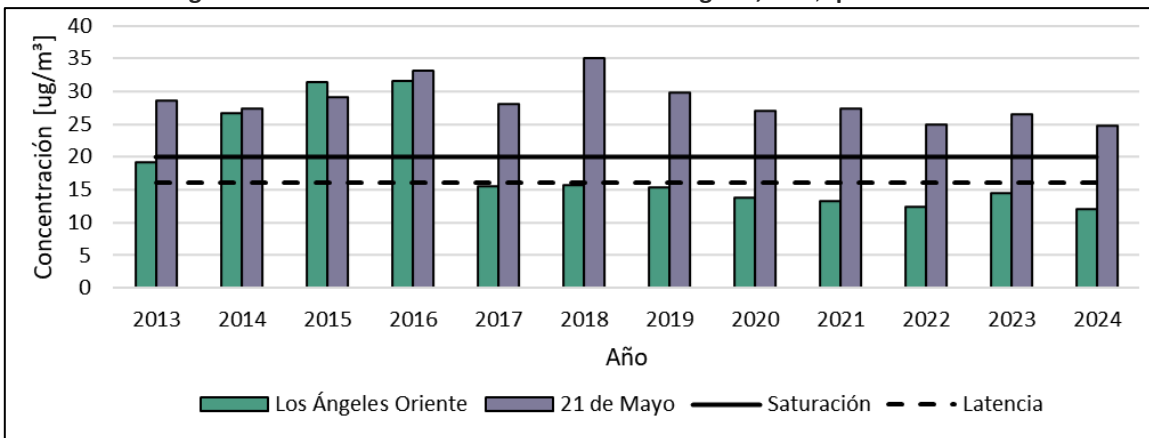
Fuente: Ai-R, 2025.

Con base en los datos presentados, es posible afirmar que, al igual que en el MP₁₀, existe una diferencia sustancial en las concentraciones de MP_{2,5} entre la zona urbana y la zona periurbana. Esto se evidencia en que los valores registrados en la estación Los Ángeles Oriente son significativamente menores en comparación con la estación 21 de Mayo.

Esta diferencia sugiere que la ubicación periurbana de Los Ángeles Oriente presenta mejores condiciones de calidad del aire, posiblemente debido a menores fuentes de emisión y a una mayor dispersión del contaminante en esa zona.

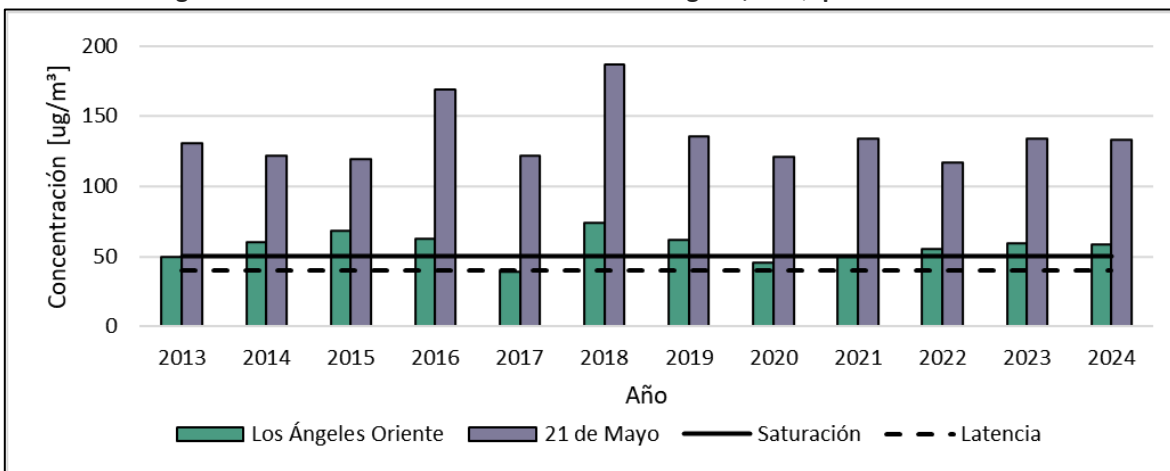
Para complementar este análisis, a continuación, se presentan dos gráficos que ilustran la evolución del contaminante $MP_{2,5}$, considerando los estadísticos promedio anual y percentil 98. Estos gráficos permiten evaluar la calidad del aire y visualizar las diferencias entre las estaciones Los Ángeles Oriente (zona periurbana) y 21 de Mayo (zona urbana).

Figura 18: Evolución de la calidad del aire los Ángeles, $MP_{2,5}$ promedio anual



Fuente: Ai-R, 2025.

Figura 19: Evolución de la calidad del aire los Ángeles, $MP_{2,5}$ percentil 98 diario



Fuente: Ai-R, 2025.

Del análisis anterior también se desprende que los valores de $MP_{2,5}$ son notablemente más desfavorables en comparación con MP_{10} . Esto podría estar asociado a las fuentes que originan estos niveles de contaminación, particularmente aquellas vinculadas a la combustión de leña en fuentes domiciliarias.

6.5 Evaluación de la distribución espacial de la contaminación en Los Ángeles

En este apartado, se realiza una evaluación de la distribución espacial de la contaminación en la comuna de Los Ángeles. Este análisis de referencia evidencia que las mayores concentraciones de contaminantes atmosféricos se encuentran en la zona urbana, mientras que los valores disminuyen progresivamente en las áreas periurbanas y rurales.

Para este estudio, se utilizaron datos del satélite Sentinel-5P, parte del programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA), que proporciona información sobre la calidad del aire a través del instrumento TROPOMI (Tropospheric Monitoring Instrument). Aunque Sentinel-5P no mide directamente las concentraciones de MP_{10} o $MP_{2,5}$, sí ofrece mediciones del Aerosol Optical Depth (AOD), un parámetro que se correlaciona con la cantidad de material particulado en la atmósfera.

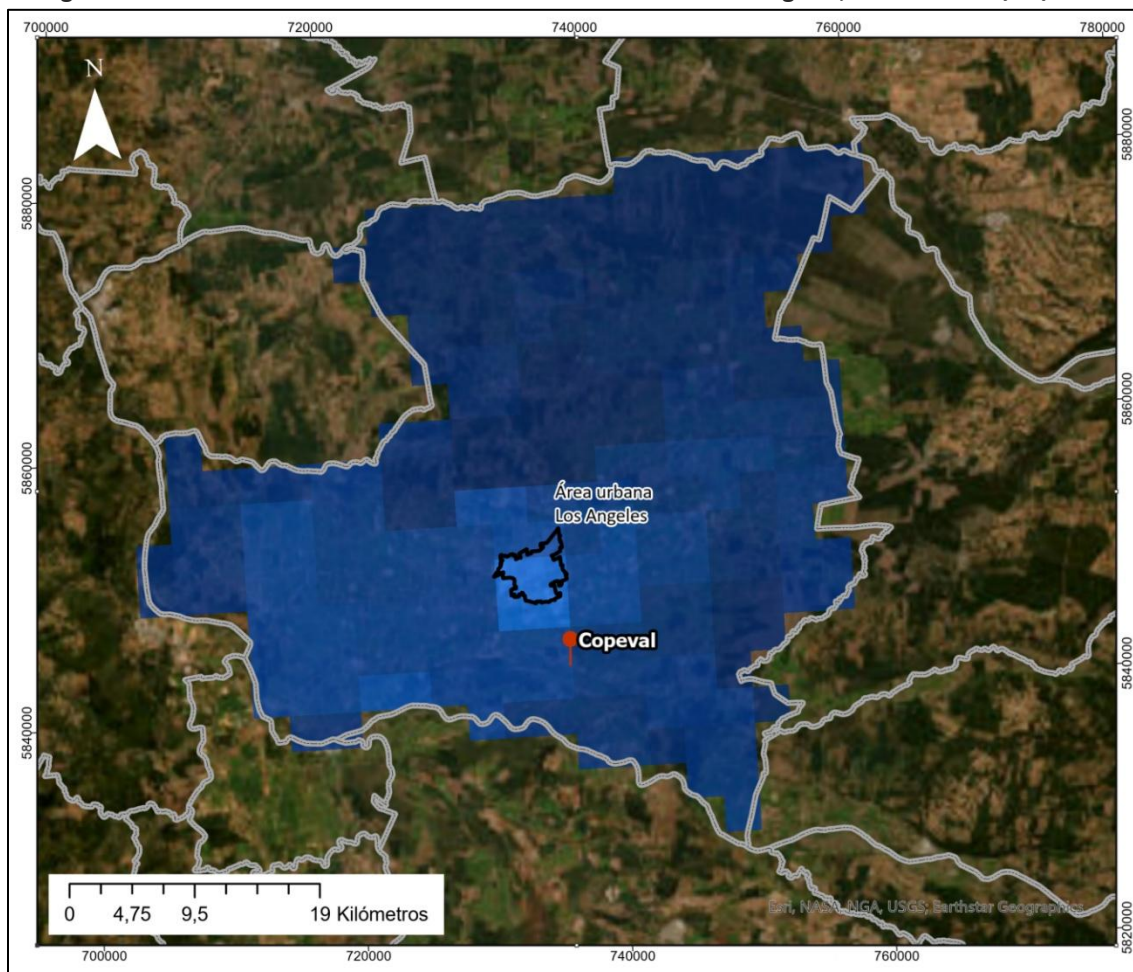
La imagen satelital utilizada tiene una resolución espacial de 2.7 km, lo que permite una representación detallada de la distribución de contaminantes en la zona de estudio.

Uno de los indicadores clave en este análisis es el Índice de Aerosoles (IA), el cual permite detectar la presencia de capas elevadas de aerosoles en la atmósfera. Este índice es particularmente útil para identificar aerosoles que absorben radiación UV, como polvo del desierto, ceniza volcánica y otras formas de contaminación atmosférica. Sus valores positivos (representados en una escala de azul) indican la presencia de aerosoles absorbentes. El cálculo de este índice se realiza utilizando dos pares de longitudes de onda: 340/380 nm y 354/388 nm.

Con base en lo anterior, se obtuvo una imagen satelital de Sentinel-5P correspondiente al 12 de julio de 2024, fecha en la que se registró un episodio de emergencia ambiental en la comuna de Los Ángeles. En la imagen se observa que las emisiones se concentran en la zona urbana, con una disminución progresiva del índice de aerosoles en las áreas periurbanas y rurales. Este comportamiento se representa con un gradiente de color azul, donde los tonos más claros indican una mayor concentración de contaminantes.

Estos resultados permiten concluir que los niveles de contaminación registrados en las estaciones de monitoreo ubicadas en la zona urbana son significativamente mayores en comparación con los valores presentes en sectores periurbanos o rurales, más alejados del centro cívico. Esto sugiere que las alertas de contaminación basadas en estas estaciones pueden sobrestimar la exposición real en áreas menos urbanizadas.

Figura 20: Distribución de la contaminación en la comuna de los Ángeles, evento del 12/07/2024



Fuente: Ai-R, 2025.

7 Resultados modelación de emisiones atmosféricas

Este apartado presenta los resultados obtenidos a partir del modelo de dispersión CALPUFF-WRF. Los resultados se analizan mediante; isocurvas de concentración, que muestran la distribución espacial de los contaminantes; se identifican los Puntos de Máxima Concentración (PMC), y; se realiza un análisis detallado de las concentraciones esperadas en receptores sensibles. En caso de aplicar, estos resultados se comparan con la normativa vigente, el Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) y los criterios aplicables del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

7.1 Puntos de máxima concentración (PMC)

Los Puntos de Máxima Concentración (PMC) corresponden a las ubicaciones donde se registran las concentraciones más altas de cada contaminante, considerando distintos estadísticos. La identificación de estos puntos es fundamental para evaluar si la concentración máxima se encuentra dentro del predio del titular o en una zona habitada, especialmente en áreas con receptores sensibles, como colegios, hospitales o zonas residenciales.

A continuación, se presenta una figura que ilustra gráficamente la ubicación del PMC. Posteriormente, se realiza un análisis detallado de cada punto de máxima concentración, considerando los diferentes estadísticos y su evaluación en relación con la normativa de calidad del aire vigente y los criterios de significancia establecidos por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

Figura 21: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP10 – Norma diaria



Fuente: Ai-R, 2025.

Con base en la modelación realizada, se determina que el punto de máxima concentración asociado a la operación de las calderas se encuentra dentro del predio de Copeval, específicamente cerca de la garita de acceso y alejado de zonas pobladas o con receptores sensibles.

Su ubicación está influenciada por el efecto Building Downwash, generado por la presencia de los silos en combinación con la dirección predominante del viento. Este fenómeno genera una deposición de los contaminantes inmediatamente después de superar la barrera física impuesta por dichas estructuras.

Respecto a los aportes sobre el punto de máxima concentración, se observa que:

- En relación con las normas primarias de calidad del aire, se confirma que ningún contaminante ni estadístico supera los valores establecidos, garantizando así el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental.
- Por otra parte, los valores de concentración obtenidos a partir de la modelación indican que, en estos puntos, se superan los valores establecidos por el SEIA como criterio para zonas saturadas. Sin perjuicio de lo anterior, se puede afirmar que no existe un impacto implícito, dado que estas concentraciones se presentan dentro de una zona industrial, alejada de áreas con receptores sensibles.

A continuación, se presenta la evaluación normativa de los aportes sobre los puntos de máxima concentración de MP_{10} y $MP_{2,5}$, considerando sus estadísticos diarios y anuales, en relación con las normas de calidad del aire y los criterios establecidos por el SEA para zonas saturadas:

Tabla 21: Evaluación de los puntos de máxima concentración

Contaminante	Estadístico	Normativa [ug/m³]		Localización (LCC)		Aporte por escenario [ug/m³]			Evaluación normativa [%]			Evaluación criterio significancia [ug/m³]		
		Norma	Criterio de significancia SEA	Este [km]	Norte [km]	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
MP ₁₀	Promedio Anual	50	1	736.705	5.842.481	5,13	0,90	4,49	10%	2%	9%	513%	90%	449%
	Percentil 98 diario	130	5			20,90	3,49	17,14	16%	3%	13%	418%	70%	343%
MP _{2,5}	Promedio Anual	20	0,33			7,02	1,19	5,92	35%	6%	30%	2.126%	362%	1.793%
	Percentil 98 diario	50	1,71			19,90	3,38	16,77	40%	7%	34%	1.164%	198%	980%

Fuente: Ai-R, 2025.

7.2 Análisis de concentraciones en receptores sensibles

Se realizó un análisis específico de las concentraciones de contaminantes en receptores sensibles, considerando la comparación de las concentraciones modeladas con los límites normativos y los criterios del SEIA sobre el riesgo potencial para la salud de la población expuesta, en un contexto de saturación basal de MP_{10} y $MP_{2,5}$.

En las tablas que se presenta a continuación, se observa lo siguiente:

Escenario 1. Estimación de emisiones en base a la concentración máxima

Los resultados de la modelación, considerando la estimación de emisiones en base a la concentración máxima en episodios de emergencia ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), indican que MP_{10} cumple completamente en todos los receptores, tanto con la normativa de calidad del aire como con los criterios de aporte en contaminantes para zonas saturadas.

Respecto a $MP_{2,5}$:

- Se cumple con la norma primaria de calidad del aire en todos los receptores.
- Se cumple con el criterio de aporte en zonas saturadas en la mayoría de los receptores, excepto en Hidro Mann Spa, donde se supera en un 10% el valor establecido para el promedio anual.

En consideración de estos resultados, para el escenario hipotético en el que la Agrícola emitió una concentración máxima de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, no es posible descartar completamente un riesgo de impacto sobre la salud de la población.

Escenario 2. Estimación de emisiones en base a la factores de emisión para calderas

Los resultados de la modelación, considerando factores de emisión para calderas a leña presentan un resultados ligeramente menos desfavorables que los resultados del Escenario real (escenario 1), pero en el mismo ordena de magnitud de desfavorable, toda vez que:

a) Evaluación normativa primaria de calidad del aire. Se cumple plenamente con la normativa, dado que ningún contaminante supera el 14% de los valores establecidos en las normas primarias de calidad del aire. Los aportes relativos son significativamente mayores para $MP_{2,5}$, con los siguientes resultados:

- Para MP_{10} , los aportes no superan el 4% del valor normado.
- Para $MP_{2,5}$, los aportes no superan el 12% del valor normado.

b) Evaluación respecto al criterio SEIA de aporte de concentración sobre zonas saturadas. Los resultados no son favorables en este criterio. En términos generales, los aportes relativos de $MP_{2,5}$ son significativamente mayores en comparación con MP_{10} :

- Para MP_{10} , se supera ligeramente el valor normado (39% por sobre el límite), solo en el receptores industrial Hidro Mann Spa.
- Para $MP_{2,5}$, se supera el valor normado en receptores industriales y viviendas habitacionales:
 - En receptores industriales, los aportes alcanzan hasta seis veces el criterio establecido, particularmente en Coastur SpA, Hidro Mann Spa y Hormigones & Prefabricados.
 - En viviendas cercanas al proyecto, ubicadas al sureste, los aportes superan hasta 0,7 veces el criterio establecido.

En consideración de estos resultados, para el escenario hipotético con factores de emisión, no es posible descartar un riesgo de impacto sobre la salud de la población.

Tabla 22: Análisis de concentraciones en receptores sensibles – MP₁₀

Estadístico	Normativa [ug/m³]		ID	Nombre	Clasificación	Aporte por escenario [ug/m³]			Evaluación normativa [%]			Evaluación criterio significancia [ug/m³]		
	Norma	Criterio de significancia				E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Promedio Anual	50	1	R_1	Coastur SpA	Industrial	1,12	0,2	0,98	2%	0%	2%	112%	20%	98%
			R_2	Hidro Mann Spa	Industrial	1,6	0,28	1,39	3%	1%	3%	160%	28%	139%
			R_3	Hormigones & Prefabricados	Industrial	0,54	0,09	0,47	1%	0%	1%	54%	9%	47%
			R_4	Escuela Básica el amanecer	Habitacional	0,06	0,01	0,05	0%	0%	0%	6%	1%	5%
			R_5	Cotrisa SpA	Industrial	0,3	0,05	0,27	1%	0%	1%	30%	5%	27%
			R_6	Forestal Sofoagro	Industrial	0,14	0,03	0,13	0%	0%	0%	14%	3%	13%
			R_7	Ecogases SpA	Industrial	0,15	0,03	0,14	0%	0%	0%	15%	3%	14%
			R_8	Iglesia Duquéco	Habitacional	0,1	0,02	0,09	0%	0%	0%	10%	2%	9%
			R_9	Vivienda Duqueco 1	Habitacional	0,1	0,02	0,09	0%	0%	0%	10%	2%	9%
			R_10	Vivienda Duqueco 2	Habitacional	0,09	0,02	0,08	0%	0%	0%	9%	2%	8%
			R_11	Vivienda Duqueco 3	Habitacional	0,09	0,02	0,08	0%	0%	0%	9%	2%	8%
			R_12	Vivienda 1	Habitacional	0,16	0,03	0,14	0%	0%	0%	16%	3%	14%
			R_13	Vivienda 2	Habitacional	0,38	0,07	0,34	1%	0%	1%	38%	7%	34%
			R_14	Vivienda 3	Habitacional	0,1	0,02	0,08	0%	0%	0%	10%	2%	8%
			R_15	Vivienda 4	Habitacional	0,12	0,02	0,11	0%	0%	0%	12%	2%	11%
			R_16	Vivienda 5	Habitacional	0,17	0,03	0,15	0%	0%	0%	17%	3%	15%
			R_17	Vivienda 6	Habitacional	0,16	0,03	0,14	0%	0%	0%	16%	3%	14%
			R_18	Vivienda 7	Habitacional	0,14	0,02	0,12	0%	0%	0%	14%	2%	12%
			R_19	Vivienda 8	Habitacional	0,04	0,01	0,04	0%	0%	0%	4%	1%	4%
			R_20	Vivienda 9	Habitacional	0,03	0	0,02	0%	0%	0%	3%	0%	2%
			R_21	Vivienda 10	Habitacional	0,06	0,01	0,05	0%	0%	0%	6%	1%	5%
			R_22	Vivienda 11	Habitacional	0,07	0,01	0,06	0%	0%	0%	7%	1%	6%
			R_23	Viviendas 12	Habitacional	0,1	0,02	0,08	0%	0%	0%	10%	2%	8%
			R_24	Viviendas 13	Habitacional	0,11	0,02	0,1	0%	0%	0%	11%	2%	10%
P98 diario	130	5	R_1	Coastur SpA	Industrial	5,14	0,85	4,17	4%	1%	3%	103%	17%	83%
			R_2	Hidro Mann Spa	Industrial	6,76	1,13	5,49	5%	1%	4%	135%	23%	110%
			R_3	Hormigones & Prefabricados	Industrial	2,95	0,49	2,43	2%	0%	2%	59%	10%	49%
			R_4	Escuela Básica el amanecer	Habitacional	0,62	0,1	0,51	0%	0%	0%	12%	2%	10%
			R_5	Cotrisa SpA	Industrial	2,66	0,45	2,22	2%	0%	2%	53%	9%	44%
			R_6	Forestal Sofoagro	Industrial	1,48	0,26	1,28	1%	0%	1%	30%	5%	26%
			R_7	Ecogases SpA	Industrial	1,41	0,27	1,35	1%	0%	1%	28%	5%	27%
			R_8	Iglesia Duquéco	Habitacional	1,06	0,17	0,86	1%	0%	1%	21%	3%	17%
			R_9	Vivienda Duqueco 1	Habitacional	1,04	0,17	0,84	1%	0%	1%	21%	3%	17%
			R_10	Vivienda Duqueco 2	Habitacional	0,93	0,16	0,76	1%	0%	1%	19%	3%	15%
			R_11	Vivienda Duqueco 3	Habitacional	0,97	0,16	0,81	1%	0%	1%	19%	3%	16%
			R_12	Vivienda 1	Habitacional	1,54	0,26	1,26	1%	0%	1%	31%	5%	25%
			R_13	Vivienda 2	Habitacional	3,49	0,59	2,86	3%	0%	2%	70%	12%	57%
			R_14	Vivienda 3	Habitacional	0,68	0,12	0,57	1%	0%	0%	14%	2%	11%
			R_15	Vivienda 4	Habitacional	0,88	0,15	0,73	1%	0%	1%	18%	3%	15%
			R_16	Vivienda 5	Habitacional	1,18	0,2	0,97	1%	0%	1%	24%	4%	19%
			R_17	Vivienda 6	Habitacional	1,26	0,21	1,04	1%	0%	1%	25%	4%	21%
			R_18	Vivienda 7	Habitacional	1,18	0,17	0,93	1%	0%	1%	24%	3%	19%
			R_19	Vivienda 8	Habitacional	0,46	0,08	0,37	0%	0%	0%	9%	2%	7%
			R_20	Vivienda 9	Habitacional	0,33	0,06	0,27	0%	0%	0%	7%	1%	5%
			R_21	Vivienda 10	Habitacional	0,67	0,12	0,59	1%	0%	0%	13%	2%	12%
			R_22	Vivienda 11	Habitacional	0,78	0,13	0,67	1%	0%	1%	16%	3%	13%
			R_23	Viviendas 12	Habitacional	0,8	0,13	0,64	1%	0%	0%	16%	3%	13%
			R_24	Viviendas 13	Habitacional	1,09	0,18	0,91	1%	0%	1%	22%	4%	18%

Fuente: Ai-R, 2025.

Tabla 23: Análisis de concentraciones en receptores sensibles – MP_{2,5}

Estadístico	Normativa [ug/m³]		ID	Nombre	Clasificación	Aporte por escenario [ug/m³]			Evaluación normativa [%]			Evaluación criterio significancia [ug/m³]		
	Norma	Criterio de significancia				E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Promedio Anual	20	0,33	R_1	Coastur SpA	Industrial	1,55	0,26	1,3	8%	1%	6%	470%	80%	393%
			R_2	Hidro Mann Spa	Industrial	2,21	0,37	1,85	11%	2%	9%	669%	113 %	560%
			R_3	Hormigones & Prefabricados	Industrial	0,75	0,13	0,63	4%	1%	3%	227%	39%	191%
			R_4	Escuela Básica el amanecer	Habitacional	0,08	0,01	0,07	0%	0%	0%	24%	4%	20%
			R_5	Cotrisa SpA	Industrial	0,39	0,07	0,34	2%	0%	2%	119%	21%	103%
			R_6	Forestal Sofoagro	Industrial	0,2	0,03	0,17	1%	0%	1%	62%	11%	52%
			R_7	Ecogases SpA	Industrial	0,21	0,04	0,18	1%	0%	1%	65%	11%	55%
			R_8	Iglesia Duquéco	Habitacional	0,14	0,02	0,12	1%	0%	1%	41%	7%	35%
			R_9	Vivienda Duqueco 1	Habitacional	0,14	0,02	0,12	1%	0%	1%	43%	7%	37%
			R_10	Vivienda Duqueco 2	Habitacional	0,12	0,02	0,11	1%	0%	1%	38%	6%	32%
			R_11	Vivienda Duqueco 3	Habitacional	0,12	0,02	0,1	1%	0%	1%	37%	6%	31%
			R_12	Vivienda 1	Habitacional	0,21	0,04	0,18	1%	0%	1%	63%	11%	53%
			R_13	Vivienda 2	Habitacional	0,48	0,08	0,41	2%	0%	2%	146%	25%	124%
			R_14	Vivienda 3	Habitacional	0,13	0,02	0,11	1%	0%	1%	38%	6%	32%
			R_15	Vivienda 4	Habitacional	0,18	0,03	0,15	1%	0%	1%	54%	9%	45%
			R_16	Vivienda 5	Habitacional	0,25	0,04	0,21	1%	0%	1%	76%	13%	64%
			R_17	Vivienda 6	Habitacional	0,23	0,04	0,19	1%	0%	1%	69%	12%	58%
			R_18	Vivienda 7	Habitacional	0,18	0,03	0,15	1%	0%	1%	54%	9%	46%
			R_19	Vivienda 8	Habitacional	0,05	0,01	0,04	0%	0%	0%	16%	3%	14%
			R_20	Vivienda 9	Habitacional	0,04	0,01	0,03	0%	0%	0%	11%	2%	10%
			R_21	Vivienda 10	Habitacional	0,07	0,01	0,06	0%	0%	0%	22%	4%	19%
			R_22	Vivienda 11	Habitacional	0,08	0,01	0,07	0%	0%	0%	26%	4%	22%
			R_23	Viviendas 12	Habitacional	0,13	0,02	0,11	1%	0%	1%	38%	7%	32%
			R_24	Viviendas 13	Habitacional	0,14	0,02	0,12	1%	0%	1%	43%	7%	37%
P98 diario	50	1,77	R_1	Coastur SpA	Industrial	5,72	0,97	4,78	11%	2%	10%	334%	57%	280%
			R_2	Hidro Mann Spa	Industrial	6,93	1,18	5,83	14%	2%	12%	405%	69%	341%
			R_3	Hormigones & Prefabricados	Industrial	3,51	0,6	2,96	7%	1%	6%	206%	35%	173%
			R_4	Escuela Básica el amanecer	Habitacional	0,66	0,11	0,55	1%	0%	1%	38%	7%	32%
			R_5	Cotrisa SpA	Industrial	3,11	0,54	2,7	6%	1%	5%	182%	32%	158%
			R_6	Forestal Sofoagro	Industrial	1,73	0,3	1,47	3%	1%	3%	101%	17%	86%
			R_7	Ecogases SpA	Industrial	1,71	0,29	1,45	3%	1%	3%	100%	17%	85%
			R_8	Iglesia Duquéco	Habitacional	1,2	0,21	1,02	2%	0%	2%	70%	12%	60%
			R_9	Vivienda Duqueco 1	Habitacional	1,18	0,21	1,04	2%	0%	2%	69%	12%	61%
			R_10	Vivienda Duqueco 2	Habitacional	1,04	0,18	0,88	2%	0%	2%	61%	10%	52%
			R_11	Vivienda Duqueco 3	Habitacional	0,96	0,16	0,8	2%	0%	2%	56%	10%	47%
			R_12	Vivienda 1	Habitacional	1,72	0,3	1,46	3%	1%	3%	100%	17%	86%
			R_13	Vivienda 2	Habitacional	3,44	0,59	2,91	7%	1%	6%	201%	34%	170%
			R_14	Vivienda 3	Habitacional	0,77	0,13	0,65	2%	0%	1%	45%	8%	38%
			R_15	Vivienda 4	Habitacional	0,93	0,16	0,77	2%	0%	2%	54%	9%	45%
			R_16	Vivienda 5	Habitacional	1,45	0,24	1,21	3%	0%	2%	85%	14%	71%
			R_17	Vivienda 6	Habitacional	1,39	0,24	1,18	3%	0%	2%	82%	14%	69%
			R_18	Vivienda 7	Habitacional	1,21	0,21	1,03	2%	0%	2%	70%	12%	60%
			R_19	Vivienda 8	Habitacional	0,49	0,09	0,43	1%	0%	1%	29%	5%	25%
			R_20	Vivienda 9	Habitacional	0,39	0,07	0,33	1%	0%	1%	23%	4%	19%
			R_21	Vivienda 10	Habitacional	0,76	0,13	0,64	2%	0%	1%	44%	8%	37%
			R_22	Vivienda 11	Habitacional	0,92	0,16	0,82	2%	0%	2%	54%	10%	48%
			R_23	Viviendas 12	Habitacional	0,89	0,15	0,74	2%	0%	1%	52%	9%	43%
			R_24	Viviendas 13	Habitacional	1,39	0,24	1,17	3%	0%	2%	81%	14%	69%

Fuente: Ai-R, 2025.

7.3 Isocurvas de concentración

Las isocurvas de concentración son representaciones gráficas que conectan puntos con igual concentración de un contaminante. Permiten visualizar el alcance y la distribución espacial de las emisiones modeladas. En este contexto, una isocurva permite:

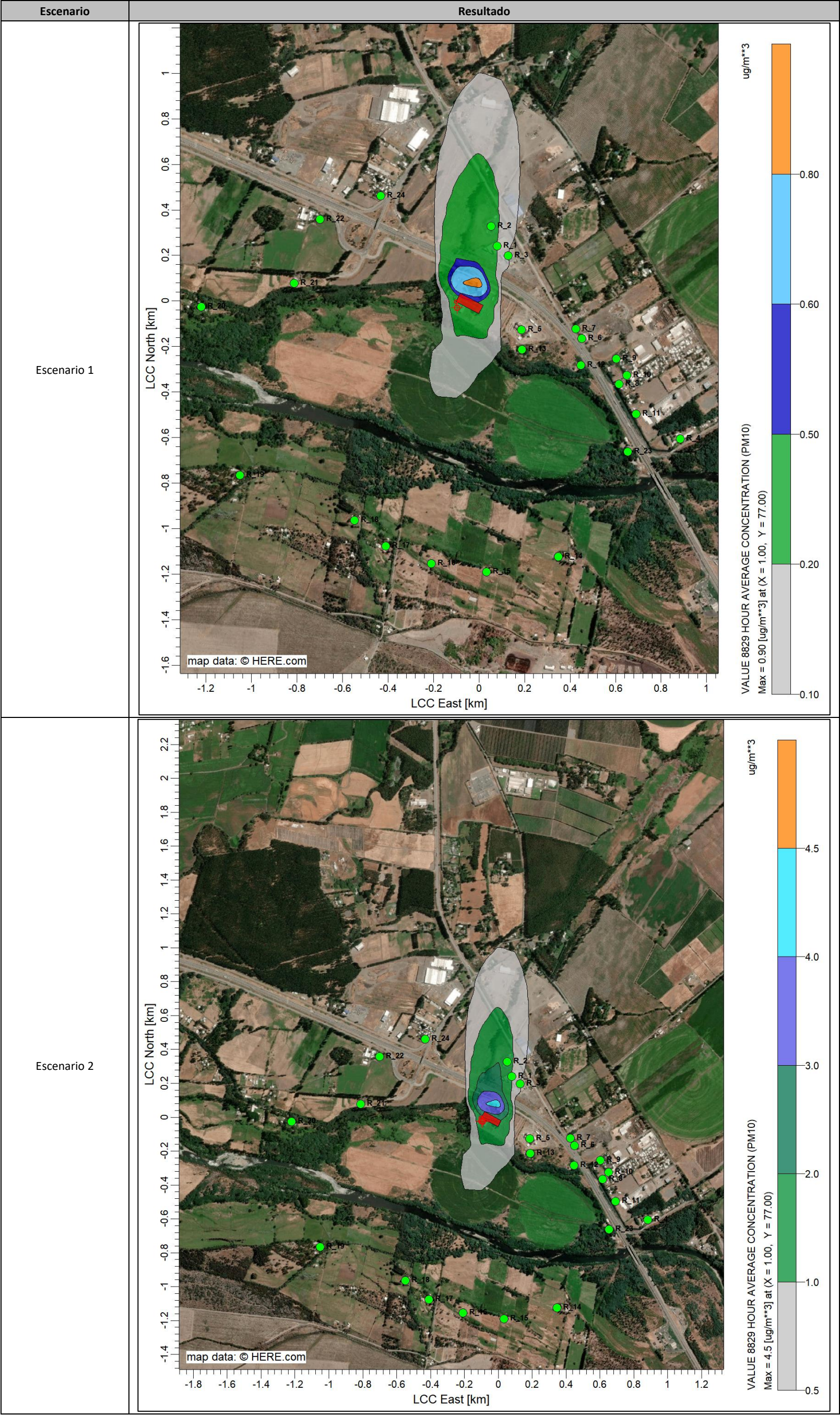
- Delimitar un área de influencia: El área delimitada por una isocurva indica la zona donde la concentración del contaminante supera un valor determinado.
- Analizar gradientes de concentración: La densidad de las isocurvas refleja cómo disminuye la concentración a medida que nos alejamos de la fuente de emisión.
- Identificación de áreas críticas: Las isocurvas permiten identificar áreas donde las concentraciones superan los límites normativos o los niveles de preocupación.

Adicionalmente, atinente a la infracción, se incluye el promedio diario de las concentraciones asociadas al 12 de junio del 2024.

A continuación, se presentan las isocurvas de concentración para los principales contaminantes analizados:

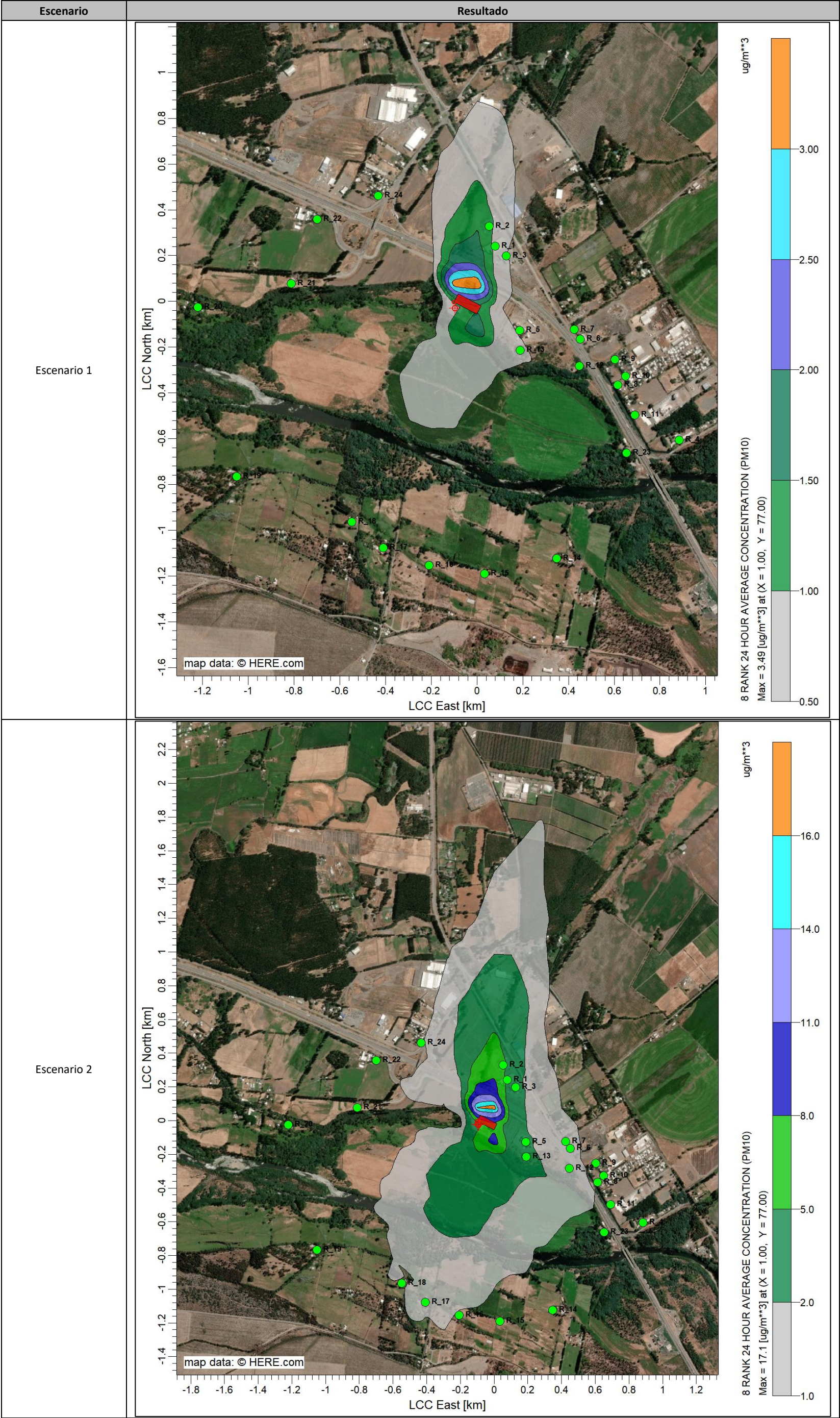
7.3.1 Material particulado respirable (MP₁₀)

Figura 22: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP₁₀ – Norma anual



Fuente: Ai-R, 2025.

Figura 23: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP₁₀ – Norma diaria



Fuente: Ai-R, 2025.

7.3.2 Material particulado fino respirable (MP_{2,5})

Figura 24: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP_{2,5} – Norma anual

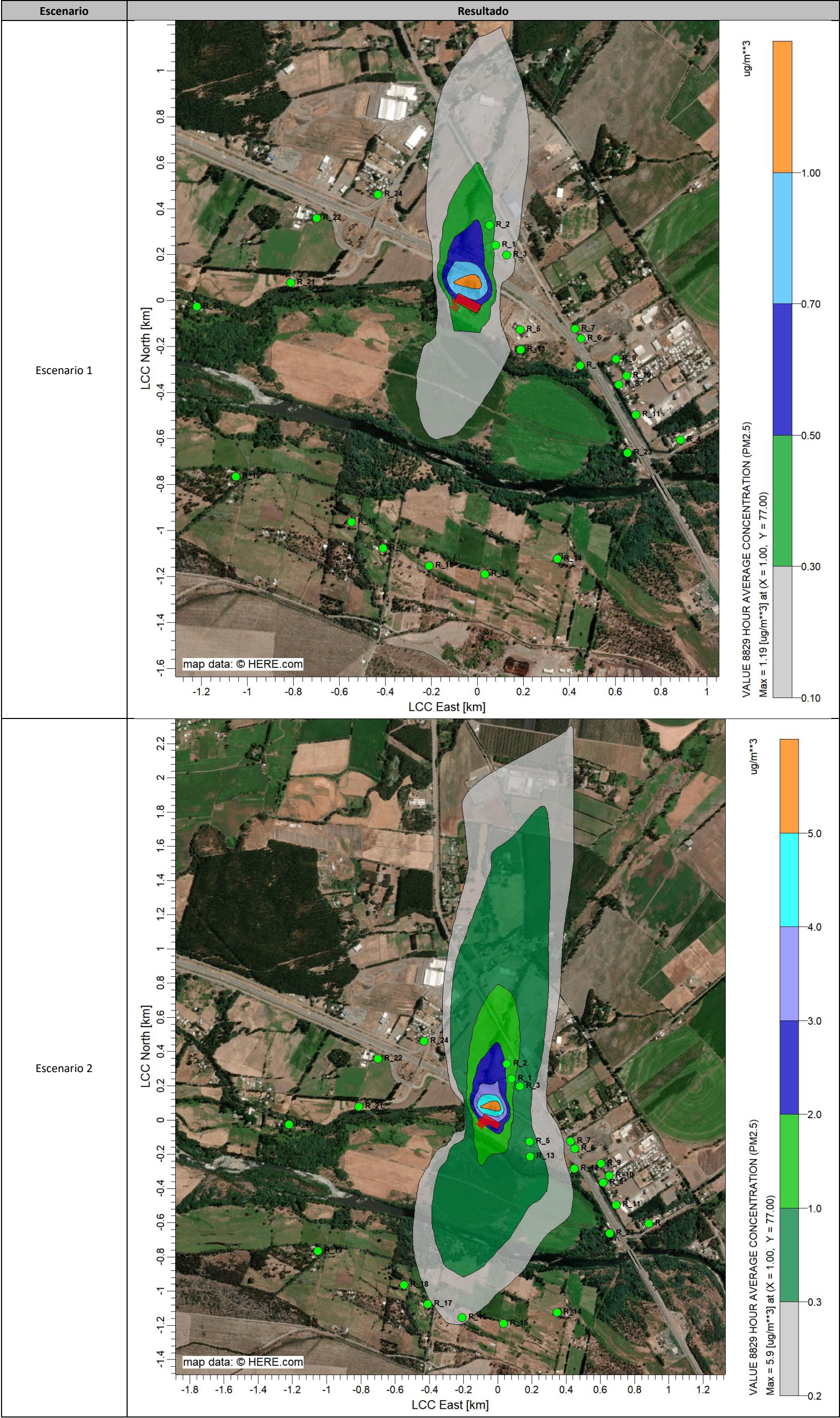
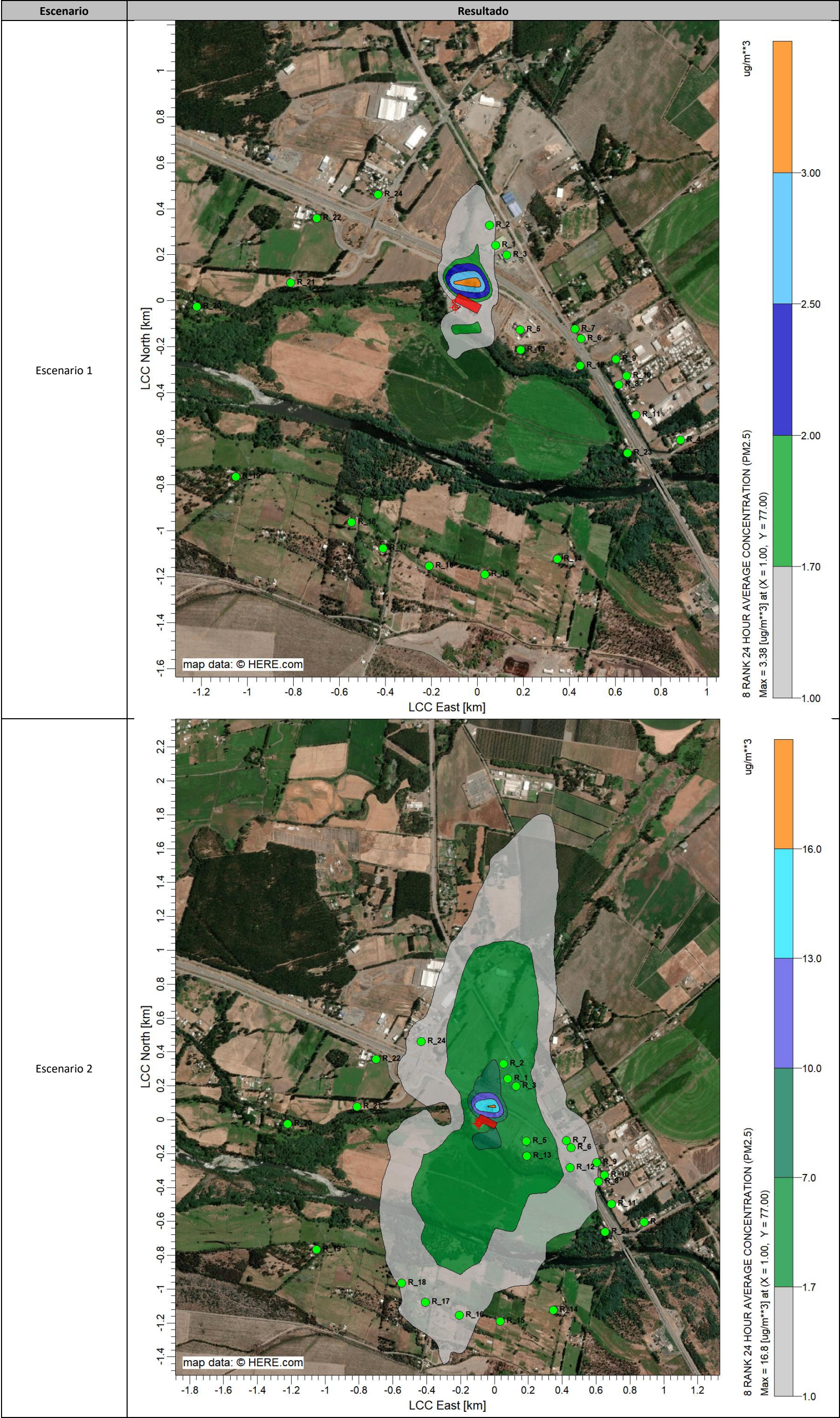


Figura 25: Curva isoconcentración – Operación Calderas – MP_{2,5} – Norma diaria



Fuente: Ai-R, 2025.

7.4 Análisis del episodio del 24 de junio del 2024

Con el fin de evaluar el impacto de las emisiones del proyecto en el episodio crítico ocurrido el 12 de junio de 2024, se realizó un análisis comparativo con los criterios de significancia establecidos por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) para la evaluación de emisiones en zonas saturadas. En este contexto, se consideró el aporte de concentración de material particulado (MP10 y MP2.5) en distintos receptores evaluados.

Los resultados obtenidos indican que el aporte del proyecto en dicho episodio fue poco significativo, ya que los valores máximos de concentración estimados no superan el 25% del criterio de significancia para los datos diarios. Este criterio, establecido por el SEA, permite evaluar si un proyecto contribuye de manera relevante a la contaminación atmosférica, comparando sus emisiones con valores de referencia que indican posibles impactos sobre la calidad del aire.

Como principales resultados, para los dos escenarios considerados es posible indicar que:

- Para MP₁₀, los valores modelados en todos los receptores analizados fueron prácticamente nulos, con aportes que no superaron el 9% del criterio de significancia diario. La mayoría de los puntos evaluados presentan un aporte de 0,0 µg/m³, lo que indica que la contribución del proyecto a la concentración de MP₁₀ en la zona de estudio es despreciable.
- Para MP_{2,5}, si bien se observan valores de aporte ligeramente mayores en algunos receptores habitacionales, el valor máximo alcanzado corresponde solo al 27% del criterio de significancia diario. En general, los aportes en la mayoría de los receptores se mantienen por debajo del 20%, lo que sigue indicando un impacto bajo en la calidad del aire.

Estos resultados pueden corroborarse en la siguiente tabla:

Tabla 24: Análisis de concentraciones en receptores sensibles, día 12/07/2024

Contami- nante	Criterio de significancia Diario [ug/m³]	ID	Nombre	clasificación	Aporte [ug/m³]		% respecto de Criterio de Significancia	
					E1	E2	E1	E2
MP10	1	R_1	Coastur SpA	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_2	Hidro Mann Spa	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_3	Hormigones Manque	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_4	Escuela Básica	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_5	Cotrisa SpA	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_6	Forestal Sofoagro	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_7	Ecogases SpA	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_8	Iglesia Duquéco	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_9	Vivienda Duqueco 1	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_10	Vivienda Duqueco 2	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_11	Vivienda Duqueco 3	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_12	Vivienda 1	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%

Contami- nante	Criterio de significancia Diario [ug/m³]	ID	Nombre	clasificación	Aporte [ug/m³]		% respecto de Criterio de Significancia	
					E1	E2	E1	E2
		R_13	Vivienda 2	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_14	Vivienda 3	Habitacional	0,1	0,3	1%	6%
		R_15	Vivienda 4	Habitacional	0,1	0,4	2%	9%
		R_16	Vivienda 5	Habitacional	0,1	0,2	1%	5%
		R_17	Vivienda 6	Habitacional	0,1	0,4	2%	8%
		R_18	Vivienda 7	Habitacional	0,1	0,5	2%	9%
		R_19	Vivienda 8	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_20	Vivienda 9	Habitacional	0,0	0,1	0%	1%
		R_21	Vivienda 10	Habitacional	0,0	0,0	0%	1%
		R_22	Vivienda 11	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_23	Viviendas 12	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_24	Viviendas 13	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
MP2,5	0,33	R_1	Coastur SpA	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_2	Hidro Mann Spa	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_3	Hormigones Manque	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_4	Escuela Básica	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_5	Cotrisa SpA	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_6	Forestal Sofoagro	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_7	Ecogases SpA	Industrial	0,0	0,0	0%	0%
		R_8	Iglesia Duquéco	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_9	Vivienda Duqueco 1	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_10	Vivienda Duqueco 2	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_11	Vivienda Duqueco 3	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_12	Vivienda 1	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_13	Vivienda 2	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_14	Vivienda 3	Habitacional	0,1	0,3	4%	18%
		R_15	Vivienda 4	Habitacional	0,1	0,5	5%	27%
		R_16	Vivienda 5	Habitacional	0,1	0,3	3%	15%
		R_17	Vivienda 6	Habitacional	0,1	0,4	5%	25%
		R_18	Vivienda 7	Habitacional	0,1	0,5	6%	27%
		R_19	Vivienda 8	Habitacional	0,0	0,0	0%	1%
		R_20	Vivienda 9	Habitacional	0,0	0,1	1%	4%
		R_21	Vivienda 10	Habitacional	0,0	0,0	0%	2%
		R_22	Vivienda 11	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_23	Viviendas 12	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%
		R_24	Viviendas 13	Habitacional	0,0	0,0	0%	0%

Fuente: Ai-R, 2025.

8 Conclusiones

Este estudio evaluó el impacto de las emisiones del proyecto Agrícola Planta Los Ángeles de Copeval, actualmente en operación, en la calidad del aire de la zona de estudio. La evaluación surge a partir del Hecho Infracional N°1, relacionado con la operación de una caldera a leña sin acreditación de emisiones durante un episodio de emergencia ambiental el 12 de julio de 2024, en el marco del Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) de Los Ángeles (D.S. N°4/2017 del MMA).

Para estos efectos, se desarrollaron dos escenarios de evaluación:

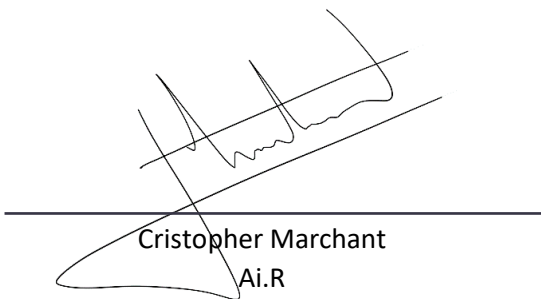
- Escenario 1: basado en el límite máximo de emisiones permitido durante episodios de emergencia ambiental (30 mg/m³N).
- Escenario 2: utilizando factores de emisión para calderas sin control y con combustible a leña, según la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana.

Se realizaron modelaciones de calidad del aire con el sistema CALPUFF-WRF, considerando la dispersión de MP10 y MP2.5, y se compararon los resultados con las normas primarias de calidad del aire, los criterios del SEIA y el PDA de Los Ángeles. Además, se llevó a cabo un análisis meteorológico para comprender las condiciones de dispersión en la zona, complementado con información satelital del Sentinel-5P.

Los resultados indican que las condiciones de calidad del aire en la zona del proyecto son menos desfavorables que las registradas en la estación con la que se decretan las alertas ambientales, lo que sugiere una posible sobreestimación de la exposición real en áreas periurbanas y rurales.

Si bien se identifican aportes de concentración en receptores sensibles, el proyecto ya se encuentra en operación, por lo que se evaluó específicamente su impacto en el episodio crítico del 12 de julio de 2024. Los resultados de la modelación indican que en esta fecha el proyecto no generó un impacto significativo en la calidad del aire, ya que los valores estimados se encuentran por debajo del criterio de significancia para zonas en condición basal de saturación y latencia.


Sin perjuicio de lo anterior, este consultor le recomienda al titular la implementación de medidas para optimizar la operación del proyecto, reducir sus emisiones y asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, minimizando su aportes en la calidad del aire de la zona de influencia.



Cristopher Marchant
Ai.R



A.I.R

	Instructivo	Versión	00
	PROTOCOLO DE GESTIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DE CALDERAS DURANTE EPISODIOS DE PREEMERGENCIA Y EMERGENCIA EN PDA	Fecha de Elaboración	19/03/2025
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Líder Medio Ambiente	Subgerente de obras y mantenimiento	Gerente cadena de suministro	
Firma:	Firma:	Firma:	

1. Introducción

El Plan de Descontaminación Atmosférica de la comuna de Los Ángeles, establecido mediante Decreto Supremo N°4/2017 del Ministerio del Medio Ambiente (el “PDA”) es un instrumento de gestión ambiental establecido con el propósito de regular y reducir los niveles de contaminación del aire en dicha comuna, que fue declarada el año 2015 como zona saturada por MP2,5 y MP10.

En el marco del PDA, la autoridad monitorea constantemente la calidad del aire, buscando determinar la concentración de material particulado respirable MP2,5 y MP10 en una ventana móvil de 24 horas, a fin de verificar su estado según los rangos de la siguiente tabla:

Tabla 29. Niveles de Calidad del Aire

CALIDAD DEL AIRE	MP10 µg/m³N	MP2,5 µg/m³
Bueno	0 - 149	0 - 50
Regular	150 - 194	51 - 79
Alerta	195 - 239	80 - 109
Pre Emergencia	240 - 329	110 - 169
Emergencia	≥ 330	≥ 170

Fuente: D.S. N°4/2017 – Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles

Tanto el nivel de Preemergencia como el de Emergencia constituyen episodios críticos (“Episodios Críticos”). En caso de declararse la ocurrencia de un Episodio Crítico, será necesario activar las medidas establecidas por el PDA, con el objetivo de proteger la salud de la población, la integridad de las instalaciones y la calidad del aire en la comuna de Los Ángeles.

2. Objetivos del Protocolo

El presente Protocolo tiene como objetivo establecer pautas y acciones para asegurar la adecuada operación, control y coordinación de funcionamiento de las calderas SPBIOBIO 212 y SPBIOBIO 213 ubicadas en la Planta Los Ángeles de Copeval (las

“Calderas”), según estas estén en funcionamiento durante Episodios Críticos decretados por la autoridad en el marco del PDA.

En particular, el Protocolo tiene por objetivo:

- a) Proteger la integridad de las instalaciones de Copeval, las personas y el medio ambiente.
- b) Garantizar la adecuada operación o la desconexión segura de las Calderas en los Episodios Críticos.
- c) Coordinar el monitoreo para la verificación de variables operacionales y el cumplimiento de la normativa aplicable y de este Protocolo.
- d) Fortalecer la coordinación interna entre equipos técnicos y de seguridad, y la comunicación directa con autoridades locales, en caso de corresponder.

3. Alcance y aplicabilidad

Este Protocolo será aplicable al **Jefe de Planta y** a todo el personal operativo, técnico, de mantenimiento y seguridad de la Planta Los Ángeles de Copeval que tenga relación directa con la operación de las Calderas, así como a todos los responsables, dentro de la empresa, de la gestión de Episodios Críticos en las instalaciones donde operan las Calderas.

El Protocolo entrará en vigencia a partir de esta fecha, y se implementará durante los Episodios Críticos, de acuerdo con lo indicado en el PDA, formando parte del plan integral de gestión de emergencias y contingencias de la compañía.

4. Organización y responsabilidades

Para el cumplimiento del Protocolo, se establecen los siguientes roles y funciones de organización y coordinación:

- a) Coordinador de Episodio Crítico: Este cargo será desempeñado por el Jefe de Planta, quien será el encargado de activar el Protocolo en casos de Episodio Crítico y fiscalizar su cumplimiento, además de supervisar la comunicación con las autoridades y coordinar equipos de respuesta. Adicionalmente, deberá informar al personal operativo, técnico, de mantenimiento y de seguridad de la Planta Los Ángeles de Copeval y a los responsables de la gestión de Episodios Críticos sobre la aplicabilidad del Protocolo y sus eventuales modificaciones y/o actualizaciones, de existir.

- b) Responsable Técnico de Calderas: Este cargo será desempeñado por el operador de caldera del turno respectivo, quien será el encargado de monitorear en tiempo real los parámetros críticos de funcionamiento de las calderas (presión, temperatura, entre otros), gestionar la conexión en línea de las variables operacionales, y ejecutar o supervisar los procedimientos de apagado de las Calderas en caso de que estas sobrepasen los parámetros definidos en el PDA para la operación de calderas durante el Episodio Crítico.
- c) Equipo de Mantenimiento y Seguridad: El Jefe de Planta será el encargado de coordinar y supervisar la realización de inspecciones y mantenimiento preventivo a las Calderas, las que se realizarán cada tres semanas, por el personal de la planta. En dichas mantenciones se revisará el estado de funcionamiento de las Calderas y se ejecutarán medidas correctivas, en caso de que estas lo requieran.

Adicionalmente, el Jefe de Planta coordinará la realización de mantenimientos técnicos anuales, en los que se revisará en profundidad el funcionamiento de las Calderas y todos sus sistemas asociados, y se ejecutarán las medidas correctivas que aparezcan como necesarias como resultado de dicha inspección.

5. Notificación

De acuerdo con lo establecido en el Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos en el marco del PDA¹ (el “Plan Operacional”), entre el 1 de abril y el 30 de septiembre (ambos inclusive), la autoridad medirá diariamente el promedio móvil de la concentración MP2,5 y MP10 de las últimas 24 horas, a fin de constatar la calidad del aire y la eventual ocurrencia de un Episodio Crítico.

En caso de existir las condiciones atmosféricas propias de una Preemergencia o Emergencia, la autoridad declarará la ocurrencia de un Episodio Crítico para el día siguiente, e informará dicha declaración a la ciudadanía vía difusión masiva por correo electrónico a la comunidad de Los Ángeles, la calidad de aire esperada para el día siguiente en la comuna de Los Ángeles y la condición de Episodio Crítico, si correspondiese (la “Notificación de Episodio Crítico”). Esta información también se encuentra disponible en las redes sociales de la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente y en la aplicación oficial del Ministerio del Medio Ambiente, “Aire Chile”.

¹ Disponible en https://ppda.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/04/PLAN-OPERACIONAL_GEC_LA_2024.pdf

A continuación se muestra el formato tipo del Notificación de Episodio Crítico:

<p>Consolidado del Pronóstico de Calidad del Aire para MP2,5 Gestión de Episodios Críticos</p>
Ciudad: Los Ángeles
Fecha: 03.05.2021
Condiciones Meteorológicas esperadas para el martes 04.05.2021 desde las 00:00 hasta las 23:59 horas
Temperatura Mínima: 04 °C
Temperatura Máxima: 16 °C
Precipitaciones: Sin precipitaciones
<p>Índice de Ventilación: Nivel 2</p> <p>Nivel 1: Muy malas condiciones de ventilación Nivel 2: Malas condiciones de ventilación Nivel 3: Regulares condiciones de ventilación Nivel 4: Buenas condiciones de ventilación Nivel 5: Muy buenas condiciones de ventilación</p> <p>Fuente: Dirección Meteorológica de Chile</p>
<p>Calidad del Aire para MP2,5 esperada para el martes 04.05.2021 desde las 00:00 hasta las 23:59 horas</p> <p>REGULAR</p>
<p>Calidad del Aire para MP10 esperada para el martes 04.05.2021 desde las 00:00 hasta las 23:59 horas</p> <p>BUENO</p>

Figura 7: Reporte Pronóstico de Calidad del Aire enviado a Delegación Presidencial

Las formas de notificaciones de Episodios Críticos y la activación del Protocolo deberá ser ajustadas según las modificaciones o actualizaciones del Plan Operacional.

El Coordinador de Episodio Crítico será el encargado de verificar las comunicaciones de la autoridad, y en caso de tomar conocimiento de la declaración de Episodio Crítico, activar el Protocolo.

6. Medidas preventivas y de mitigación a aplicar para la gestión de Episodios Críticos

6.1. Restricciones de operación establecidas en el PDA

- Episodios de Preemergencia: prohibición del funcionamiento de calderas con una potencia mayor a 75 kWt que presenten emisiones mayores a 30 mg/m³N de material particulado. Esta medida se aplicará por zona territorial, entre las 18:00 y 24:00 horas.

- b) Episodios de Emergencia: prohibición del funcionamiento de calderas con una potencia mayor a 75 kWt que presenten emisiones mayor o igual a 30 mg/m³N de material particulado. Esta medida se aplicará en toda la zona saturada durante las 24 horas.

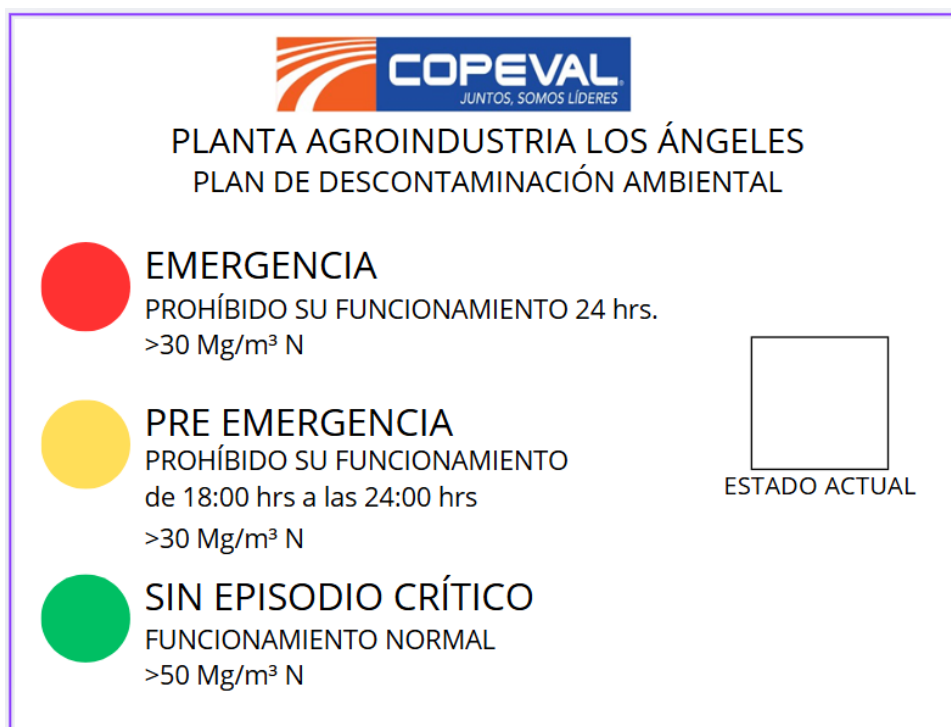
6.2. Medidas preventivas

Teniendo en consideración el límite establecido por el PDA, se adoptan las siguientes medidas preventivas:

- a) Monitoreo y evaluación de riesgos: se realizará un monitoreo continuo de las emisiones de material particulado de las Calderas, así como los parámetros críticos de funcionamiento continuo de las Calderas (presión, temperatura, entre otros) asociadas a las condiciones ambientales en el área del PDA.
- b) Instalación de señalética de semáforos: se instalará una señalética tipo semáforo en el sector de oficinas y en el sector en que se ubican las fuentes fijas de emisión de la Planta Los Ángeles de Copeval. Su propósito será informar sobre la calidad del aire y las actuales restricciones de funcionamiento producto de la declaración de un Episodio Crítico por parte de la autoridad. El sistema empleará tres niveles de alerta diferenciados por colores: **verde** para los días sin declaración de Episodio Crítico, **amarillo** para cuando se declare Preemergencia, y **rojo** en caso de Emergencia.

Como parte de la señalética, se indicará el estado actual de las condiciones atmosféricas y de la ocurrencia o no de un Episodio Crítico, mediante la colocación de un símbolo del color correspondiente en la casilla de “Estado Actual”. La actualización de la señalética será de responsabilidad del Coordinador de Episodio Crítico, quien deberá modificarla diariamente para reflejar con precisión el estado vigente y cualquier declaración emitida por la autoridad.

A continuación se encuentra una imagen referencial de las señaléticas que serán instaladas:



Este sistema visual tipo semáforo permitirá una identificación rápida y efectiva de las condiciones ambientales y las restricciones operativas, asegurando el cumplimiento de las medidas de descontaminación y protección ambiental.

- c) Mantenimiento de Calderas e instrumentos de medición: se ejecutará un mantenimiento preventivo a las Calderas y se calibrarán los instrumentos de medición de emisiones de material particulado.
- d) Capacitación y simulacros: se realizarán capacitaciones al personal de operación de las Calderas, acerca de las medidas establecidas en este Protocolo, y se realizarán simulacros de Episodios Críticos, asegurando que el personal conozca adecuadamente la forma de proceder y los roles de los respectivos responsables.

6.3. Medidas de gestión de Episodios Críticos

Además de las medidas preventivas, se adoptan las siguientes medidas de gestión de Episodios Críticos, para dar cumplimiento a las medidas establecidas en el PDA:

- a) Activación del Protocolo: recibida la Notificación de Episodio Crítico por parte de la autoridad, o bien, verificada la declaración de Episodio Crítico por parte del Coordinador de Episodios Críticos, se activará el Protocolo, el cual aplicará para la operación de las Calderas el día siguiente de recibida la Notificación de

Episodio Crítico.

Adicionalmente, el Coordinador de Episodios Críticos coordinará los equipos de respuesta y fiscalizará la ejecución de las acciones inmediatas en el área de Calderas, según se indica a continuación.

- b) Acciones inmediatas en el área de Calderas: una vez activado el Protocolo, el Responsable Técnico de Calderas procederá a tomar las siguientes medidas:
 - (i) Control y detención de funcionamiento de las Calderas: En caso de que sea necesario (en atención al nivel de emisiones de material particulado de las Calderas) y dependiendo de la categoría de Episodio Crítico que se verifique, el Responsable Técnico de Calderas deberá iniciar la secuencia de apagado de la combustión de las Caldera, con el objeto de dar oportuno cumplimiento a las restricciones de operación establecidas en el PDA.
 - (ii) Registro de acciones y tiempos de respuesta: se dispondrá de un registro específico, que llevará el Responsable Técnico de Calderas, de todas las medidas adoptadas durante un Episodio Crítico (detención de funcionamiento de las Calderas con la fecha, hora de inicio y hora de término de cada detención en Episodios Críticos, y los ajustes operacionales de los procesos productivos que se encuentran en ejecución en ese momento en la Planta Los Ángeles, etc.).
- c) Comunicación y coordinación: una vez recibida la Notificación de Episodio Crítico por parte de la autoridad, esta será difundida a la brevedad al personal de la Planta Los Ángeles de Copeval relacionado a la operación de las Calderas. Adicionalmente, se harán actualizaciones a través de los canales usuales de comunicación interna de Copeval (correo electrónico, radio interno, y mensajería de WhatsApp, entre otros).

El Coordinador de Episodio Crítico establecerá una comunicación directa con las autoridades ambientales y los servicios de emergencia, cuando corresponda.

7. Revisión y actualización del Protocolo

Una vez al año se revisará el Protocolo con el objeto de actualizarlo en caso de necesidad de incorporar nuevas normativas, tecnologías y herramientas para la gestión de Episodios Críticos.

La actualización del Protocolo y las modificaciones realizadas deberán ser difundidas a todo el personal operativo, técnico, de mantenimiento y seguridad de

la Planta Los Ángeles de Copeval, así como a todos los responsables, dentro de la empresa, de la gestión de Episodios Críticos en las instalaciones donde operan las Calderas. Adicionalmente, se deberán realizar capacitaciones a dicho personal sobre los cambios implementados.