

Ant: Res. Ex. 1105/2019 y Res. Ex. 1608/2019, ambas del Ministerio del Medio Ambiente.

Ref: Aporta antecedentes en marco del proceso de elaboración del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la provincia de Quillota y las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay de la Provincia de San Felipe de Aconcagua.

Adj.: Documentos que indica.

Santiago, 31 de enero de 2020

Señora
María Victoria Gazmuri
Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente
Región de Valparaíso
Presente

Mauricio Alamo Elías y Eugenio Ramírez Cifuentes, en representación de Holding Minero CEMIN, y sus empresas filiales y relacionadas, domiciliados para estos efectos en Miraflores 178 piso 7, comuna de Santiago de la Región Metropolitana, a la Sra. Secretaria Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región de Valparaíso, respetuosamente decimos:

Mediante Resolución Exenta N°1105, publicada en Diario Oficial el 26 de septiembre de 2019, el Ministerio del Medio Ambiente dio inicio al proceso de elaboración del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Provincia de Quillota y las Comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay de la Provincia de San Felipe de Aconcagua. La misma resolución estableció un plazo para la recepción de antecedentes técnicos, científicos, sociales y económicos sobre la zona saturada y latente, el que fue ampliado mediante la Resolución Exenta N° 1608/2019 del Ministerio del Medio Ambiente, hasta el 31 de enero de 2020.

Encontrándonos dentro de plazo, y de acuerdo a lo previsto en el Resuelvo 5° de la Resolución Exenta N°1105, adjunto a la presente encontrará aquellos antecedentes técnicos, científicos y económicos que CEMIN aporta en relación con las zonas latentes y saturadas que serán objeto del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica en comento.

En particular, se presenta un estudio de emisiones, elaborado por Gestión Ambiental Consultores S.A., que cumple con los siguientes objetivos:



- Estimación cuantitativa de las emisiones atmosféricas de las actividades de CEMIN en la zona y terceros, para un escenario base (PPDA) y un escenario futuro.
- Modelación de dispersión de las emisiones estimadas para determinar el aporte de cada uno de estos grupos de fuentes emisoras a la calidad del aire de la zona, para determinar el nivel de participación de las operaciones de CEMIN en la calidad de aire de la zona.
- Evaluación de cumplimiento normativo de la calidad del aire proyectada, considerando los aportes de las fuentes consideradas, estimado a partir del delta entre el escenario futuro y el escenario base.

A continuación, se presentan de forma sumaria las principales conclusiones que se derivan de los antecedentes técnicos que se acompañan en esta presentación.

1. Antecedentes generales

Mediante Decreto Supremo N°107/2019, publicada en Diario Oficial el 11 de junio de 2019, el Ministerio del Medio Ambiente declaró zona saturada por material particulado MP10 como concentración anual, y latente por MP10 como concentración diaria, a la Provincia de Quillota y a las comunas de Catemu, Panquehue y Llaillay.

Dicha declaración se basó en el Informe Técnico¹ elaborado por la SMA que evaluó los datos proporcionados por los titulares de estaciones de monitoreo para el período de análisis entre el 1° de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2017. Las Estaciones de Monitoreo con Representatividad Poblacional (EMRP) consideradas corresponden a Catemu, Lo Campo, La Calera, La Cruz, Rural, Bomberos, La Palma, San Pedro, La Cruz 2, Manzanar y Los Vientos.

En concreto, a partir del referido Informe Técnico, se constataron las siguientes situaciones por esta Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente²:

- a) Superación de la norma de MP10 como concentración anual para el trienio (2015- 2016- 2017) en las estaciones de Catemu, La Cajera y La Cruz 2, todas pertenecientes a las comunas del mismo nombre respectivamente, dando cuenta de una condición de saturación.
- b) Norma sobre el 80% para el contaminante MP10 como concentración anual para el trienio (2015-2016-2017) en las estaciones Los Vientos comuna de Llay Llay, Lo Campo comuna de Catemu y Bomberos comuna de Quillota, dando cuenta de una condición de saturación.
- c) Condición de latencia para el contaminante MP10 como concentración diaria registrada en la Comuna de Catemu en la estación del mismo nombre.

¹ Informe Técnico "Cumplimiento de norma de calidad del aire por MP10 – Redes de calidad del aire interior de Valparaíso", División de Fiscalización SMA, DFZ-2018-1152-V-NC-EI.

² Ord. 251, de 28 de junio de 2018, SEREMI del Medio Ambiente.

2. Contexto de las actividades de CEMIN

El Holding Minero CEMIN es titular, a través de sus empresas relacionadas, de la planta procesadora de mineral Catemu y la Mina UVA. A continuación, se revisan las características de cada una de estas faenas.

▪ Mina UVA

Respecto de la Mina Uva, su operación contempla una tasa de extracción de 50.000 ton/mes de mineral, y se rige principalmente por lo establecido en las RCA N°867/2006 “Proyecto Minero UVA”, N°351/2016 “Continuidad Operacional Mina UVA”, N°36/2018 “Aumento Extracción Mina UVA a 55 KTPM” y N°43/2018 “Continuidad operacional Mina UVA Fase IV-V”.

Es de señalar que, para lograr extraer y recuperar de forma eficiente el mineral, la operación se ha separado en diferentes etapas o fases de explotación de la mina. Así, la Fase I, que ya se encuentra realizada y terminada, correspondió a la remoción del material superficial o despeje, utilizando un método de explotación a cielo abierto, lo que permitió llegar en profundidad a la roca con contenido mineral (“pre-stripping”).

La continuidad operacional comprende el desarrollo de las Fases II, III y IV, que tienen como objeto la extracción del mineral que se encuentra bajo la superficie actual del yacimiento minero Uva, es decir, pasando a un método de explotación de **mina subterránea**.

Actualmente, se encuentra en desarrollo la Fase II, habiéndose modificado el método de explotación, de una extracción a rajo abierto a una explotación subterránea mediante equipos telecomandados. Lo anterior, implicó el cese de ciertas actividades en superficie que se encontraban asociadas a la extracción a rajo abierto (tronaduras, operación de maquinarias y transferencia de material).

▪ Planta Catemu

La Planta Catemu corresponde a una instalación de producción de cátodos de cobre de alta pureza mediante el procesamiento de minerales de cobre soluble por lixiviación en pilas, extracción por solvente y electro-obtención de cátodos, a una tasa de procesamiento de 150.000 ton/mes y una producción de 1.500 ton/mes de cátodos de cobre de 99,9% de pureza.

Se regula principalmente por las RCA N°89/2007 “Proyecto Planta Catemu”, N°1564/2009 “Ampliación I Planta Catemu”, N°95/2011 “Ampliación II Planta Catemu” y N°11/2018 “Continuidad Operacional Planta Catemu”.

Dicha Planta fue construida por ENAMI en el año 1973, para el tratamiento de minerales insolubles de cobre mediante poder de compra. En el año 1982, fue adquirida por la Compañía Minera Catemu Ltda., operando intermitentemente hasta el año 1999, cuando se paralizaron temporalmente las operaciones a causa de la falta de abastecimiento de mineral propio. Se reiniciaron, durante el año 2007, las actividades de beneficio de la Planta Catemu utilizando parte de las referidas instalaciones e incorporando un nuevo proceso hidrometalúrgico consistente en lixiviación en pilas dinámicas, extracción por solventes y electro-obtención para producir cátodos

de cobre de alta pureza. El proyecto considera también la apertura de un poder de compra de minerales solubles de cobre.

Luego, mediante el proyecto “Ampliación II de la Planta Catemu” se amplió la capacidad instalada del área chancado, la capacidad instalada de la nave de electrobtención y la construcción del botadero de rípios de lixiviación N°2. Lo anterior, involucró un aumento de la capacidad instalada a 150.000 ton/mes.

Finalmente, el proyecto “Continuidad Operacional Planta Catemu” consiste en mantener la continuidad operacional de la Planta Catemu por un período de 5 años (es decir, aproximadamente hasta 2023), manteniendo la tasa de procesamiento en planta en 150.000 ton/día.

▪ Inventario de emisiones

Mediante el estudio que se acompaña a esta presentación, se realizó un inventario de las emisiones generadas por las actividades asociadas al Holding Minero CEMIN ende la comuna de Catemu.

En particular, se pudo determinar que, para el año 2015 (año de mayor actividad para sus operaciones dentro del trienio considerado para el presente Plan), los niveles de emisión correspondieron a los siguientes:

Tabla 1: Resumen de emisiones Planta Catemu – Escenario PPDA

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Chancado	25,74	9,43	9,43					
Harnero	9,41	3,24	3,24					
Trasposos	4,40	1,61	1,61					
Transferencia de material	0,63	0,30	0,05					
Tránsito en camino no pavimentado	75,75	20,92	2,09					
Tránsito en camino pavimentado	3,29	0,63	0,15					
Combustión vehicular	0,09	0,09	0,09	0,21	3,58	0,97	0,00	0,40
Uso de maquinaria	1,03	1,03	0,98	1,70	18,28	8,22	0,00	0,06
Generadores	0,59	0,59	0,55	0,93	21,44	4,91	0,00	0,09
Total	120,92	37,82	18,19	2,85	43,30	14,11	0,00	0,55

Tabla 2: Resumen de emisiones Mina UVA – Escenario PPDA

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Tronadura	0,49	0,25	0,01					
Transferencia de material	0,72	0,34	0,05					
Tránsito en camino no pavimentado	1.473,40	406,49	40,65					
Tránsito en camino pavimentado	1,57	0,30	0,07					
Combustión vehicular	0,29	0,29	0,29	0,71	11,08	3,16	0,00	1,24
Uso de maquinaria	2,66	2,66	2,56	4,45	46,16	19,95	0,00	0,16
Generadores	0,15	0,15	0,14	0,21	2,67	1,47	0,00	0,01
Total	1.479,28	410,48	43,78	5,37	59,92	24,58	0,00	1,41

El examen de dicho inventario permite afirmar que las actividades que aportan mayores emisiones en las faenas descritas corresponden a la resuspensión de material particulado debido al tránsito de vehículos en caminos no pavimentados, asociado en su mayor parte a la Mina UVA, así como a las actividades de procesamiento de mineral de chancado y harnero que se desarrollan en la Planta Catemu.

3. Medidas de reducción de emisiones

Es relevante considerar que, entre los años 2015 y 2017, las actividades de CEMIN se regían principalmente por lo establecido en las RCA N°867/2006 “Proyecto Minero UVA” y N°351/2016 “Continuidad Operacional Mina UVA”, respecto de la Mina UVA, y las RCA N°89/2007 “Proyecto Planta Catemu”, N°1564/2009 “Ampliación I Planta Catemu” y N°95/2011 “Ampliación II Planta Catemu”, en relación a la Planta Catemu.

Luego, el año 2018 fueron aprobadas por el Servicio de Evaluación Ambiental las RCA N°36/2018 “Aumento Extracción Mina UVA a 55 KTPM” y N°43/2018 “Continuidad operacional Mina UVA Fase IV-V”, así como la RCA N°11/2018 “Continuidad Operacional Planta Catemu”. Dichas nuevas evaluaciones ambientales incluyen una serie de cambios operacionales y medidas de control que tienen, como principal consecuencia, una reducción efectiva y significativa en las emisiones.

▪ Mina UVA

En particular, respecto de la Mina UVA se puede destacar que, actualmente, se encuentra totalmente implementada la Fase II, en lo relativo a la operación de mina subterránea. Lo anterior,

significó el cese de una serie de actividades que se realizaban anteriormente en superficie (tronaduras, transferencia de material, operación de maquinaria), y la eliminación de las emisiones asociadas a ellas.

Por tanto, actualmente las únicas emisiones relevantes pasan a ser las propias del tránsito de camiones, respecto del camino de enlace Mina-Planta, el camino Catemu-Portón, y el camino Portón-Mina.

A raíz de ello, mediante las RCA N°867/2006 “Proyecto Minero UVA”, y N°351/2016 “Continuidad Operacional Mina UVA”, RCA N°36/2018, “Aumento Extracción Mina UVA a 55 KTPM” y N°43/2018 “Continuidad operacional Mina UVA Fase IV-V”, se contempló la implementación de un conjunto de medidas destinadas al control de las emisiones atmosféricas correspondientes al polvo resuspendido por el tránsito de vehículos, asegurando una eficiencia de abatimiento por sobre el 90%.

En resumen, las medidas implementadas son las siguientes:

- Aplicación de supresor de polvo (Road Salt)
- Restricción de velocidad de circulación de camiones a 30 km/h
- Mantenimiento semanal del camino de enlace
- Aumento de frecuencia de humectación del camino de enlace
- Encarpe de camiones.
- Inspección visual del estado del camino de enlace
- Re-inducción y capacitación al personal respecto del cuidado del camino de enlace y velocidad máxima de tránsito
- Verificación de eficiencia de abatimiento en camino de enlace de un 90% a través de campaña de mediciones (equipo DustMate).
- Monitoreo de emisiones y meteorología en estaciones Nuevo Amanecer y los Corrales.

Conforme al informe “Estudio de Material Particulado en Caminos de Mina Uva”, elaborado por Dictuc Ingeniería Vial, acompañado a la evaluación ambiental de la RCA N°36/2018, y que se adjunta a esta presentación, se pudo concluir que *“Bajo las condiciones de clima, tránsito y frecuencia de humectación en que se realizó el estudio, el camino con Tratamiento Supresor de Polvo con RoadSalt en las dosis estudiadas mantiene una eficiencia superior al 90% en los tres caminos durante el período evaluado”*. Lo anterior, considerando una frecuencia de riego de 4 riegos/día, y una dosis de aplicación de supresor de polvo de 3 kg/m².

Esta situación se confirma en el estudio elaborado por Gestión Ambiental Consultores, estimándose que actualmente se generan las siguientes emisiones en el escenario posterior a la implementación de medidas de reducción de emisiones para la Mina UVA:

Tabla 3: Resumen de emisiones Mina UVA – Escenario actual

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Tronadura	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
Transferencia de material	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Tránsito en camino no pavimentado	90,66	21,86	2,50	-	-	-	-	-
Tránsito en camino pavimentado	2,33	0,45	0,11	-	-	-	-	-
Combustión vehicular	0,10	0,10	0,10	0,24	3,73	1,05	0,00	0,42
Uso de maquinaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generadores	0,15	0,15	0,14	0,21	2,67	1,47	0,00	0,01
Total	93,23	22,56	2,84	0,45	6,41	2,52	0,00	0,43

▪ Planta Catemu

También en la Planta Catemu se implementaron sistemas adicionales de control de emisiones, consideradas en la RCA N° 11/2018. Estas medidas de control fueron diseñadas para aquellas actividades emisoras de contaminantes atmosféricas que presentaban un mayor aporte de emisiones del proyecto, correspondientes al tránsito de vehículos por caminos no pavimentados al interior de la Planta y las actividades de procesamiento de mineral de chancado y harnero.

Para abordar las emisiones asociadas al tránsito de vehículos por caminos no pavimentados, se consideraron la aplicación de supresor de polvo tipo cloruro de sodio en los caminos internos de la Planta, a lo largo de aproximadamente 6 kilómetros, garantizando una eficiencia anual del 85% de reducción de emisiones. Asimismo, se comprometió realizar anualmente el estabilizado de los caminos internos, y establecer un programa de mantención con aplicación mensual de *Road Salt* en los caminos y riego 4 veces al día.

Luego, para el control de las emisiones asociadas a las actividades de procesamiento de mineral de chancado y harnero, se implementó un sistema de control de polvo en chancadores y harneros de la Planta, permitiendo un abatimiento del 85% de emisiones de polvo, mediante el encapsulamiento de todos los chancadores y harneros de la Planta, considerando correas transportadoras cubiertas, extractores de polvo en cada traspaso y la implementación de absorbedores húmedos o supresión húmeda para emisiones fugitivas. Se incluye, asimismo, un plan de mantención con la inspección del estado de las estructuras y del funcionamiento del sistema de extracción de polvo en cada traspaso, con frecuencia semanal.

En efecto, del estudio de emisiones elaborado por Gestión Ambiental Consultores se estiman actualmente los siguientes niveles de emisión para las faenas de Planta Catemu:

Tabla 4: Resumen de emisiones Planta Catemu – Escenario actual

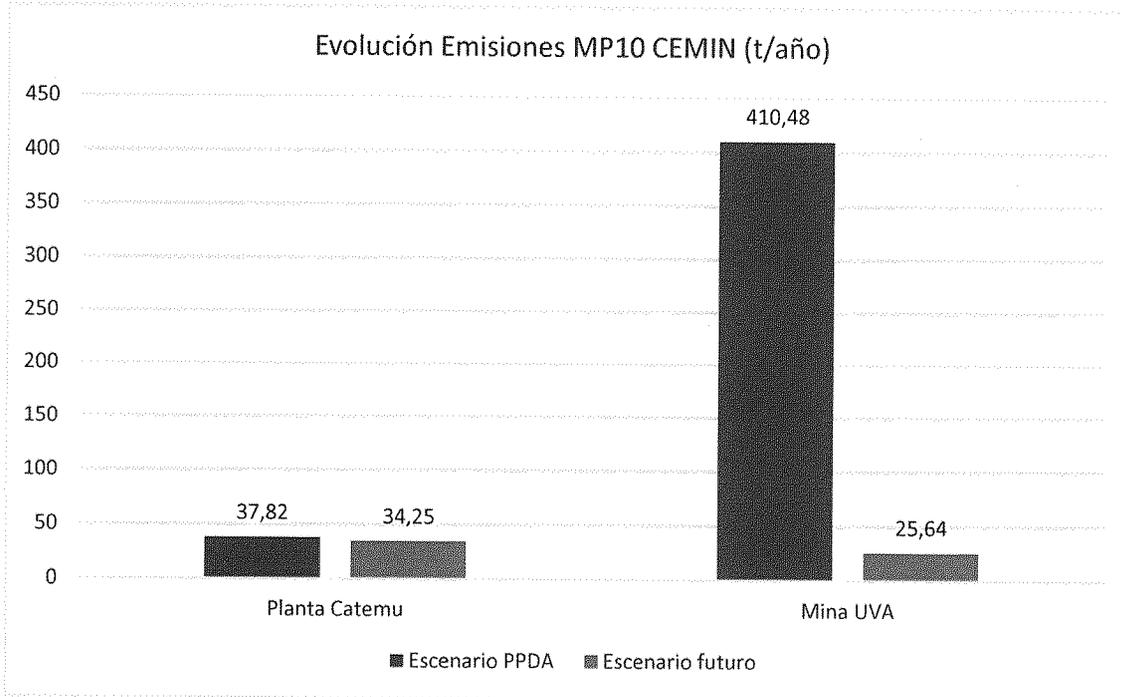
Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Chancado	10,33	3,78	3,78	-	-	-	-	-
Harnero	3,77	1,30	1,30	-	-	-	-	-

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Trasposos	2,07	0,76	0,76	-	-	-	-	-
Transferencia de material	0,80	0,38	0,06	-	-	-	-	-
Tránsito en camino no pavimentado	92,73	25,53	2,55	-	-	-	-	-
Tránsito en camino pavimentado	3,31	0,63	0,15	-	-	-	-	-
Combustión vehicular	0,10	0,10	0,10	0,25	4,08	1,11	0,00	0,46
Uso de maquinaria	0,82	0,82	0,79	1,85	16,32	6,63	-	0,06
Generadores	0,97	0,97	0,91	1,54	36,02	7,89	-	0,14
Total	114,90	34,27	10,41	3,63	56,42	15,64	0,00	0,66

Luego, de la modelación de emisiones y su impacto en las respectivas estaciones de monitoreo con representatividad poblacional, que presentaron condiciones de latencia y saturación (Estación Catemu y Estación Lo Campo), motivando la declaración de zona latente y saturada por esta Secretaría, es posible afirmar que, actualmente, los aportes de las actividades de CEMIN constituyen entre un 2-3% de participación en las emisiones en estas estaciones.

A continuación, se muestra gráficamente la variación en las emisiones de MP10 para los escenarios PPDA (año de mayor operación en trienio 2015-2017) y actual en las faenas correspondientes a CEMIN: Planta Catemu y Mina UVA. En la figura se aprecia la disminución de las emisiones atmosféricas generadas por CEMIN, demostrando el esfuerzo realizado por la compañía por disminuir sus emisiones.

Figura -1: Participación por grupo de fuentes en las emisiones – Escenario PPDA v/s Actual



4. Conclusiones

Respecto al análisis de la información provista en los anteriores acápite, es posible afirmar que:

- Las actividades de CEMIN que, en el periodo considerado para la declaración de zona latente y saturada, aportaban mayores emisiones en las faenas descritas corresponden a la resuspensión de material particulado debido al tránsito de vehículos en caminos no pavimentados, principalmente asociado a la Mina UVA, y al procesamiento de mineral de chancado y harnero en la Planta Catemu.
- La Mina UVA se encuentra actualmente en Fase II, aplicando un método de explotación subterránea que elimina las emisiones correspondientes a maquinaria, tronaduras y transferencia de material en superficie.
- Las nuevas evaluaciones ambientales aplicables a Mina Uva y la Planta Catemu, sumado a los esfuerzos realizados por la empresa en relación a la disminución de sus emisiones atmosféricas, que incluyen una serie de cambios operacionales y medidas de control que tienen, como principal consecuencia, una reducción significativa en las emisiones.
- Dichas reducciones tienen por resultado que, actualmente, el aporte de las emisiones de Mina UVA y Planta Catemu es poco significativo en las estaciones respecto de las cuales se detectó una condición de latencia y saturación por esta Secretaría.

POR TANTO, solicito a esta Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente, de la Región de Valparaíso, tener presente los antecedentes técnicos que se acompañan para efectos de la elaboración de un Anteproyecto del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Provincia de Quillota y las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay de la Provincia de San Felipe de Aconcagua.

Se acompañan a esta presentación los siguientes documentos:

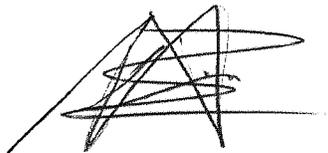
1. Informe "Estudio Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica Catemu", elaborado por Gestión Ambiental Consultores S.A.
2. Informe "Estudio de Material Particulado en Caminos de Mina Uva", elaborado por Dictuc Ingeniería Vial.

Nuestra personería para representar a Holding Minero CEMIN consta de mandato otorgado en conformidad al artículo 22 de la Ley 19.880, que se adjunta a esta presentación.

Sin otro particular, saludan muy atentamente a usted,



EUGENIO RAMIREZ CIFUENTES
pp GESTORA MONTECARLO S.A.
pp CEMIN



MAURICIO ALAMO ELÍAS
pp GESTORA MONTECARLO S.A.
pp CEMIN



Notaria
NANCY DE LA FUENTE



2171

1 REPERTORIO N° 5424-2019.-

OT: 23.209 1219

2

3

ACTA

4

SESIÓN DIRECTORIO

5

6

7

8

GESTORA MONTECARLO SOCIEDAD ANÓNIMA

9

10

11

12 EN SANTIAGO DE CHILE, a once de diciembre de dos mil diecinueve, ante mí,

13 **NANCY DE LA FUENTE HERNANDEZ**, abogada, Titular de la Trigésimo Séptima

14 Notaria Pública de Santiago, con oficio en Huérfanos número mil ciento diecisiete,

15 oficina mil catorce, comparece don **EUGENIO RAFAEL RAMIREZ CIFUENTES**,

16 chileno, divorciado, abogado, cédula de identidad número diez millones

17 novecientos sesenta y siete mil doscientos veintisiete guión cero, domiciliado en

18 Huérfanos número mil ciento setenta y ocho, oficina trescientos ocho, comuna y

19 ciudad de Santiago, mayor de edad, quien me acredita su identidad con la cédula

20 ya citada y expone: Que debidamente facultado viene en reducir a escritura

21 pública la "SESIÓN DE DIRECTORIO GESTORA MONTECARLO SOCIEDAD

22 ANÓNIMA, cuyo tenor es el siguiente: "**SESIÓN DE DIRECTORIO GESTORA**

23 **MONTECARLO SOCIEDAD ANÓNIMA**. En Santiago de Chile, a seis de

24 diciembre del año dos mil diecinueve, siendo las nueve horas, en las oficinas de la

25 sociedad ubicadas en calle Monseñor Sótero Sanz número ciento sesenta y uno,

26 oficina mil trescientos uno, Comuna de Providencia, Región Metropolitana, fue

27 celebrada la Sesión Extraordinaria de Directorio de la sociedad **GESTORA**

28 **MONTECARLO SOCIEDAD ANÓNIMA**, con la asistencia de los directores don

29 **JUAN ENRIQUE RASSMUSS RAIER**, quien actuó como Presidente, don

30 **EUGENIO RAMÍREZ CIFUENTES**, quien actuó como Secretario, doña **JOANNE**

1 **PATRICIA AVERY**, don **STEFAN JOCHUM**, don **MARIO ELORRIETA SALEH** y
2 don **CRISTIÁN HARTMANN HEUSSER**. Certificado el quórum, se dio por
3 constituida la reunión y abierta la sesión, la que se desarrolló conforme a la
4 siguiente tabla y se adoptaron los acuerdos que se consignan a continuación: I.-
5 **DELEGACIÓN DE ATRIBUCIONES**. El señor Presidente expresa que el
6 Directorio, actuando como cuerpo colegiado, para los efectos del cumplimiento del
7 objeto social, y dentro de los límites legales, reglamentarios y estatutarios, está
8 investido de las más amplias facultades de administración. Por su parte, los
9 estatutos sociales facultan al Directorio para delegar parte de sus facultades en los
10 Gerentes, Subgerentes o Abogados de la sociedad y, para objetos especialmente
11 determinados, en otras personas, como se ya se ha hecho. Hecha la explicación
12 anterior, el Presidente expone sobre la necesidad de modificar la delegación de
13 facultades efectuada en la sesión Extraordinaria del Directorio del día tres de mayo
14 de dos mil diecinueve debido, principalmente, a que don Eugenio Ferrari ha
15 asumido diferentes labores, al cese en sus funciones de don Rodrigo Lara Angeli y
16 a la incorporación de doña Claudia Alcaino Bustamante en reemplazo de este
17 último. Luego de un cambio de ideas, el Directorio, con el voto unánime de los
18 presentes, adopta los siguientes acuerdos: **ACUERDO UNO**: Sin perjuicio de las
19 facultades de administración, disposición y representación judicial y extrajudicial de
20 la sociedad que los estatutos entregan al Directorio para ejercerlas
21 privativamente, el Directorio acuerda en este acto por unanimidad de votos
22 de los directores presentes, conferir Mandato de Administración y
23 Disposición de Bienes al señor **JUAN ENRIQUE RASSMUS RAIER**, para
24 que actuando en nombre y representación de la sociedad y anteponiendo su
25 firma a la razón social, represente a la sociedad **GESTORA MONTECARLO**
26 **SOCIEDAD ANÓNIMA** con las facultades para celebrar los actos, contratos o
27 negocios que, en forma solamente enunciativa, se pasan a consignar: **uno**)
28 Representar a la sociedad, en todos los juicios y gestiones judiciales en que tenga
29 interés o pueda tenerlo, ante cualquier tribunal ordinario, especial, de
30 cualquier naturaleza o arbitral, así intervenga como demandante, demandada o



Notaria
NANCY DE LA FUENTE



1 tercero de cualquier especie, pudiendo ejercer toda clase de acciones ordinarias,
2 ejecutivas, especiales, etcétera, relativas a su persona, bienes o a cualquier acto o
3 contrato, etcétera, y solicitar todas las autorizaciones o formular todas las
4 declaraciones que estime convenientes o necesarias; **dos)** Representar a la
5 sociedad, con las facultades ordinarias o extraordinarias del mandato judicial, y
6 estará facultado para desistirse en primera instancia de la acción entablada,
7 aceptar la demanda contraria, renunciar a los recursos y a los términos legales,
8 transigir, comprometer, otorgar a los árbitros facultades de arbitadores, prorrogar
9 jurisdicción, intervenir en las gestiones de conciliación y avenimientos y percibir;
10 **tres)** Representar judicial y extrajudicialmente a la sociedad, pudiendo
11 especialmente concurrir ante toda clase de autoridades políticas, administrativas,
12 municipales, marítimas, portuarias y aduaneras, organismos o instituciones de
13 derecho público, fiscales o semifiscales, autoridades de orden tributario,
14 previsional o laboral, de administración autónoma, organismos, servicios, etcétera,
15 o personas de derecho privado, sean ellas naturales o jurídicas, con toda clase de
16 presentaciones, solicitudes, peticiones, memoriales, incluso obligatorios,
17 modificarlos o desistirse de ellas y demás documentos que sean menester y
18 desistirse de sus peticiones; **cuatro)** Celebrar, aprobar o rechazar convenios
19 judiciales o extrajudiciales, con los acreedores o deudores de la sociedad; **cinco)**
20 Obtener y conceder quitas o esperas; pactar garantías, intereses, descuentos,
21 deducciones y condonaciones; **seis)** Señalar domicilio; **siete)** Obtener
22 concesiones mineras y concesiones administrativas, de cualquier naturaleza u
23 objeto; **ocho)** Obtener mercedes de agua y presentar solicitudes de constitución
24 de derechos de aprovechamiento de aguas; **nueve)** Ejercer acciones
25 reivindicatorias o posesorias; **diez)** Alegar e interrumpir prescripciones; **once)**
26 Constituirse en agente oficioso; **doce)** Adquirir por ocupación, accesión, tradición,
27 prescripción, etcétera; **trece)** Solicitar pertenencias mineras; **catorce)** Solicitar
28 aposición de sellos; **quince)** Someter a compromiso, nombrar, solicitar o concurrir
29 al nombramiento de jueces compromisarios y fijarles o concurrir a la fijación de sus
30 facultades, incluso de amigables componedores, remuneraciones, plazos,

1 etcétera; **dieciséis**) Nombrar, solicitar o concurrir al nombramiento de síndicos,
2 liquidadores, depositarios, peritos, tasadores, interventores, etcétera, fijarles sus
3 facultades, deberes, remuneraciones, plazos, etcétera, removerlos o solicitar su
4 remoción; **diecisiete**) Reclamar impuncias, recusar, solicitar cumplimiento de
5 resoluciones judiciales, incluso de tribunales extranjeros, impetrar medidas
6 prejudiciales y precautorias, recurrir al arraigo y retención de naves, entablar
7 gestiones preparatorias de la vía ejecutiva, solicitar embargos y señalar bienes al
8 efecto, interponer recursos judiciales, solicitar declaratorias de quiebra o adherirse
9 a su petición, asistir a juntas de acreedores, y proponer modificaciones a los
10 mismos; **dieciocho**) Retirar de las oficinas de correos, telégrafos, aduanas
11 empresas de transporte terrestre, marítimo o aéreo, toda clase de
12 correspondencia, incluso certificada, giros, reembolsos, cargas, encomiendas,
13 mercaderías, piezas, postales, etcétera, signadas o dirigidas a la sociedad. Podrá
14 incluso firmar correspondencia de la sociedad; **diecinueve**) Inscribir propiedad
15 intelectual, industrial, nombres comerciales, modelos industriales, marcas, patentar
16 inventos, todo esto, ante organismos estatales o registros en redes
17 computacionales de nombres de dominio, direcciones u otro tipo de inscripciones;
18 **veinte**) Establecer agencias y establecimientos, en cualquier punto del país;
19 **veintiuno**) Pagar en efectivo, por dación en pago, por consignación, subrogación,
20 cesión de bienes, etcétera, todo lo que la sociedad adeudare por cualquier título y,
21 en general, extinguir obligaciones, ya sea, por novación, remisión, compensación,
22 etcétera; **veintidós**) Celebrar contratos de promesa, otorgar los contratos
23 prometidos y exigir judicial o extrajudicialmente su cumplimiento, relativos a bienes
24 muebles e inmuebles, corporales o incorporeales; **veintitrés**) Comprar, vender,
25 permutar y, en general, adquirir y enajenar a cualquier título, bienes muebles o
26 inmuebles, corporales o incorporeales, incluso valores mobiliarios, acciones, bonos,
27 debentures y derechos de cualquier naturaleza; **veinticuatro**) Gravar los bienes
28 sociales con derechos de uso, usufructo, habitación, etcétera, o constituir
29 servidumbres activas o pasivas; **veinticinco**) Dar y tomar en arrendamiento,
30 administración o concesión, toda clase de bienes corporales e incorporeales, raíces



Notaria
NANCY DE LA FUENTE



1 o muebles; **veintiséis**) Insinuar, dar y recibir en donación, incluso bienes raíces,
 2 con o sin gravámenes; **veintisiete**) Dar y tomar bienes en comodato; **veintiocho**)
 3 Dar y tomar dinero y otros bienes en mutuo; **veintinueve**) Dar y recibir dinero y
 4 otros bienes en depósito, sea necesario o voluntario y en secuestro; **treinta**)
 5 Celebrar contratos de transacción, aún respecto de cosas no disputadas; **treinta y**
 6 **uno**) Celebrar contratos de cuenta corriente mercantil, imponerse de su
 7 movimiento y aprobar y rechazar sus saldos; **treinta y dos**) Celebrar contratos de
 8 trabajo, colectivos o individuales, contratar servicios profesionales o técnicos y
 9 ponerles término, con las más amplias facultades que se precisen al efecto;
 10 **treinta y tres**) Celebrar contratos de seguro, pudiendo acordar primas, fijar
 11 riesgos, estipular plazos y demás condiciones, cobrar pólizas, endosarlas y
 12 cancelarlas, aprobar e impugnar liquidaciones de siniestros, etcétera; **treinta y**
 13 **cuatro**) Celebrar cualquier otro contrato, nominado o no. En los contratos que
 14 celebre y en los ya otorgados por la sociedad, el representante queda facultado
 15 para convenir, toda clase de pacto o estipulaciones, estén o no contempladas
 16 especialmente por las leyes y sean de su esencia, naturaleza o meramente
 17 accidentales; fijar precios y formas de pago, rentas, honorarios, remuneraciones,
 18 reajustes, intereses, indemnizaciones, plazos, aún mayores que los usuales,
 19 condiciones, deberes, atribuciones, épocas y formas de pago y de entrega,
 20 cabidas, deslindes, percibir, entregar; pactar solidaridad e indivisibilidad, tanto
 21 activa como pasiva, convenir cláusulas penales a favor o en contra de la sociedad,
 22 pactar cauciones; fijar multas; modificar estipulaciones; ejercitar y renunciar todos
 23 los derechos que competan a la sociedad, ejercitar y renunciar sus acciones, como
 24 las de nulidad rescisión, resolución, evicción, etcétera, y aceptar la renuncia de
 25 derechos y acciones; rescindir, resolver, resciliar, dejar sin efecto, desahuciar,
 26 poner término o solicitar la terminación de los contratos; exigir rendición de
 27 cuentas, aprobarlas u objetarlas; **treinta y cinco**) Contratar préstamos y mutuos
 28 hipotecarios en cualquier forma, en bancos u otras instituciones de crédito y/o
 29 fomento, de derecho público o privado y, en general, con cualquier persona natural
 30 o jurídica, con el objeto de poder cumplir cabalmente con la finalidad de esta



1 representación. Sin que ello signifique enunciación de facultades y a vía
2 meramente ejemplar, queda facultado para operar con letras de cambio, letras de
3 créditos hipotecarias reajustables, u otros créditos o documentos, existentes a la
4 fecha o que se espera que existan en el futuro y tendientes a obtener recursos con
5 el objeto de adquirir bienes. En garantía de las obligaciones que contraiga con
6 tales fines, queda expresamente facultado, para otorgar garantías hipotecarias y
7 prohibiciones de gravar y enajenar sobre el bien que adquiera. Asimismo, para
8 contratar seguros de gravamen, de incendios u otros, acordando primas y pólizas.
9 Se le faculta asimismo para suscribir contratos de arrendamiento, facultándolo
10 expresamente para cobrar y percibir las rentas; **treinta y seis)** Celebrar y ejecutar
11 contratos de transporte, de construcción, de confección de obra material, de
12 prestación de servicios, de cambio, de comisión, de correduría, de representación,
13 de agencia, de avío, de iguala, de anticresis, negociar y endosar conocimientos,
14 facturas y documentos; **treinta y siete)** Efectuar toda clase de operaciones de
15 importación o exportación; **treinta y ocho)** Representar a la sociedad, ante las
16 aduanas y demás servicios y autoridades; **treinta y nueve)** Celebrar contratos
17 sobre warrants y gravarlos con prenda; **cuarenta)** Ceder y aceptar cesiones de
18 crédito, sean nominativos, a la orden o al portador; **cuarenta y dos)** Dar y recibir
19 en prenda, bienes muebles, valores mobiliarios, derechos, acciones y demás
20 cosas corporales e incorpóreas, sean prendas civiles, mercantiles o bancarias,
21 industriales, agrarias, de cosas muebles vendidas a plazo, sin desplazamiento, u
22 otras especiales y cancelarlas; **cuarenta y tres)** Dar y recibir bienes en hipoteca;
23 posponer, servir y alzar hipotecas, y constituir las con cláusulas de garantía
24 general, tanto sobre inmuebles, como de naves; **cuarenta y cuatro)** Celebrar
25 contratos de sociedad de cualquier clase y objeto; sean civiles o comerciales,
26 colectivas, anónimas, en comandita, de responsabilidad limitada o de otra especie,
27 o incorporarse como socio en sociedades constituidas, con anterioridad, pactar
28 indivisión; constituir o formar parte de las comunidades, sindicatos, asociaciones,
29 juntas, cuentas en participación, sociedades de hecho, cooperativas, etcétera;
30 representarla con voz y voto en unas y otras, con facultad para modificarlas,



Notaria
NANCY DE LA FUENTE



1 formar otras nuevas o de cualquier forma alterarlas, pedir su disolución o
 2 terminación incluso anticipada, expresar la intención de no continuarlas, pedir su
 3 liquidación o partición, llevar a cabo una u otra o intervenir en su desarrollo,
 4 designar o concurrir a la designación de uno o más liquidadores, jueces
 5 compromisarios, partidores, peritos, tasadores, depositarios, síndicos,
 6 administradores y demás funcionarios que fueren necesarios, pudiendo señalarles
 7 facultades, obligaciones, remuneraciones, plazos, condiciones modos de efectuar
 8 la liquidación o partición, autorizar a los liquidadores para enajenar y gravar toda
 9 clase de bienes sociales, corporales o incorporales raíces o muebles, incluso
 10 valores mobiliarios, actuar como liquidador o partidor, someter a arbitraje; y, en
 11 general, ejercitar y renunciar todas las acciones y cumplir todas las obligaciones
 12 que a la sociedad correspondan como socio, comunero, director, gerente,
 13 accionista o liquidador de tales sociedades, comunidades, asociaciones,
 14 cooperativas, etcétera; **cuarenta y cinco)** Dar y aceptar fianzas, simples o
 15 solidarias, avales, pactar solidaridad, activa o pasiva, y, en general, toda clase de
 16 cauciones y garantías, **cuarenta y seis)** Endosar, retirar documentos de
 17 embarque; y cobrar y percibir, retirar valores en custodia o garantía, y cancelar al
 18 efecto, los documentos necesarios; **cuarenta y siete)** Cobrar y percibir judicial y
 19 extrajudicialmente todo cuanto se adeude a la sociedad o pueda adeudársele en el
 20 futuro, a cualquier título que sea, por cualquiera causa o persona, sea ella natural
 21 o jurídica, de derecho privado o de derecho público, incluso el Fisco, instituciones,
 22 corporaciones o fundaciones fiscales, semifiscales o de administración autónoma,
 23 instituciones privadas etcétera, sea en dinero, en otra clase de bienes corporales o
 24 incorporales raíces o muebles, valores mobiliarios, etcétera; **cuarenta y ocho)**
 25 Firmar recibos, finiquitos y cancelaciones, y en general, suscribir, otorgar, firmar,
 26 extender y refrendar, toda clase de documentos públicos o privados, pudiendo
 27 formular en ellos, todas las declaraciones que estime necesarias o convenientes;
 28 **cuarenta y nueve)** Oponerse a expropiaciones, solicitar reserva, reclamar el
 29 monto de la indemnización, convenir con el Fisco, Municipalidades o cualquier otra
 30 institución, corporación o fundación de derecho público, todo lo concerniente a

1 expropiaciones, pudiendo al efecto, recibir la parte no disputada del precio o
2 indemnización y el saldo fijado judicialmente, en caso de reclamo; **cincuenta)**
3 Representar a la sociedad, en los bancos nacionales y extranjeros, con las más
4 amplias facultades que puedan necesitarse, tales como: a) Darles instrucciones y
5 cometerles comisiones de confianza y, entre ellas, dar órdenes de no pago; b)
6 Contratar y abrir cuentas corrientes bancarias de depósito y/o ahorro, depositar,
7 girar y sobregirarse en ellas o en las que la sociedad tengan en la actualidad,
8 cancelar cheques, endosarlos, firmar reconocimiento de saldos en cuenta
9 corriente, imponerse de su movimiento y cerrar unas y otras, todo ello tanto, en
10 moneda nacional como extranjera; c) Aprobar y objetar saldos; d) Retirar
11 talonarios de cheques o cheques sueltos; e) Contratar préstamos contra
12 aceptación, sobregiro, líneas de crédito, préstamos contra aceptación de letras,
13 suscribir pagarés, mutuos, documentos por boletas de garantía, etcétera, o en
14 cualquier otra forma; f) Arrendar cajas de seguridad, abrirlas y poner término a su
15 arrendamiento; g) Abrir cuentas de ahorro, reajustables o no, a la vista, a plazo o
16 condicional, hacer depósitos en ella, retirarlo total o parcialmente, cerrar las
17 cuentas o igualmente respecto de las que la sociedad tenga en la actualidad; h)
18 Colocar y retirar dinero, sea moneda nacional o extranjera, y valores en depósitos
19 a la vista, a plazo y/o condicionales y firmar recibos de dinero; j) contratar
20 operaciones de cambio; contratar y abrir acreditivos y créditos documentarios;
21 girar, aceptar, reaceptar, afianzar, avalar, descontar, y endosar letras de cambio,
22 tanto en cobranza, como en garantía; retirar y endosar documentos de embarque y
23 autorizar cargos en cuenta corriente; k) En general, efectuar toda clase de
24 operaciones bancarias, en moneda nacional o extranjera; y hacer toda clase de
25 declaraciones bajo juramento, ante el Banco Central de Chile y otras autoridades,
26 con el objeto de cumplir con las reglamentaciones del Banco Central, sea para la
27 salida o entrada al país y/o para operaciones de importación, exportación o de
28 cambio; **cincuenta y uno)** Contratar préstamos en cualquier forma, con
29 instituciones de crédito o de fomento, o financieras, sociedades civiles y
30 comerciales, corporaciones de derecho público o con particulares, sean en forma



Notaria
NANCY DE LA FUENTE



1 de créditos simples, documentarios, avances contra aceptación o en cualquier otra
2 forma; **cincuenta y dos**) Girar, suscribir, aceptar, reaceptar, renovar, prorrogar,
3 revalidar, avalar, endosar en dominio, cobro o garantía, protestar, descontar,
4 cancelar, cobrar, transferir, extender y disponer en cualquier forma de cheques,
5 letras de cambio, pagarés, libranzas, vales y demás documentos mercantiles, de
6 embarque o bancarios, sean nominativos, a la orden o al portador, en moneda
7 nacional o extranjera, y ejercer todas las acciones, que correspondan a la
8 sociedad, en relación con tales documentos; **cincuenta y tres**) Contratar y
9 efectuar toda clase de operaciones de comercio exterior y de cambios
10 internacionales, estando facultado para representar a la sociedad en todas las
11 operaciones, diligencias, trámites o actuaciones relacionadas con importaciones y
12 exportaciones ante los bancos comerciales, Banco Central de Chile y cualquier otra
13 entidad o autoridad competente, pudiendo al efecto representar y firmar registros
14 de importación y exportación, abrir acreditivos divisibles o indivisibles, revocables o
15 irrevocables; contratar aperturas de acreditivos; celebrar ventas condicionales;
16 comprar y vender divisas; presentar solicitudes anexas, cartas explicativas,
17 declaraciones juradas y toda otra documentación pertinente, que fuere exigida por
18 los bancos o por el Banco Central de Chile o por el servicio de aduana, solicitar la
19 modificación de las condiciones bajo las cuales ha autorizado una determinada
20 operación; autorizar cargos en las cuentas corrientes de la sociedad, a causa de
21 operaciones de comercio exterior, **cincuenta y cuatro**) Y, en general, efectuar
22 toda clase de operaciones con documentos mercantiles, valores mobiliarios y
23 efectos públicos y de comercio; **cincuenta y cinco**) Retirar de la circulación y
24 volver a ella acciones, bonos, vales, pagarés, billetes, etcétera, cobrar y percibir
25 dividendos y crías de acciones, retirar y canjear títulos y cupones, suscribir nuevas
26 acciones liberadas o de pago; **cincuenta y seis**) Otorgar, retirar, endosar,
27 enajenar y negociar en cualquier forma, documentos de embarque, facturas,
28 conocimientos y cartas de porte y documentos consulares; **cincuenta y siete**)
29 Concurrir ante toda clase de autoridades políticas, administrativas, incluso de
30 orden tributario, municipales, judiciales o de cualquier otra clase y ante cualquier

otra persona de derecho público o privado, instituciones fiscales, semifiscales, de administración autónoma, organismos, servicios, etcétera, con toda clase de presentaciones, declaraciones, incluso obligatorias o peticiones; modificarlas y desistirse de ellas; **cincuenta y ocho)** Autocontratar, pudiendo en consecuencia comprar para sí, aquellos bienes que la sociedad ordene vender, y vender los suyos a la sociedad; como asimismo prestar dinero a la sociedad o tomarlo prestado para sí, pudiendo en general, celebrar válidamente consigo mismo todos aquellos actos, contratos y convenciones cuya ejecución le haya encomendado la sociedad; **cincuenta y nueve)** Conferir poderes generales o especiales, sean estos judiciales o extrajudiciales y revocarlos; delegar y reasumir en todo o en parte el presente poder cuantas veces lo estime necesario, facultando al delegatorio para delegar a su vez. En suma, podrá el mandatario practicar todos los actos judiciales o extrajudiciales que sean necesarios para la fiel y expedita representación de la sociedad, aun aquellos para los cuales la ley exige poder especial. **ACUERDO DOS:** Sin perjuicio de las facultades de administración, disposición y representación judicial y extrajudicial de la sociedad que se confieren al señor director don **JUAN ENRIQUE RASSMUSS RAIER**, el Directorio acuerda en este acto por unanimidad de votos de los directores presentes, conferir mandato de administración y disposición de bienes a doña **JOANNE PATRICIA AVERY**, don **MARIO ARMANDO ELORRIETA SALEH**, don **STEFAN JOCHUM**, don **EUGENIO RAMÍREZ CIFUENTES** y don **CRISTIÁN HARTMANN HEUSSER** para que en caso de ausencia o impedimento de don **JUAN ENRIQUE RASSMUSS RAIER**, situación que no será necesaria acreditar frente a terceros, y actuando conjuntamente al menos dos cualesquiera de ellos en nombre y representación de la sociedad, y anteponiendo sus firmas a la razón social, representen a la sociedad **GESTORA MONTECARLO SOCIEDAD ANÓNIMA**, con las mismas facultades descritas en el Acuerdo Uno precedente. **ACUERDO TRES:** Sin perjuicio de las facultades de administración, disposición y representación judicial y extrajudicial de la sociedad que conferidas al señor director don **JUAN ENRIQUE RASSMUSS RAIER** y a los directores don **MARIO**



Notaría
NANCY DE LA FUENTE



1 **ARMANDO ELORRIETA SALEH**, don **STEFAN PETER JOCHUM**, don
 2 **EUGENIO RAMÍREZ CIFUENTES**, don **CRISTIÁN HARTMANN HEUSSER** y
 3 doña **JOANNE PATRICIA AVERY**, el Directorio acuerda en este acto por
 4 unanimidad de votos de los directores presentes, conferir mandato a los señores
 5 don **HORACIO BRUNA ORCHARD**, doña **CLAUDIA ALCAINO BUSTAMANTE**,
 6 don **JAMES STEFANIC MERY** y don **MAURICIO ALAMO ELÍAS** para los efectos
 7 de ejercer las facultades de administración, disposición y representación judicial y
 8 extrajudicial que le corresponden a la sociedad **GESTORA MONTECARLO**
 9 **SOCIEDAD ANÓNIMA** en las siguientes sociedades: a) COMPAÑÍA
 10 EXPLOTADORA DE MINAS SpA, rol único tributario número ochenta y nueve
 11 millones doscientos setenta y cuatro mil guión tres; b) COMPAÑÍA MINERA
 12 CATEMU LIMITADA, rol único tributario número ochenta y dos millones
 13 ochocientos ochenta mil ochocientos guión uno; c) COMPAÑÍA MINERA EL
 14 INGLÉS, rol único tributario número ochenta y nueve millones novecientos ochenta
 15 mil cuatrocientos guión siete; d) COMPAÑÍA MINERA FALDA VERDE, rol único
 16 tributario número ochenta y un millones cuatrocientos noventa mil doscientos
 17 guión cinco; e) COMPAÑÍA MINERA PULLALLI SpA, rol único tributario número
 18 setenta y ocho millones doscientos mil ochocientos treinta guión siete; f)
 19 COMPAÑÍA MINERA VIÑITA AZUL, rol único tributario número setenta y nueve
 20 millones seiscientos ochenta y cinco mil novecientos cincuenta guión cuatro, g)
 21 INSUMOS MINEROS SpA, rol único tributario número ochenta y siete millones
 22 seiscientos treinta y cinco mil seiscientos guión siete; h) MINERA E INDUSTRIAL
 23 QUIMPRO LIMITADA, rol único tributario número setenta y nueve millones
 24 setecientos setenta y nueve mil ciento sesenta guión uno; i) MINERA PADA SpA,
 25 rol único tributario número setenta y seis millones trescientos veintiocho mil
 26 seiscientos sesenta y siete guión tres; j) MINERA CERRO SAN RAMÓN, rol único
 27 tributario número setenta y seis millones ochenta y siete mil quinientos ochenta y
 28 cuatro guión ocho; k) SOCIEDAD DE EXPLORACIÓN Y DESARROLLO MINERO,
 29 rol único tributario número setenta y nueve millones ochocientos doce mil
 30 quinientos veinte guión seis; l) COMPAÑÍA MINERA HINOJAL, rol único tributario

1 número ochenta y cuatro millones setecientos veinticinco mil cien guion uno; m)
2 SOCIEDAD LEGAL MINERA PICHEREY UNA DE LA SIERRA FLAMENCO, rol
3 único tributario número setenta y nueve millones setecientos cuarenta y seis mil
4 trescientos cuarenta guión K; y n) SOCIEDAD DE EXPLORACIÓN Y
5 DESARROLLO MINERO ORO ANDINO LIMITADA, rol único tributario número
6 setenta y ocho millones setecientos once mil cuatrocientos cuarenta guión siete.
7 En el ejercicio de este mandato deberán actuar conjuntamente al menos dos
8 cualesquiera de ellos o bien uno de ellos conjuntamente con cualquiera de los
9 Directores señores MARIO ARMANDO ELORRIETA SALEH, JOANNE PATRICIA
10 AVERY, STEFAN PETER JOCHUM, EUGENIO RAMÍREZ CIFUENTES y
11 CRISTIÁN HARTMANN HEUSSER, y estarán investidos de las mismas facultades
12 descritas en el Acuerdo Uno precedente, a excepción de las facultades para
13 enajenar o adquirir bienes raíces, concesiones mineras, derechos de
14 aprovechamiento de aguas, acciones y participación en todo tipo de sociedades,
15 cuyo ejercicio corresponderá exclusivamente al Directorio de Gestora Montecarlo
16 S.A. y a los apoderados indicados en los acuerdos uno y dos precedentes. II.-
17 **REVOCACIÓN DE PODERES.** El Presidente del Directorio señala que, atendida
18 la nueva estructura de poderes de la sociedad y por razones de orden, se hace
19 conveniente revocar aquellos conferidos en los acuerdos tres, cuatro y cinco de la
20 sesión del Directorio de fecha tres de mayo de dos mil diecinueve, reducida a
21 escritura pública de fecha diecinueve de mayo de dos mil diecinueve ante la
22 Notario Público de Santiago doña Nancy de la Fuente Hernández Repertorio dos
23 mil ciento setenta y siete guión dos mil diecinueve, El Directorio, por unanimidad
24 de los directores presentes con derecho a voto, adopta revocar dichos poderes.
25 III.- **CUMPLIMIENTO DE ACUERDOS Y FACULTADES PARA REDUCCIÓN A**
26 **ESCRITURA PÚBLICA DEL ACTA DE ESTA SESIÓN.** El Directorio acordó por
27 unanimidad de los presentes: A.- Dar cumplimiento a los acuerdos adoptados en la
28 presente sesión, desde el momento en que el Acta que los contiene esté firmada
29 por los asistentes, sin que sea necesario esperar su aprobación por una posterior;
30 y B.- Encomendar a don **Eugenio Rafael Ramírez Cifuentes** y don **Miguel Yañez**

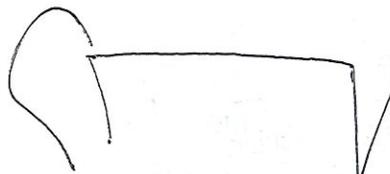


Notaria
NANCY DE LA FUENTE



1 **Zerené**, actuando indistintamente uno cualquiera de ellos, la reducción a escritura
 2 pública, total o parcialmente de la presente acta; y encomendar al portador de
 3 copia autorizada de la reducción a escritura pública para requerir y firmar ante el
 4 Conservador del Registro de Comercio competente las inscripciones,
 5 subinscripciones y anotaciones que fueren procedentes de conformidad a la ley.
 6 No habiendo otras materias que tratar, se levantó la sesión a las diez horas
 7 cincuenta minutos. Hay firmas. Conforme. La presente acta es testimonio fiel de su
 8 original, tenido a la vista y devuelto al interesado.- En comprobante y previa lectura
 9 firma el compareciente.- Se da copia. Doy fe.- REPERTORIO N° 5429-2019.

10 **O.J.**

11
 12
 13 
 14 

15
16 **EUGENIO RAFAEL RAMIREZ CIFUENTES**

17
 18 

21 firmo y sello la presente copia que
es testimonio Fiel de su original.
22 Stgo.

23 12 DIC 2019

24 NANCY DE LA FUENTE H.
25 Notario Público

26
 27 Firma _____
 28 Copias: _____
 29 Dchos. _____
 30 O.T. 23-2019



INUTILIZADO





FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANÁLISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Productor: GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
Atención a: WEN ROU LEE
GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
PADRE MARIANO N° 103 - OF. 307 Comuna:PROVIDENCIA Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio :** 11870
Fecha Recepción : 16/09/2019 **Fecha Entrega :** 11/10/2019
Predio :
Localidad : CATEMU

Identificación	N° de Laboratorio	67569	67570	67571	67572
	CUARTEL	P1 X3	P2 X2	P3	P4
Análisis	OBSERVACIONES	312890-6372195			
Unidad					
PROPIEDADES QUIMICAS					
Humedad (H°)	%	0,05	2,56	10,74	3,97
GRANULOMETRIA					
Tamiz >0,075 mm	%	97,88	81,55	99,16	92,06
Tamiz <0,075 mm	%	2,12	18,45	0,84	7,94
Total	%	100	100	100	100

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Revisado Por : LIZA JOFRE MANQUEZ
DIRECTORA EJECUTIVA


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
LABORATORIO DE SERVICIOS
UNIDAD SUELO Y FOLIAR

Nota: Metodología; Métodos de Analisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).
Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.
Las recomendaciones solo tienen carácter de sugerencias y deberán ser evaluadas por el asesor.
Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.



FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANÁLISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Productor: GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
Atención a: WEN ROU LEE
GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
PADRE MARIANO N° 103 - OF. 307 Comuna:PROVIDENCIA Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio :** 11870
Fecha Recepción : 16/09/2019 **Fecha Entrega :** 11/10/2019
Predio :
Localidad : CATEMU

Identificación	N° de Laboratorio	67573	67574	67575	67576
	CUARTEL	P5 X3	P6 X4	P7	
Análisis	OBSERVACIONES	313224-6372621	313218-6372337	313193-6372536	P8
	Unidad				
PROPIEDADES QUIMICAS					
Humedad (H°)	%	1,1	0,05	6,19	5,43
GRANULOMETRIA					
Tamiz >0,075 mm	%	94,4	96,69	98	97,5
Tamiz <0,075 mm	%	5,6	3,31	2	2,5
Total	%	100	100	100	100

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Revisado Por : LIZA JOFRE MANQUEZ
DIRECTORA EJECUTIVA


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
LABORATORIO DE SERVICIOS
UNIDAD SUELO Y FOLIAR

Nota: Metodología; Métodos de Analisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).
Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.
Las recomendaciones solo tienen carácter de sugerencias y deberán ser evaluadas por el asesor.
Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.



FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANÁLISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Productor: GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
Atención a: WEN ROU LEE
GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
PADRE MARIANO N° 103 - OF. 307 Comuna:PROVIDENCIA Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio :** 11870
Fecha Recepción : 16/09/2019 **Fecha Entrega :** 11/10/2019
Predio :
Localidad : CATEMU

Identificación	N° de Laboratorio	67577	67578	67579	67580
	CUARTEL	P9 X4	P10 X2	P11	P12 X4
Análisis	OBSERVACIONES	313390-6372437	313501-6372369	313487-6372364	313622-6372246
	Unidad				
PROPIEDADES QUIMICAS					
Humedad (H°)	%	1,32	0,79	4,56	1,28
GRANULOMETRIA					
Tamiz >0,075 mm	%	96,97	93,43	94,56	91,18
Tamiz <0,075 mm	%	3,03	6,57	5,44	8,82
Total	%	100	100	100	100

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Revisado Por : LIZA JOFRE MANQUEZ
DIRECTORA EJECUTIVA


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
LABORATORIO DE SERVICIOS
UNIDAD SUELO Y FOLIAR

Nota: Metodología; Métodos de Análisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).

Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.

Las recomendaciones solo tienen carácter de sugerencias y deberán ser evaluadas por el asesor.

Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.



FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANÁLISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Productor: GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
Atención a: WEN ROU LEE
GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
PADRE MARIANO N° 103 - OF. 307 Comuna:PROVIDENCIA Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio :** 11870
Fecha Recepción : 16/09/2019 **Fecha Entrega :** 11/10/2019
Predio :
Localidad : CATEMU

Identificación	N° de Laboratorio	67581	67582	67583	67584
	CUARTEL	P13 X3	P14 X3	P15 X2	P16 X3
Análisis	OBSERVACIONES	315048-6376544	315146-6376831	316003-6377558	316175-6377602
	Unidad				
PROPIEDADES QUIMICAS					
Humedad (H°)	%	0,46	1,42	0,97	1,04
GRANULOMETRIA					
Tamiz >0,075 mm	%	96,16	84,89	84,42	90,56
Tamiz <0,075 mm	%	3,84	15,11	15,58	9,44
Total	%	100	100	100	100

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Revisado Por : LIZA JOFRE MANQUEZ
DIRECTORA EJECUTIVA


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
LABORATORIO DE SERVICIOS
UNIDAD SUELO Y FOLIAR

Nota: Metodología; Métodos de Análisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).

Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.

Las recomendaciones solo tienen carácter de sugerencias y deberán ser evaluadas por el asesor.

Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.



FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANÁLISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Productor: GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
Atención a: WEN ROU LEE
GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
PADRE MARIANO N° 103 - OF. 307 Comuna: PROVIDENCIA Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio :** 11870
Fecha Recepción : 16/09/2019 **Fecha Entrega :** 11/10/2019
Predio : **Localidad :** CATEMU

Identificación	N° de Laboratorio	67585	67586	67587	67588
	CUARTEL	P17 X3	P18 X1	P19	P20 X3
Análisis	OBSERVACIONES	316336-6377482	316521-6377832	316521-6377832	316558-6378094
	Unidad				
PROPIEDADES QUIMICAS					
Humedad (H°)	%	0,22	1,26	2,25	0,14
GRANULOMETRIA					
Tamiz >0,075 mm	%	93,85	85,88	95,23	96,74
Tamiz <0,075 mm	%	6,15	14,12	4,77	3,26
Total	%	100	100	100	100

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Revisado Por : LIZA JOFRE MANQUEZ
DIRECTORA EJECUTIVA


 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
 FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
 LABORATORIO DE SERVICIOS
 UNIDAD SUELO Y FOLIAR

Nota: Metodología; Métodos de Análisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).
Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.
Las recomendaciones solo tienen carácter de sugerencias y deberán ser evaluadas por el asesor.
Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.



FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
AGROANÁLISIS - LABORATORIO DE SERVICIOS

Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
Fono: 3544103 Anexos: 4273-4166
agroanalisis@uc.cl

Productor: GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
Atención a: WEN ROU LEE
GESTION AMBIENTAL CONSULTORES S.A.
PADRE MARIANO N° 103 - OF. 307 Comuna: PROVIDENCIA Ciudad: SANTIAGO

Muestra : SUELO **Folio :** 11870
Fecha Recepción : 16/09/2019 **Fecha Entrega :** 11/10/2019
Predio : **Localidad :** CATEMU

Identificación	N° de Laboratorio	67589	67590	67591
	CUARTEL	P21 X1	P22	P23 X4
Análisis	OBSERVACIONES	316260-6378011	316260-6378011	315931-6378039
	Unidad			
PROPIEDADES QUIMICAS				
Humedad (H°)	%	0,57	4,47	0,07
GRANULOMETRIA				
Tamiz >0,075 mm	%	78,24	96,75	96,02
Tamiz <0,075 mm	%	24,76	3,25	3,98
Total	%	100	100	100

Validado Por : MARLENE MEJIAS
JEFE LABORATORIO

Revisado Por : LIZA JOFRE MANQUEZ
DIRECTORA EJECUTIVA


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
LABORATORIO DE SERVICIOS
UNIDAD SUELO Y FOLIAR

Nota: Metodología; Métodos de Análisis de Tejidos Vegetales, CNA. N, C total por combustión seca (Dumas, equipo LECO).

Nota: El valor diagnóstico de la analítica practicada está supeditada a la calidad de la muestra colectada y su manejo previo a su recepción.

Las recomendaciones solo tienen carácter de sugerencias y deberán ser evaluadas por el asesor.

Este informe no puede ser usado para trámites de tipo legal.



Informe Número

1479564

Original



Estudio de Material Particulado en Caminos de Mina Uva

para Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero.

Santiago, 08 de mayo de 2018



Título del Proyecto

Estudio de Material Particulado en Caminos de Mina Uva

Autores:

Jefe de proyecto: Gonzalo Sandoval P.

Ingeniero de proyecto: Ignacio Rodríguez Z.

Dictuc S.A.

Vicuña Mackenna Nº 4860, Macul – Santiago

Datos Mandante

Razón Social: Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero

RUT: 79.812.520-6

Dirección: Miraflores 178, Piso 7, Santiago

Cuerpo del informe

17 hojas (incluye portada)

Fecha del informe

08/mayo/2018

Información Contractual

Correlativo Contrato:

OC N°:4500001783 de 12 de abril de 2018

Resumen

En el presente informe se describe el estudio de eficiencia del producto RoadSalt en la mitigación de emisión de material particulado en caminos de Mina Uva, ubicada en la localidad de Catemu. Del estudio se desprende que el uso de RoadSalt puede entregar una eficiencia de mitigación superior al 90% en los caminos estudiados bajo las condiciones en que se realizó el estudio, en particular, manteniendo una tasa de cuatro humectaciones diarias en los caminos estudiados.



Sr. Gonzalo Sandoval

Gerente Unidad Ingeniería Vial

Dictuc S.A.



Sr. Felipe Bahamondes

Gerente General

Dictuc S.A.

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	GLOSARIO	5
3.	OBJETIVOS	6
4.	ALCANCES	6
5.	DESCRIPCIÓN DE LOS CAMINOS	7
6.	METODOLOGÍA	9
7.	RESULTADOS.....	10
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
9.	ANEXOS.....	15
9.1	ANEXO 1: APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO ROADSALT.....	15

1. Introducción

En los caminos no pavimentados, la aplicación de un supresor de polvo se realiza con el objetivo de reducir el nivel de emisiones de material particulado producto del paso de vehículos por dicho camino. Se espera que el nivel de emisiones descienda prácticamente a cero cuando está recién aplicado, cualquiera sea el producto, y a medida que el tratamiento se desgasta va perdiendo su eficiencia de mitigación y el nivel de emisiones de material particulado comienza a aumentar nuevamente en el tiempo.

La Eficiencia de mitigación se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Linea Base} - \text{PM}_{10}}{\text{Linea Base}} \times 100\%$$

Donde:

- Línea Base: Corresponde al valor promedio de la medición de material particulado en un camino sin tratamiento supresor (pcc).
- PM₁₀: Corresponde al valor promedio de la medición de material particulado PM₁₀ de un camino en un instante determinado (pcc).

Para mantener el nivel de eficiencia sobre un umbral establecido, es decir mantener un bajo nivel de PM₁₀, es necesario realizar mantenciones periódicas al camino. Estas mantenciones pueden comprender desde humectar el camino con agua, hasta una nueva aplicación del supresor de polvo. En el caso de este proyecto, el mandante (Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero) utiliza el producto RoadSalt como tratamiento supresor de polvo en sus caminos. Se utilizó la técnica de aplicar el producto seco y humectar la superficie del camino con agua para diluirlo in situ.

Para este tratamiento en particular la mantención rutinaria comprende la humectación con agua de la superficie tratada, y a largo plazo (Cuando ya no quede producto en la superficie), una nueva aplicación del producto. Las mantenciones mediante humectación con agua pueden realizarse diariamente en frecuencias que varían según las condiciones de clima y tránsito principalmente. La mantención que comprende una nueva aplicación del tratamiento debiesen realizarse más espaciadamente (del orden de meses), dependiendo también de las condiciones de clima y tránsito.

Para determinar si con una frecuencia de 4 humectaciones diarias, y aplicando RoadSalt como tratamiento supresor de polvo en caminos de Mina Uva, se puede mantener una eficiencia mínima de 90%, el Mandante solicitó a DICTUC S.A, a través de su Unidad de Ingeniería Vial, realizar un monitoreo a la aplicación en tres caminos, y determinar la eficiencia de cada uno de ellos.

Este documento presenta los resultados de las mediciones de material particulado y las eficiencias de mitigación en los caminos con Tratamiento Supresor de Polvo RoadSalt seleccionados por el Mandante.

Estudio de Material Particulado en Caminos de Mina Uva

Informe Final

Página 4 de 17

Código V03: FI-A.01-DSA

2. Glosario

- Material Particulado: Son partículas emitidas a la atmósfera por elementos naturales, por procesos mecánicos o industriales, por transporte de materiales, demoliciones, movimiento de tierra, por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados, etc.
- Material Particulado PM10: Son partículas de diámetro menor o igual a 10 micrones (un micrón es la milésima parte de un milímetro).
- Tratamiento Supresor de Polvo (TSP): Producto que se aplica en caminos no pavimentados con el objetivo de reducir la emisión de material particulado emitido por el rodado de equipos móviles. Corresponde a una aplicación superficial, sin intervenir la carpeta de rodado.
- Línea Base: Corresponde a la medición de material particulado en un camino que no ha sido previamente tratado con algún supresor de polvo.
- Eficiencia de Mitigación: Porcentaje de disminución de material particulado PM10 emitido por el rodado de equipos móviles en caminos tratados con supresor en comparación con el material particulado PM10 emitido por el rodado de equipos móviles en caminos similares sin tratamiento (Línea Base).
- RoadSalt: Producto supresor de polvo compuesto principalmente por cloruro de sodio.

3. Objetivo

El objetivo de este proyecto es determinar la eficiencia de mitigación de un Tratamiento Supresor de Polvo (TSP) utilizando el producto RoadSalt en tres caminos definidos por Mina Uva, bajo las condiciones climáticas y frecuencia de humectación establecida por el mandante.

4. Alcances

El estudio considera los siguientes alcances:

- Para este estudio las mediciones consideraron tamaño de partícula PM10 (Pcc).
- Se realizaron cuatro humectaciones diarias en los caminos mediante camiones aljibes (dos en la mañana y dos en la tarde).
- Durante el período de estudio no circularon vehículos por los caminos tratados.
- El estudio fue realizado en Enero y en Abril de 2018. Las eficiencias obtenidas fueron medidas bajo las condiciones ambientales y de tránsito vehicular informadas en este documento.

5. Descripción de los caminos

Los caminos se ubican en la localidad de Catemu, Región de Valparaíso. La Figura 1 presenta su ubicación referencial destacada en un círculo rojo.

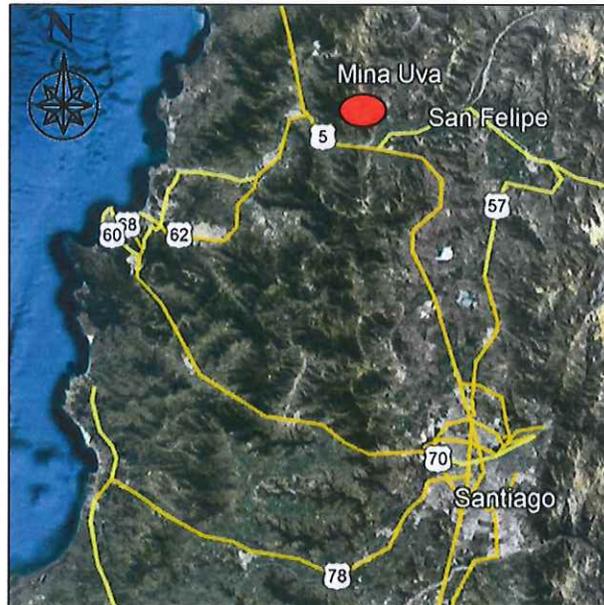


Figura 1: Ubicación referencial del proyecto

Los caminos estudiados son:

- N°1: Camino Enlace mina Uva (Línea amarilla en Figura 2). Longitud del tramo: 400 m.
- N°2: Camino Interior mina Uva (Línea verde en Figura 2). Longitud del tramo: 180 m.
- N°3: Camino a área de chancado Planta Catemu (Figura 3). Longitud del tramo: 500 m.



Figura 2: Caminos N° 1 y N°2 tratados con TSP RoadSalt



Figura 3: Camino N°3 tratado con TSP RoadSalt

Los caminos presentan similares características en términos del material que las conforma (El camino N°1 y N°3 son el mismo camino, que comienza en la garita de mina Uva y termina en la planta de chancado de Planta Catemu). Los tramos N°1 y N°2 se construyeron durante los días 24 y 25 de abril de 2018. El camino N°3 se construyó en Enero de 2018. El proceso constructivo se detalla en el Anexo 1.

Estudio de Material Particulado en Caminos de Mina Uva

Informe Final

Página 8 de 17

Código V03: FI-A.01-DSA

6. Metodología

La metodología del estudio consideró las siguientes actividades:

- Se realizaron mediciones de material particulado en un tramo patrón para obtener la línea base. La medición de la línea base se realizó en el Camino Interior antes de la aplicación de RoadSalt. Este camino no tiene tratamiento supresor de polvo previo. La longitud del tramo medido es de 850 m aproximadamente.
- Durante la campaña de medición se registraron las condiciones ambientales.
- El Mandante realizó aplicación de supresor de polvo en los caminos estudiados. La dosis de RoadSalt aplicada en cada uno son:
 - o Camino N°1 (Enlace): Dosis de RoadSalt 7,5 kg/m² aproximadamente.
 - o Camino N°2 (Interior): Dosis de RoadSalt 11,5 kg/m² aproximadamente.
 - o Camino N°3 (Planta): Dosis de RoadSalt 3 Kg/m² aproximadamente.
- Una vez aplicado el tratamiento supresor de polvo con RoadSalt se realizaron mediciones periódicas de material particulado en los caminos tratados con RoadSalt durante el día. Las mediciones a los caminos estudiados se realizaron en ambos sentidos de circulación.
- A partir de las mediciones de línea base y las mediciones periódicas, se calculó la eficiencia de mitigación del producto.

Las mediciones de material particulado producido por el paso de vehículos se realizaron con una metodología desarrollada por Dictuc. En términos generales la metodología de medición considera la instalación de un sensor detrás de la rueda trasera del vehículo de medición, y medir la cantidad de material particulado que se produce cuando éste circula por el camino.

Para este estudio se realizaron las mediciones a una velocidad de circulación de 40 km/h.

7. Resultados

El valor de la Línea Base tamaño PM10 expresado en partes por centímetro cúbico (pcc) se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Medición de Línea Base

N° Medición	PM ₁₀ (pcc)
1	4711
2	4739
3	4737
Promedio	4729

La Tabla 2 presenta las condiciones ambientales durante las mediciones en el camino N°1 y camino N°2.

Tabla 2: Condiciones meteorológicas durante el estudio en caminos N°1 y N°2

N° de medición	Hora	HR (%)	Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Precipitaciones (mm)
1	9:30	51,8	0,0	15,0	No hubo precipitaciones
2	10:30	50%	3,0	15,7	
3	11:15	51%	3,5	21,0	
4	12:10	46%	3,7	22,0	
5	14:10	46%	11,5	23,0	
6	15:00	40%	11,9	24,7	
7	15:30	42%	12,7	23,7	

De la Tabla 2 se tiene que durante las mediciones la temperatura varió entre los 15 y 25°C, y la humedad relativa se mantuvo sobre 40%. El viento aumenta durante la tarde. Estos tres parámetros sugieren que el camino debiese secarse más rápido durante la tarde.

Del mismo modo, en el camino N°3 la humedad relativa se mantuvo entre 40% y 50%, la temperatura varió entre 15°C y 17°C y la velocidad del viento se mantuvo en el orden de 2,6 m/s durante el período de evaluación. Tampoco hubo precipitaciones.

Las Tablas 3, 4, 5 y 6 presentan los resultados de las mediciones de material particulado a los caminos N°1 y N°2 en ambas direcciones (desde garita- hacia garita), y la eficiencia asociada a cada medición. Las mediciones se realizaron el día 26 de abril de 2018.

Tabla 3: Medición de Material Particulado - Camino N°1: enlace hacia garita

Hora de medición	PM ₁₀ (pcc)	Eficiencia (%)
9:30	13	99,7
10:00	0 *	100,0
10:38	21	99,6
11:12	23	99,5
11:20	0*	100,0
12:02	24	99,5
14:09	72	98,5
14:20	0*	100,0
14:59	37	99,2
15:28	73	98,5
16:00	79	98,3
16:20	0*	100,0
16:38	25	99,5

Tabla 4: Medición de Material Particulado - Camino N°1: enlace desde garita

Hora de Medición	PM ₁₀ (pcc)	Eficiencia (%)
9:32	13	99,7
10:00	0*	100,0
10:40	16	99,7
11:14	19	99,6
11:20	0*	100,0
12:04	16	99,7
14:11	42	99,1
14:20	0*	100,0
15:01	26	99,5
15:30	26	99,5
16:02	36	99,2
16:20	0*	100,0
16:39	12	99,7

Tabla 5: Medición de Material Particulado - Camino N°2: interior hacia garita

Hora de Medición	PM ₁₀ (pcc)	Eficiencia (%)
9:35	14	99,7
10:00	0*	100,0
10:43	19	99,6
11:17	25	99,5
11:20	0*	100,0
12:07	16	99,7
14:20	0*	100,0
15:04	36	99,2
15:34	40	99,2
16:04	85	98,2
16:20	0*	100,0
16:41	15	99,7

Tabla 6: Medición de Material Particulado - Camino N°2: interior desde garita

Hora de medición	PM ₁₀ (pcc)	Eficiencia (%)
9:37	28	99,4
10:00	0*	100,0
10:44	19	99,6
11:19	55	98,8
11:20	0*	100,0
12:09	17	99,6
14:16	132	97,2
14:20	0*	100,0
15:05	47	99,0
15:36	69	98,5
16:05	145	96,9
16:20	0*	100,0
16:43	22	99,5

Nota: Las mediciones marcadas con * en las Tablas 3, 4, 5 y 6 indican que se realizó humectación del camino, en consecuencia al encontrarse la superficie húmeda el nivel de emisión de material particulado es cero.

Las Tablas 7 y 8 presentan los resultados de las mediciones de material particulado al camino N°3 en ambas direcciones (desde garita- hacia garita), y la eficiencia asociada a cada medición. Las mediciones se realizaron el día 24 de Enero de 2018.

Tabla 7: Medición de Material Particulado - Camino N°3: Garita - Planta

Hora de medición	PM ₁₀ (pcc)	Eficiencia (%)
9:40	14	99,7
10:50	44	99,1
12:34	129	97,3
17:48	336	92,9

Tabla 8: Medición de Material Particulado - Camino N°3: Planta - Garita

Hora de medición	PM ₁₀ (pcc)	Eficiencia (%)
9:43	12	99,7
10:52	29	99,4
12:35	93	98,0
17:49	187	96,0

Para los caminos estudiados, de los resultados obtenidos del seguimiento se observa que, bajo las condiciones en que se realizó el estudio, la eficiencia supera el 90% requerido durante todo el período evaluado.

8. Conclusiones y recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en el estudio se concluye que:

- Bajo las condiciones de clima, tránsito y frecuencia de humectación en que se realizó el estudio, el camino con Tratamiento Supresor de Polvo con RoadSalt en las dosis estudiadas mantiene una eficiencia superior al 90% en los tres caminos durante el período evaluado.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de las mediciones, los caminos podrían tratarse con dosis de 3 Kg/m², manteniendo la eficiencia sobre el 90%.
- Se recomienda mantener la frecuencia de cuatro humectaciones diarias utilizada en este estudio para mantener el nivel de eficiencia requerido. Si se reduce la frecuencia de humectaciones se debe analizar si se mantendrá la eficiencia durante el día.
- Se recomienda durante la humectación de caminos evitar aplicar dosis excesivas de agua, ya que trae como consecuencia la pérdida de finos en la superficie, produciendo la formación de baches y calaminas. De igual modo, un excesivo riego "lava" la superficie, removiendo el supresor de polvo y, en consecuencia, reduciendo la efectividad del tratamiento.
- Se recomienda que la aplicación del tratamiento supresor de polvo se realice por personal con experiencia para asegurar una dosis correcta y homogénea.
- Se recomienda perfilar y dar las pendientes correspondientes a los caminos antes de aplicar el tratamiento supresor de polvo, con el fin de maximizar la durabilidad del tratamiento y evitar deterioros durante la época de lluvias.
- Se recomienda monitorear el camino para determinar cuándo será necesario realizar una nueva aplicación del producto.

9. Anexos

9.1 Anexo 1: Aplicación del Tratamiento RoadSalt

El proceso constructivo del Supresor de Polvo TSP utilizando RoadSalt se presenta a continuación:

- Esparcido de RoadSalt en el camino utilizando camión tolva (Figura 5).
- Homogenización de RoadSalt a lo largo del camino utilizando motoniveladora (Figura 6).
- Humectación del camino con camión aljibe (Figura 7).
- Compactación del camino utilizando compactador tipo rodillo vibratorio (Figura 8).
- Camino terminado (Figura 9).



Figura 2: Esparcido de RoadSalt con camión tolva



Figura 3: Homogenización de RoadSalt con motoniveladora

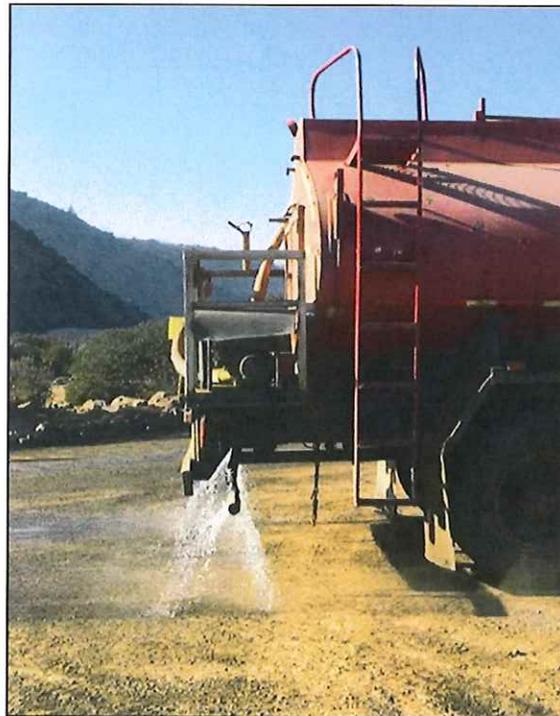


Figura 4: Humectación con camión aljibe



Figura 5: Compactación con rodillo vibratorio



Figura 6: Camino terminado



Estudio Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica Catemu

Región de Valparaíso

Enero, 2020



Elaborado por:

Gestión Ambiental Consultores S.A.

General del Canto 421 piso 6, Providencia

Fono: +56 2 2719 5600

www.gac.cl

Proyecto GAC N°		1908102		
Rev.	Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha de Aprobación
A	Wen Rou Lee Julio Castro M. Rodrigo Palacios P.	Julio Castro M. Wen Rou Lee		
0	Wen Rou Lee Julio Castro M.	Julio Castro M.		

©Gestión Ambiental Consultores S.A. Todos los derechos reservados.

INDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	11
2	OBJETIVOS.....	11
3	METODOLOGÍA GENERAL.....	14
3.1	Fuentes.....	16
3.1.1	Planta Catemu.....	16
3.1.2	Mina UVA.....	16
3.1.3	Faenas mineras operadas por 3H.....	16
3.1.4	Terceros.....	16
3.2	Escenarios.....	18
3.2.1	Escenario PPDA.....	18
3.2.2	Escenario futuro.....	18
4	ESTIMACIÓN DE EMISIONES	19
4.1	Actividades generadoras.....	19
4.2	Metodología estimación de emisiones.....	20
4.3	Factores de emisión.....	20
4.3.1	Factores de emisión para la estimación de material particulado resuspendido.....	21
4.3.2	Factores de emisión para la estimación de material particulado y gases por combustión.....	23
4.4	Estimación factores de emisión.....	29
4.4.1	Escenario PPDA.....	29
4.4.2	Escenario futuro.....	49
4.4.3	Fuentes emisoras de terceros.....	61
4.5	Medidas de abatimiento.....	62
4.6	Nivel de actividad y emisión.....	63
4.6.1	Escenario PPDA.....	63
4.6.2	Escenario futuro.....	84
4.6.3	Fuentes emisoras de terceros.....	104
4.7	Resumen de emisiones.....	106
4.7.1	Escenario PPDA.....	106
4.7.2	Escenario futuro.....	107
4.7.3	Fuente emisoras de terceros.....	108
4.8	Resumen emisiones y participación por grupo de fuentes.....	109
4.9	Conclusiones emisiones.....	111
5	CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA DEL ÁREA DEL PROYECTO	112
5.1	Velocidad del Viento.....	113
5.2	Dirección del Viento.....	115
5.3	Temperatura.....	119
6	CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE	120
6.1	Normativa de Calidad del Aire Vigente.....	120
6.2	Monitoreo de calidad del aire.....	121

7	MODELO METEOROLÓGICO.....	126
7.1	Justificación del Modelo Meteorológico	126
7.2	Descripción del Modelo Meteorológico	126
7.3	Dominio Modelación	130
7.4	Topografía y Uso de Suelos	133
7.5	Evaluación del Modelo Meteorológico	135
7.5.1	Velocidad del Viento	137
7.5.2	Dirección del Viento	144
7.5.3	Temperatura.....	155
7.5.4	Altura capa de mezcla en zona modelada.....	159
7.5.5	Análisis de la necesidad del uso de un factor de ajuste al modelo meteorológico en base a la velocidad del viento observada y modelada	160
7.5.6	Conclusiones modelo meteorológico	160
8	MODELO CALIDAD DEL AIRE	162
8.1	Justificación modelo calidad del aire	162
8.2	Descripción modelo de calidad del aire	162
9	RECEPTORES	164
9.1	Receptores discretos	164
9.2	Receptores grilla.....	165
10	Resultados.....	166
10.1	Participación por grupo de fuentes.....	166
10.1.1	MP10 - PPDA.....	166
10.1.2	MP10 - Futuro.....	170
10.1.3	MP2,5 - PPDA.....	172
10.1.4	MP2,5 - Futuro.....	175
10.1.5	MPS – PPDA.....	177
10.1.6	MPS - Futuro.....	180
10.2	Delta concentraciones escenario futuro vs escenario PPDA.....	182
10.3	Mapas de gradientes espaciales de concentración de MP10 (isoconcentraciones).....	185
10.3.1	Planta Catemu	185
10.3.2	Mina UVA.....	189
10.3.3	Faenas Mineras operadas por 3H.....	193
10.3.4	Terceros.....	197
11	Conclusiones modelo de calidad del aire.....	199

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de laboratorio muestreo en terreno

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Resumen escenarios.....	18
Tabla 4-1: Actividades que generarán emisiones atmosféricas.....	19
Tabla 4-2: Factores de emisión material particulado (MPS, MP10 y MP2,5) – movimiento de material y de transporte.....	21
Tabla 4-3: Factores de emisión de MP y gases para combustión vehicular.....	23
Tabla 4-4: Factores de Emisión de Gases y MP de Maquinarias.....	24
Tabla 4-5: Factores de emisión de equipos nuevos, Maquinaria Fuera de ruta [g/kW-hr].....	25
Tabla 4-6: Factor empírico “A” del factor de deterioro.....	25
Tabla 4-7: Vida media para maquinaria fuera de ruta según rango de potencia.....	25
Tabla 4-8: Factores de ajuste transiente.....	26
Tabla 4-9: Factor de carga y horas de funcionamientos anuales por tipo de maquinaria.....	26
Tabla 4-10: Factores de Emisión de Gases y MP de Grupos Electrónicos.....	27
Tabla 4-11: Factores de emisión de equipos nuevos, grupos generadores [g/kW-hr].....	27
Tabla 4-12: Factor empírico “A” del factor de deterioro.....	28
Tabla 4-13: Vida media para maquinaria fuera de ruta según rango de potencia.....	28
Tabla 4-14: Factores de carga y factores de emisión para quemas agrícolas.....	29
Tabla 4-15: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para tronadura.....	30
Tabla 4-16: Valores de los Factores de Emisión de Material Particulado para Tronaduras.....	31
Tabla 4-17: Valores de los factores de emisión de material particulado para chancado – Escenario PPDA.....	31
Tabla 4-18: Valores de los factores de emisión de material particulado para harneo – Escenario PPDA..	31
Tabla 4-19: Valores de los factores de emisión de material particulado para traspasos entre correas – Escenario PPDA.....	32
Tabla 4-20: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para transferencia de material – Escenario PPDA.....	32
Tabla 4-21: Valores de los Factores de Emisión de Material Particulado para Transferencia de Material – Escenario PPDA.....	33
Tabla 4-22: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para erosión eólica – Escenario PPDA.....	34
Tabla 4-23: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados – Escenario PPDA.....	35
Tabla 4-24: Estimación peso promedio flota Planta Catemu– Escenario PPDA.....	39
Tabla 4-25: Estimación peso promedio flota Mina UVA– Escenario PPDA.....	40
Tabla 4-26: Estimación peso promedio flota 3H– Escenario PPDA.....	40
Tabla 4-27: Valores de los factores de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados – Escenario PPDA.....	41
Tabla 4-28: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados – Escenario PPDA.....	43

Tabla 4-29: Tránsito medio diario anual punto de control 122	44
Tabla 4-30: Estimación peso promedio vehículos situación basal	45
Tabla 4-31: Estimación peso promedio flota por tramo Planta Catemu – Escenario PPDA	45
Tabla 4-32: Estimación peso promedio flota por tramo Mina UVA – Escenario PPDA.....	45
Tabla 4-33: Estimación peso promedio flota por tramo 3H – Escenario PPDA.....	46
Tabla 4-34: Valores de los factores de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados – Escenario PPDA	46
Tabla 4-35: Valores Considerados en las variables del factor de emisión de material particulado y gases para la combustión de motores – Escenario PPDA.....	47
Tabla 4-36: Valores de los Factores de Emisión de Material Particulado y gases para combustión de motores de vehículos – Escenario PPDA.....	47
Tabla 4-37: Valores de los factores de emisión de material particulado y gases para combustión de motores de maquinaria fuera de ruta – Escenario PPDA	47
Tabla 4-38: Factores de emisión para grupos generadores – Escenario PPDA.....	48
Tabla 4-39: Valores de los factores de emisión de material particulado para chancado – Escenario futuro	49
Tabla 4-40: Valores de los factores de emisión de material particulado para harneo – Escenario futuro. 50	
Tabla 4-41: Valores de los factores de emisión de material particulado para traspasos entre correas – Escenario futuro	50
Tabla 4-42: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para transferencia de material – Escenario futuro	50
Tabla 4-43: Valores de los factores de emisión de material particulado para transferencia de material – Escenario futuro	51
Tabla 4-44: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para erosión eólica – Escenario futuro.....	51
Tabla 4-45: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados – Escenario futuro	52
Tabla 4-46: Estimación peso promedio flota Planta Catemu– Escenario futuro	53
Tabla 4-47: Estimación peso promedio flota Mina UVA – Escenario futuro.....	54
Tabla 4-48: Estimación peso promedio flota 3H – Escenario futuro.....	55
Tabla 4-49: Valores de los factores de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados – Escenario futuro.....	55
Tabla 4-50: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados – Escenario futuro	57
Tabla 4-51: Valores de los factores de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados – Escenario futuro.....	58
Tabla 4-52: Valores Considerados en las variables del factor de emisión de material particulado y gases para la combustión de motores – Escenario futuro.....	59
Tabla 4-53: Valores de los factores de emisión de material particulado y gases para combustión de motores de vehículos – Escenario futuro	59

Tabla 4-54: Valores de los factores de emisión de material particulado y gases para combustión de motores de maquinaria fuera de ruta – Escenario futuro.....	60
Tabla 4-55: Factores de emisión para grupos generadores – Escenario futuro.....	61
Tabla 4-56: Factores de carga y factores de emisión para quemas agrícolas.....	62
Tabla 4-57: Resumen medidas de abatimiento.....	62
Tabla 4-58: Emisiones tronaduras – Escenario PPDA.....	63
Tabla 4-59: Emisiones chancado – Escenario PPDA.....	63
Tabla 4-60: Emisiones harneo – Escenario PPDA.....	64
Tabla 4-61: Emisiones transferencia entre correas – Escenario PPDA.....	65
Tabla 4-62: Emisiones transferencia de material – Escenario PPDA.....	66
Tabla 4-63: Longitud de los tramos no pavimentados.....	66
Tabla 4-64: Flujo vehicular Planta Catemu – Escenario PPDA.....	68
Tabla 4-65: Flujo vehicular Mina UVA – Escenario PPDA.....	69
Tabla 4-66: Flujo vehicular 3H – Escenario PPDA.....	69
Tabla 4-67: Nivel de actividad resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario PPDA.....	70
Tabla 4-68: Emisiones resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario PPDA.....	72
Tabla 4-69: Longitud de los tramos pavimentados.....	74
Tabla 4-70: Flujo vehicular Planta Catemu – Escenario PPDA.....	74
Tabla 4-71: Flujo vehicular Mina UVA – Escenario PPDA.....	74
Tabla 4-72: Flujo vehicular 3H – Escenario PPDA.....	75
Tabla 4-73: Nivel de actividad resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario PPDA.....	75
Tabla 4-74: Emisiones resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados – Escenario PPDA.....	76
Tabla 4-75: Nivel de actividad combustión vehicular – Escenario PPDA.....	76
Tabla 4-76: Emisión combustión vehicular caminos no pavimentados – Escenario PPDA.....	78
Tabla 4-77: Emisión combustión vehicular caminos pavimentados – Escenario PPDA.....	79
Tabla 4-78: Emisiones maquinaria – Escenario PPDA.....	81
Tabla 4-79: Emisiones grupos generadores – Escenario PPDA.....	83
Tabla 4-80: Emisiones chancado – Escenario futuro.....	84
Tabla 4-81: Emisiones harneo – Escenario futuro.....	84
Tabla 4-82: Emisiones transferencia entre correas – Escenario futuro.....	85
Tabla 4-83: Emisiones transferencia de material – Escenario futuro.....	86
Tabla 4-84: Longitud de los tramos no pavimentados.....	87
Tabla 4-85: Flujo vehicular Planta Catemu – Escenario futuro.....	88
Tabla 4-86: Flujo vehicular Mina UVA – Escenario futuro.....	89
Tabla 4-87: Flujo vehicular 3H – Escenario futuro.....	90
Tabla 4-88: Nivel de actividad resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario futuro.....	91

Tabla 4-89: Emisiones resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario futuro	92
Tabla 4-90: Longitud de los tramos pavimentados	94
Tabla 4-91: Flujo vehicular Planta Catemu – Escenario futuro	94
Tabla 4-92: Flujo vehicular Mina UVA – Escenario futuro.....	95
Tabla 4-93: Flujo vehicular 3H – Escenario futuro	95
Tabla 4-94: Nivel de actividad resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario futuro	96
Tabla 4-95: Emisiones resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados – Escenario futuro	96
Tabla 4-96: Nivel de actividad combustión vehicular – Escenario futuro	97
Tabla 4-97: Emisión combustión vehicular caminos no pavimentados – Escenario futuro.....	98
Tabla 4-98: Emisión combustión vehicular caminos pavimentados – Escenario futuro.....	99
Tabla 4-99: Emisiones maquinaria – Escenario futuro	101
Tabla 4-100: Emisiones grupos generadores – Escenario futuro	103
Tabla 4-101: Consumo de leña Región de Valparaíso	104
Tabla 4-102: Emisiones por combustión residencial de leña comuna de Catemu (t/año)	104
Tabla 4-103: Emisiones proyectadas por combustión residencial de leña comuna de Catemu (t/año) ..	105
Tabla 4-104: Superficie por tipo de cultivo Región de Valparaíso (ha).....	105
Tabla 4-105: Superficie por tipo de cultivo Comuna de Catemu (ha).....	105
Tabla 4-106: Emisiones anuales para quemas agrícolas comuna de Catemu.....	106
Tabla 4-107: Emisiones anuales Fundición Chagres (t/año).	106
Tabla 4-108: Resumen de emisiones Planta Catemu – Escenario PPDA.....	106
Tabla 4-109: Resumen de emisiones Mina UVA – Escenario PPDA	107
Tabla 4-110: Resumen de emisiones 3H – Escenario PPDA	107
Tabla 4-111: Resumen de emisiones Planta Catemu – Escenario futuro.....	107
Tabla 4-112: Resumen de emisiones Mina UVA – Escenario futuro.....	108
Tabla 4-113: Resumen de emisiones 3H – Escenario futuro.....	108
Tabla 4-114: Resumen de emisiones fuentes emisoras de terceros.....	109
Tabla 5-1: Coordenadas de ubicación de las estaciones meteorológicas.....	112
Tabla 5-2: Caracterización de los datos meteorológicos, % de completitud Año 2018.....	113
Tabla 5-3: Resumen Velocidad del viento, estaciones Nuevo Amanecer y Catemu Meteorológica.	113
Tabla 5-4: Resumen temperatura, estaciones Nuevo Amanecer. Año 2018.	119
Tabla 6-1: Normas calidad del aire vigentes en Chile	120
Tabla 6-2: Normas de referencia.....	121
Tabla 6-3: Coordenadas de ubicación de las estaciones de calidad del aire.....	121
Tabla 6-4: Completitud de datos medidos de calidad del aire.....	123
Tabla 6-5: MP10 promedio anual.....	123
Tabla 6-6: MP10 diario percentil 98	123
Tabla 6-7: MP2,5 promedio anual.....	124
Tabla 6-8: MP2,5 diario	124

Tabla 6-9: MPS anual.....	124
Tabla 6-10: MPS mensual.....	124
Tabla 6-11: Resultados de monitoreo de SO ₂ en estación Catemu, años 2015 a 2017	125
Tabla 7-1: Definición de dominio de modelación.	128
Tabla 7-2: Definición proyección dominios de modelación.	128
Tabla 7-3: Características del Dominio de Modelación.....	130
Tabla 7-4: Coordenadas estaciones meteorológicas.....	134
Tabla 7-5: Estadígrafos velocidad del viento, estaciones Nuevo Amanecer y Catemu.....	144
Tabla 7-6: Estadígrafos de desempeño velocidad del viento. Año 2018.	144
Tabla 7-7: Estadígrafos de temperatura, estación Nuevo Amanecer.	158
Tabla 7-8: Estadígrafos desempeño por temperatura, estación Nuevo Amanecer, datos observados y modelados.....	159
Tabla 7-9: Estadígrafos velocidad del viento, estaciones Nuevo Amanecer y Catemu.....	160
Tabla 7-10: Factor de corrección.....	160
Tabla 9-1: Receptores de interés definidos para la modelación.....	164
Tabla 10-1. MP10 anual escenario PPDA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	166
Tabla 10-2: MP10 diario escenario PPDA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	168
Tabla 10-3: MP10 anual escenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	170
Tabla 10-4: MP10 diario escenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	171
Tabla 10-5: MP2,5 anual escenario PPDA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	172
Tabla 10-6: MP2,5 diario escenario PPDA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	174
Tabla 10-7: MP2,5 anual escenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	175
Tabla 10-8: MP2,5 diario escenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	176
Tabla 10-9: MPS anual escenario PPDA ($\text{mg}/\text{m}^2_{\text{d}}$).....	177
Tabla 10-10: MPS mensual escenario PPDA (mg/m^2).	179
Tabla 10-11: MPS anual escenario futuro (mg/m^2).....	180
Tabla 10-12: MPS mensual escenario futuro (mg/m^2).....	181
Tabla 10-13: Delta MP10 anual.	183
Tabla 10-14: Delta MP10 diario.....	183
Tabla 10-15: Delta MP2,5 anual.	183
Tabla 10-16: Delta MP2,5 diario.....	183
Tabla 10-17: Delta MPS anual.	184
Tabla 10-18: Delta MPS mensual.	184

INDICE DE FIGURAS

Figura 3-1: Pasos Metodológicos	15
Figura 4-1: Cantidad de mineral procesado y recibido en Planta Catemu.....	30
Figura 4-2: Red de caminos utilizados por Planta Catemu.....	36
Figura 4-3: Red de caminos utilizados por Mina UVA	37
Figura 4-4: Red de caminos utilizados por 3H.....	38
Figura 4-5: Ubicación punto de control 122.....	44
Figura 4-6: Diagrama de procesos de la Planta Catemu	65
Figura 4-7: Diagrama de procesos de la Planta Catemu	85
Figura 4-8: Variación emisiones CEMIN	109
Figura 4-9: Participación por grupo de fuentes en las emisiones – Escenario PPDA.....	110
Figura 4-10: Participación por grupo de fuentes en las emisiones – Escenario futuro.....	110
Figura 5-1: Ubicación de las estaciones meteorológicas.....	112
Figura 5-2: Ciclo diario de la velocidad del viento observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.	114
Figura 5-3: Ciclo diario de la velocidad del viento observada. Estación Catemu Meteorológica. Año 2018	114
Figura 5-4: Rosas de viento observado. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.....	115
Figura 5-5: Ciclo Diario de la Dirección del Viento Observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018. ...	116
Figura 5-6: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.	116
Figura 5-7: Rosas de viento observado. Estación Catemu Meteorológica. Año 2018.	117
Figura 5-8: Ciclo diario de la dirección del viento observada. Estación Catemu Meteorológica. Año 2018.	118
Figura 5-9: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento observada. Estación Catemu Meteorológica. Año 2018.....	118
Figura 5-10: Ciclo diario de temperatura observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.....	119
Figura 6-1: Ubicación de las estaciones de calidad del aire.	122
Figura 7-1: Extensiones de los dominios 1, 2, 3 y 4 en WRF.	127
Figura 7-2: Uso de suelo dominio 4 WRF.	130
Figura 7-3: Dominio de Modelación del Proyecto.....	131
Figura 7-4: Dominio de Modelación del Proyecto y límites comunales.....	132
Figura 7-5: Topografía del dominio de modelación.	134
Figura 7-6: Ciclo diario de la velocidad del viento modelada y observada. Estación Nuevo Amanecer, año 2018.....	138
Figura 7-7: Ciclo mensual de la velocidad del viento modelada y observada. Estación Nuevo Amanecer, año 2018.....	139
Figura 7-8: Cuantiles condicionales e histograma de velocidad del viento observada y modelada, estación Nuevo Amanecer, año 2018.....	140
Figura 7-9: Ciclo diario de la velocidad del viento modelada y observada. Estación Catemu, año 2018.	141

Figura 7-10: Ciclo mensual de la velocidad del viento modelada y observada. Estación Catemu, año 2018.	142
Figura 7-11: Cuantiles condicionales e histograma de velocidad del viento observada y modelada, estación Catemu, año 2018.	143
Figura 7-12: Rosa de los vientos observada y modelada año 2018. Estación Nuevo Amanecer.	145
Figura 7-13: Rosa de los vientos observada años 2014 al 2018. Estación Nuevo Amanecer.	146
Figura 7-14: Gráfico polar con frecuencia de desviación entre direcciones de viento modeladas y observadas por intervalos de diferencia en magnitud de velocidad del viento. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.	147
Figura 7-15: Ciclo diario de la dirección del viento observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018....	148
Figura 7-16: Ciclo diario de la dirección del viento modelada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018. ...	148
Figura 7-17: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.	149
Figura 7-18: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento modelada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.	150
Figura 7-19: Rosa de los vientos observada y modelada año 2018. Estación Catemu.	151
Figura 7-20: Gráfico polar con frecuencia de desviación entre direcciones de viento modeladas y observadas por intervalos de diferencia en magnitud de velocidad del viento. Estación Catemu. Año 2018.	152
Figura 7-21: Ciclo diario de la dirección del viento observada. Estación Catemu. Año 2018.	153
Figura 7-22: Ciclo diario de la dirección del viento modelada. Estación Catemu. Año 2018.	153
Figura 7-23: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento observada. Estación Catemu. Año 2018.	154
Figura 7-24: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento modelada. Estación Catemu. Año 2018.	155
Figura 7-25: Ciclo diario de la temperatura modelada y observada, Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.	156
Figura 7-26: Ciclo mensual de la temperatura modelada y observada, Estación Nuevo Amanecer, año 2018.	157
Figura 7-27: Cuantiles condicionales e histograma de velocidad del viento observada y modelada, estación Catemu, año 2018.	158
Figura 7-28: Ciclo diario modelado altura de capa de mezcla. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018....	159
Figura 9-1: Receptores puntuales	164
Figura 9-2: Grilla de receptores.....	165
Figura 10-1: MP10 anual escenario PPDA (%).	167
Figura 10-2: MP10 anual escenario PPDA sin grupo otros (%).	168
Figura 10-3: MP10 diario escenario PPDA (%).	169
Figura 10-4: MP10 diario escenario PPDA sin grupo otros (%).	169
Figura 10-5: MP10 anual escenario futuro (%).	171
Figura 10-6: MP10 diario escenario futuro (%).	172
Figura 10-7: MP2,5 anual escenario PPDA (%).	173

Figura 10-8: MP2,5 anual escenario PPDA sin otros (%).	173
Figura 10-9: MP2,5 diario escenario PPDA (%).	174
Figura 10-10: MP2,5 anual escenario futuro (%).	175
Figura 10-11: MP2,5 diario escenario futuro (%).	176
Figura 10-12: MPS anual escenario PPDA (%).	178
Figura 10-13: MPS anual escenario PPDA sin otros (%).	178
Figura 10-14: MPS mensual escenario PPDA (%).	179
Figura 10-15: MPS mensual escenario PPDA sin otros (%).	180
Figura 10-16: MPS anual escenario futuro (%).	181
Figura 10-17: MPS mensual escenario futuro (%).	182
Figura 10-18: MP10 anual PPDA.	185
Figura 10-19: MP10 anual futuro.	186
Figura 10-20: MP10 diario PPDA.	187
Figura 10-21: MP10 diario futuro.	188
Figura 10-22: MP10 anual PPDA.	189
Figura 10-23: MP10 anual futuro.	190
Figura 10-24: MP10 diario PPDA.	191
Figura 10-25: MP10 diario futuro.	192
Figura 10-26: MP10 anual PPDA.	193
Figura 10-27: MP10 anual futuro.	194
Figura 10-28: MP10 diario PPDA.	195
Figura 10-29: MP10 diario futuro.	196
Figura 10-30: MP10 anual.	197
Figura 10-31: MP10 diario.	198

1 INTRODUCCIÓN

Mediante Decreto Supremo N°107/2019, publicada en Diario Oficial el 11 de junio de 2019, el Ministerio del Medio Ambiente declaró zona saturada por material particulado MP10 como concentración anual, y latente por MP10 como concentración diaria, a la Provincia de Quillota y a las comunas de Catemu, Panquehue y Llaillay.

Dicha declaración se basó en el Informe Técnico¹ elaborado por la SMA que evaluó los datos proporcionados por los titulares de ENEL, Colbún, Melón, AngloAmerican y Eléctrica Santiago S.A., para el período de análisis entre el 1° de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2017. Las Estaciones de Monitoreo con Representatividad Poblacional (EMRP) consideradas corresponden a Catemu, Lo Campo, La Calera, La Cruz, Rural, Bomberos, La Palma, San Pedro, La Cruz 2, Manzanar y Los Vientos.

Luego, mediante Res. Ex. 1105/2019 del MMA, publicada en Diario Oficial el 26 de septiembre de 2019, se dio inicio al proceso de elaboración del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (en adelante, “PPDA”) correspondiente. En dicho contexto, el Holding Minero Cemin, titular de la planta procesadora de mineral Catemu y la Mina UVA realizó la solicitud de un estudio para evaluar y diagnosticar la situación de las operaciones de CEMIN en el sector de Catemu, respecto a la situación de la calidad del aire en la zona.

Para la ejecución del servicio se propone la ejecución de distintas actividades orientadas a conocer las emisiones de las actividades de CEMIN, su influencia en la calidad del aire de la zona y su comparación con las emisiones y aportes de terceros relevantes. Se considera como escenario base de emisiones el año 2015, cual fue el año de mayor actividad de las operaciones de CEMIN dentro del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2017 (periodo base comprendido por el presente PPDA). Como escenario futuro, se consideran las operaciones basadas en las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) más recientes que rigen las actividades de la Planta Catemu y Mina UVA.

El presente informe contiene los resultados de la estimación de emisiones de las operaciones mencionadas, por separado, considerando un escenario base (PPDA) y un escenario futuro, más el aporte de terceros, el cual incluye a la Fundación Chagres, la actividad minera vinculada a 3H, las quemas agrícolas y el uso de leña residencial. El cálculo incluye la estimación de material particulado sedimentable, respirable y fino (MPS, MP10 y MP2,5), así como de gases (CO, HC, NOx, SO2 y NH3). Posteriormente se realiza la modelación meteorológica con el modelo WRF, el respectivo análisis de incertidumbre y la modelación de dispersión de contaminantes con el modelo CALPUFF con el fin de para conocer el aporte en concentraciones atmosféricas de los distintos grupos de fuentes mencionados de manera separada para los contaminantes material particulado sedimentable, respirable y fino (MPS, MP10 y MP2,5) y gases (CO, NOx y SO2).

Desde ya, es posible señalar que, entre los años 2015 y 2017, las actividades de CEMIN se regían principalmente por lo establecido en las RCA 867/2006 “Proyecto Minero UVA” y 351/2016 “Continuidad

¹ Informe Técnico “Cumplimiento de norma de calidad del aire por MP10 – Redes de calidad del aire interior de Valparaíso”, División de Fiscalización SMA, DFZ-2018-1152-V-NC-EI.

Operacional Mina UVA”, respecto de la Mina UVA, y las RCA 89/2007 “Proyecto Planta Catemu”, 1564/2009 “Ampliación I Planta Catemu” y 95/2011 “Ampliación II Planta Catemu”, en relación a la Planta Catemu. Luego, el año 2018 fueron aprobadas por el Servicio de Evaluación Ambiental las RCA N°36/2018 “Aumento Extracción Mina UVA a 55 KTPM” y 43/2018 “Continuidad operacional Mina UVA Fase IV-V”, así como la RCA N°11/2018 “Continuidad Operacional Planta Catemu”. Dichas nuevas evaluaciones ambientales incluyen una serie de cambios operacionales y medidas de control que tienen, como principal consecuencia, una reducción proyectada en las emisiones.

En particular, respecto de la Mina UVA se puede destacar la aplicación de supresor de polvo (Road Salt) como medida de control de emisiones atmosféricas en la fuente de mayor aporte en cuanto a magnitud de las emisiones, correspondiente al polvo resuspendido por el tránsito de vehículos, permitiendo una eficiente de abatimiento por sobre el 90%. En resumen, las medidas a implementadas son:

- Restricción de velocidad de circulación de camiones a 30 km/h
- Mantención semanal del camino de enlace.
- Aumento de frecuencia de humectación del camino de enlace.
- Inspección visual del estado del camino de enlace.
- Re-inducción y capacitación al personal respecto del cuidado del camino de enlace y velocidad máximo de tránsito.
- Verificación de eficiencia de abatimiento en camino de enlace de un 90% a través de campaña de mediciones.

Cabe destacar, que la faena Mina UVA modificó su método de explotación, pasando de una extracción a rajo abierto a una explotación subterránea mediante equipos telecomandados. Esto resultó en una baja considerable de las emisiones atmosféricas del proyecto.

2 OBJETIVOS

- Estimación cuantitativa y cualitativa de las emisiones atmosféricas de las actividades de Cemin en la zona y algunos terceros, para un escenario base (PPDA) y un escenario futuro:
 - Planta Catemu
 - Mina UVA
 - Faenas mineras operadas por 3H
 - Terceros: Quemadas agrícolas, uso de leña residencial y Fundición Chagres.
- Generación de un campo meteorológico tridimensional con el modelo WRF, para ser utilizado como entrada meteorológica para el modelo de dispersión de contaminantes CALPUFF.
- Análisis de incertidumbre de la modelación meteorológica.
- Modelación de dispersión de las emisiones estimadas para determinar el aporte de cada uno de estos grupos de fuentes emisoras a la calidad del aire de la zona, considerando los 4 grupos de

fuentes mencionados, para determinar el nivel de participación de las operaciones de CEMIN en la calidad del aire de la zona.

- Evaluación de cumplimiento normativo de la calidad del aire proyectada, considerando los aportes de las fuentes consideradas, estimado a partir del delta entre el escenario futuro y el escenario base (PPDA).

3 METODOLOGÍA GENERAL

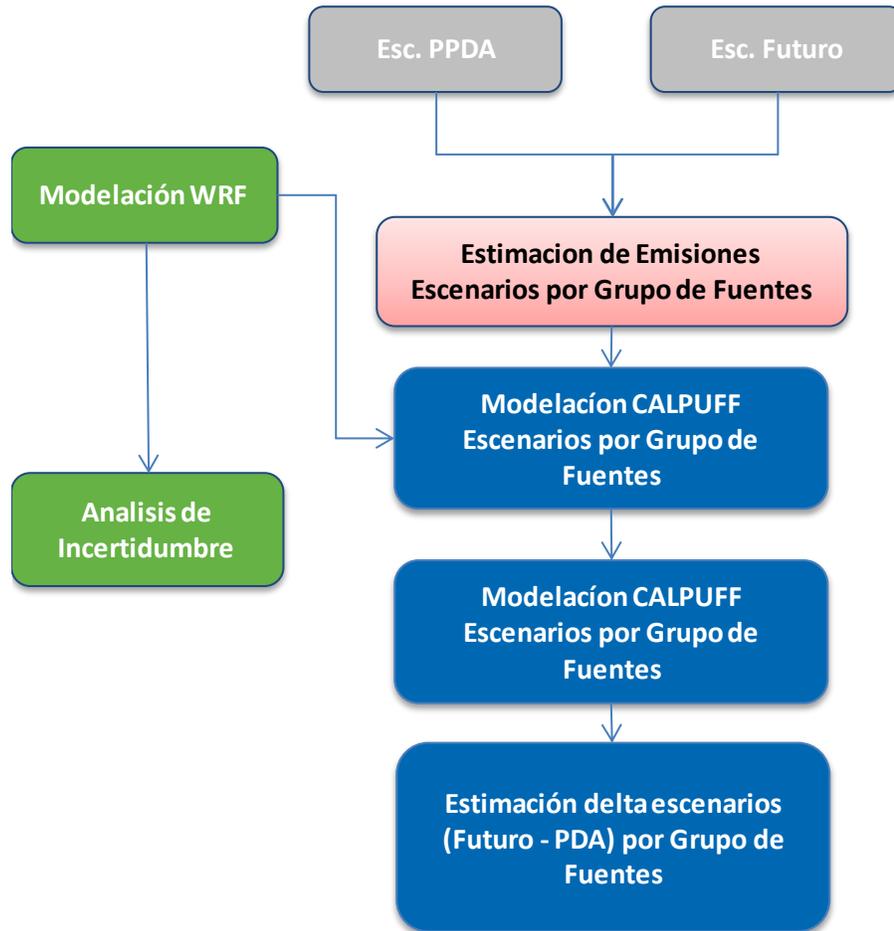
En el presente documento se presentan dos escenarios de emisiones, correspondientes a un escenario PPDA (año de mayor actividad trienio 2015-2017) y a un escenario futuro, ambos escenarios son creados para distintos grupos de fuentes: Planta Catemu, Mina UVA, 3H y terceros, en tanto para el grupo de fuentes “terceros” se considera un solo escenario. Los escenarios de emisiones fueron ingresados al modelo de dispersión de contaminantes CALPUFF. La meteorología utilizada como entrada para CALPUFF se generó con una simulación del modelo meteorológico de mesoescala WRF para el año 2018, el que se describe en la sección 5.

Con la modelación de los grupos de fuentes se determinaron los aportes de éstos en la calidad del aire para ambos escenarios considerados. Para el caso del escenario PPDA se considera que la diferencia entre las concentraciones medidas y el aporte total de los 4 grupos de fuentes emisoras corresponde al aporte de fuentes emisoras no consideradas en este estudio más el “background” natural.

En el presente informe también se describe la configuración y simulación meteorológica realizada con el modelo de pronóstico WRF y se realiza un análisis de incertidumbre a dicha modelación, comparando los resultados de parámetros meteorológicos a nivel superficial respecto a los datos medidos en cuatro estaciones de monitoreo meteorológico.

La metodología general seguida para el estudio se presenta a continuación en la Figura 3-1.

Figura 3-1: Pasos Metodológicos



Fuente: Elaboración propia.

3.1 Fuentes

Las fuentes que se describen en el presente estudio se encuentran ubicadas en la comuna de Catemu y se listan a continuación.

3.1.1 Planta Catemu

La planta Catemu, perteneciente a Compañía Minera Amalia Ltda., corresponde a la instalación de producción de cátodos de cobre de alta pureza mediante procesamiento de minerales de cobre soluble por lixiviación en pilas, extracción por solvente y electro-obtención de cátodos, a una tasa de procesamiento de 150.000 ton/mes y una producción de 1.500 ton/mes de cátodos de cobre de 99,9% de pureza.

Esta operación se encuentra regulada por las RCA N°89/2007 “Proyecto Planta Catemu”, N°1564/2009 “Ampliación I Planta Catemu”, N°95/2011 “Ampliación II Planta Catemu” y N°11/2018 “Continuidad Operacional Planta Catemu”.

3.1.2 Mina UVA

La mina Uva, propiedad de Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero "EXPLODESA", corresponde a la faena minera de explotación de minerales oxidados de cobre, y el transporte de mineral por el camino de enlace Mina UVA-Planta Catemu.

Su actividad se encuentra regulada por las RCA N°867/2006 “Proyecto Minero UVA”, N°351/2016 “Continuidad Operacional Mina UVA”, N°36/2018 “Aumento Extracción Mina UVA a 55 KTPM” y 43/2018 “Continuidad operacional Mina UVA Fase IV-V”.

3.1.3 Faenas mineras operadas por 3H (Terceros)

Estas faenas mineras corresponden a la extracción subterránea de un cuerpo mineralizado explotado en el tiempo por distintos operadores, integrando actualmente las minas denominadas Cajón, Penosa, Patricia, +40 y Chorreada. Actualmente el proyecto de integración de estas faenas mineras se encuentra en evaluación ambiental bajo el nombre de “Proyecto Minero 3H” presentado por Sociedad Minera 3H Limitada.

3.1.4 Terceros

Los terceros considerados corresponden a otras fuentes relevantes del sector. Si bien faenas mineras operadas por 3H corresponde a terceros, en este informe se presenta por separado.

3.1.4.1 Quemas agrícolas

Dicha actividad consiste en la combustión controlada de residuos de cultivos que se realiza al aire libre.

3.1.4.2 Uso de leña residencial

Dicha actividad consiste en la combustión de leña para usos residenciales ya sea para calefacción, calentar agua o la cocción de alimentos.

3.1.4.3 Fundición Chagres

La fundición de propiedad de Anglo American Chile corresponde a una planta industrial que procesa el concentrado de cobre proveniente de diversas operaciones mineras (El Soldado, Los Bronces, entre otras), generando como productos ánodos de cobre de pureza 99,6% y ácido sulfúrico a través de la captura de las emisiones de anhídrido sulfuroso.

3.2 Escenarios

Se plantean dos escenarios de operación para las fuentes descritas en el acápite 3.1.

3.2.1 Escenario PPDA

El escenario PPDA se define como aquel año con mayor nivel de actividad dentro del trienio 2015-2017. Esto se debe a que la Superintendencia del Medio Ambiente estableció como período de análisis para la evaluación de la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Respirable MP10, en su nivel diario y anual, para las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para dicho contaminante, el comprendido entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre del 2017².

3.2.2 Escenario futuro

Corresponde a los años posteriores a 2017 en que el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica, actualmente en elaboración, podría estar vigente.

Las principales características de operación de las fuentes en relación a cada escenario se resumen en la Tabla 3-1, junto a la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) asociada si aplica. Cabe señalar que el nivel de actividad de terceros se mantiene constante en ambos escenarios.

Tabla 3-1: Resumen escenarios

Fuente	Escenario PPDA	Escenario futuro
Planta Catemu	Capacidad de procesamiento autorizada: 150.000 t/mes RCA: 89/2007, 1564/2009 y 95/2011	Capacidad de procesamiento autorizada: 150.000 t/mes Sistema de control de emisiones en planta según RCA N°11/2018 RCA: 11/2018
Mina UVA	Tasa de extracción: 30.000 t/mes Método de explotación: cielo abierto Camino de enlace con humectación RCA Mina UVA: 867/2006 y 351/2016 RCA camino de enlace: 480/2006	Tasa de extracción: 50.000 t/mes Método de explotación: mina subterránea Camino de enlace con tratamiento Roadsalt RCA: 36/2018 y 43/2018
3H (Terceros)	Tasa de extracción: 15.000 t/mes	Tasa de extracción: 30.000 t/mes (sujeto a evaluación ambiental)
Terceros	Nivel de actividad 2017	Nivel de actividad 2017

² Informe Técnico "Cumplimiento de norma de calidad del aire por MP10 – Redes de calidad del aire interior de Valparaíso", División de Fiscalización SMA, DFZ-2018-1152-V-NC-EI.

4 ESTIMACIÓN DE EMISIONES

4.1 Actividades generadoras

En el presente capítulo se presentan las emisiones atmosféricas de material particulado y gases generadas para el escenario base (PPDA) y el escenario futuro.

Las actividades generadoras de emisiones para cada sector del Proyecto se presentan en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Actividades que generarán emisiones atmosféricas

Fase	Fuentes	Actividad Emisora	Contaminantes Emitidos
Escenario PPDA	Planta Catemu	Movimiento y procesamiento de mineral, erosión eólica, grupos electrógenos, combustión maquinaria, resuspensión por tránsito y combustión vehicular	MPS, MP10, MP2,5, CO, HC, NOx, SO ₂ , y NH ₃
	Mina UVA	Tronaduras, movimiento de mineral, erosión eólica, grupos electrógenos, combustión maquinaria, resuspensión por tránsito y combustión vehicular	MPS, MP10, MP2,5, CO, HC, NOx, SO ₂ , y NH ₃
	Faena minera 3H	Movimiento de mineral, erosión eólica, combustión maquinaria, resuspensión por tránsito y combustión vehicular	MPS, MP10, MP2,5, CO, HC, NOx, SO ₂ , y NH ₃
	Terceros		Fundición
Quemas agrícolas y uso de leña residencial			MPS, MP10, MP2,5, CO, HC, NOx, SO ₂ , y NH ₃
Escenario futuro	Planta Catemu	Movimiento y procesamiento de mineral, erosión eólica, grupos electrógenos, combustión maquinaria, resuspensión por tránsito y combustión vehicular	MPS, MP10, MP2,5, CO, HC, NOx, SO ₂ , y NH ₃
	Mina UVA	Movimiento de mineral, erosión eólica, grupos electrógenos, resuspensión por tránsito y combustión vehicular	MPS, MP10, MP2,5, CO, HC, NOx, SO ₂ , y NH ₃
	Faena minera 3H	Movimiento de mineral, erosión eólica, combustión maquinaria,	MPS, MP10, MP2,5, CO, HC, NOx, SO ₂ , y NH ₃

Fase	Fuentes	Actividad Emisora	Contaminantes Emitidos
		resuspensión por tránsito y combustión vehicular	
	Terceros	Fundición	MPS, MP10, MP2,5, SO ₂ , NOx y CO
		Quemas agrícolas y uso de leña residencial	MPS, MP10, MP2,5, CO, HC, NOx, SO ₂ , y NH ₃

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Metodología estimación de emisiones

La metodología de estimación de emisiones consiste en la utilización de factores de emisión (FE), nivel de actividad (NA) y factor de corrección (1-P, donde P corresponde a la eficiencia de control) que son posibles de relacionar para estimar la emisión (E) de una sustancia “i” de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_i = FE_i \cdot NA \cdot (1 - P_i)$$

A continuación, se presentan los distintos factores de emisión utilizados, luego los niveles de actividad relevantes para la estimación de emisiones y finalmente las emisiones durante la situación actual, fase de construcción, operación y cierre del Proyecto.

4.3 Factores de emisión

Los factores de emisión utilizados en el presente análisis corresponden en su mayoría a aquellos recomendados por los siguientes documentos, los cuales basan sus cálculos en el documento AP-42 de la USEPA. Fuentes distintas a las anteriores serán expresamente indicadas.

- Guía Metodológica Inventario de Emisiones Atmosféricas M11, Metodología SINCA 2011, Ambiosis S.A. (Guía M11)
- Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios, 2012, Seremi de Medio Ambiente Región Metropolitana. (Guía RM 2012)
- Servicio de Recopilación y Sistematización de Factores de Emisión al Aire para el Servicio de Evaluación Ambiental, 2015, B.S. Consultores. (Guía BS 2015)
- Manual para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones Atmosféricas, 2017, Ministerio de Medio Ambiente. (Manual Emisiones 2017)
- Minuta estimación de emisiones grupos electrógenos 2017

En primer lugar, se presentan los distintos factores de emisión utilizados en su forma genérica, luego las variables relevantes para la estimación de emisiones y finalmente las emisiones durante las fases del proyecto.

4.3.1 Factores de emisión para la estimación de material particulado resuspendido

En la Tabla 4-2 se presentan las fórmulas y parámetros utilizados en el cálculo de los factores de emisión para la fase de construcción.

Tabla 4-2: Factores de emisión material particulado (MPS, MP10 y MP2,5) – movimiento de material y de transporte

Actividad	Factor de Emisión	Unidad	Fuente Factor de Emisión	Variables	Fuente Variables
Tronaduras	$k \times (0,00022) \times (A)^{1,5}$	kg/tron	Guía M11 y Capítulo 11.9 AP-42 US EPA - Western Surface Coal Mining	k: Factor tamaño de partícula A: área de tronadura (m ² /día)	Capítulo 11.9 AP-42 US EPA - Western Surface Coal Mining Dato del proyecto
Chancado primario (materiales de alta humedad)	MPS: 0,01 MP10: 0,004 MP2,5: 0,004	kg/t	Guía M11	---	---
Chancado secundario (materiales de alta humedad)	MPS: 0,03 MP10: 0,012 MP2,5: 0,012	kg/t	Guía M11	---	---
Chancado terciario (materiales de alta humedad)	MPS: 0,03 MP10: 0,01 MP2,5: 0,01	kg/t	Guía M11	---	---
Chancado cuaternario (materiales de alta humedad)	MPS: 0,03 MP10: 0,01 MP2,5: 0,01	kg/t	Se considera el mismo factor utilizado para el chancado terciario	---	---
Harneo	MPS: 0,0125 MP10: 0,043 MP2,5: 0,043	kg/t	Guía M11 y Capítulo 11.19.2 AP-42 US EPA – Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing	---	---
Trasposos entre correas	MPS: 0,0015 MP10: 0,00055 MP2,5: 0,00055	kg/t	Capítulo 11.19.2 AP-42 US EPA – Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing	---	---
Transferencia de material	$0,0016 \times k \times ((v/2,2)^{1,3}) / (H/2)^{1,4}$	kg/t	Guía M11 y Capítulo 13.2, AP-42 US EPA - Aggregate Handling and Storage Piles	k: Factor tamaño de partícula	Capítulo 13.2.4 AP-42 US EPA- Aggregate Handling and Storage Piles
				U: Velocidad del viento (m/s)	Valor promedio estación Nuevo Amanecer.
				M: Humedad del material (%)	Valor muestreo en terreno
Erosión eólica	$1,9 \times (s/1,5) \times (f/15) \times (365-P)/365$	kg/ha-día	Guía M11	k: factor de tamaño de partícula	Guía M11 y Proposed Revisions to Fine Fraction

Actividad	Factor de Emisión	Unidad	Fuente Factor de Emisión	Variables	Fuente Variables
					Ratios Used for AP-42 Fugitive Dust Emission Factors
				s: contenido de finos (%)	Valor muestreo en terreno
				f: % tiempo en que $v > 5,4$ m/s	Valor estación Nuevo Amanecer.
				P: días con precipitación sobre 0,25 mm de agua	Días al año con precipitación mayor a 0,254 mm en estación Catemu [DGA]
Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos pesados en caminos no pavimentados	$281,9 \times k \times (s/12)^a \times (W/2,7)^b \times (365-P)/365$	g/km-veh	Guía M11 y Capítulo 13.2.2 AP-42 US EPA – Unpaved Roads	k: Factor tamaño de partícula	Tabla 13.2.2.2-3 – Capítulo 13.2.2 AP-42 US EPA – Unpaved Roads
				a: Factor tamaño de partícula	Tabla 13.2.2.2-3 – Capítulo 13.2.2 AP-42 US EPA – Unpaved Roads
				b: Factor tamaño de partícula	Tabla 13.2.2.2-3 – Capítulo 13.2.2 AP-42 US EPA – Unpaved Roads
				s: % de finos en el camino	Valor muestreo en terreno
				W: Masa promedio flota (t)	Valor estimado de acuerdo a la flota
				P: días al año en que la precipitación > 0,254 mm	Días al año con precipitación mayor a 0,254 mm en estación Catemu [DGA]
Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados	$k \times 0,91 \times (sL)^{0,91} \times (W)^{1,02} \times (1-P/4N)$	g/km-veh	Guía M11 y Capítulo 13.2.1 AP-42 US EPA – Paved Roads	k: Factor tamaño de partícula	Tabla 13.2.1-1 – Capítulo 13.2.1 AP-42 US EPA – Paved Roads
				sL: Carga de fino de la superficie (g/m^2)	Valor por defecto. Guía RM 2012
				W: Masa promedio de la flota (t)	Valor estimado de acuerdo a la flota
				P: días al año en que la precipitación > 0,254 mm	Días al año con precipitación mayor a 0,254 mm en estación Catemu [DGA]
				N: número de días considerados en el período	Días al año

4.3.2 Factores de emisión para la estimación de material particulado y gases por combustión

A continuación, se presentan los factores de emisión de la combustión vehicular, maquinaria y grupos generadores asociados a las faenas de Planta Catemu, Mina UVA y 3H. Respecto a los factores de emisión de actividades de terceros se consideran solamente aquellas correspondientes a las quemas agrícolas, toda vez que los montos de las emisiones de la Fundación Chagres y uso residencial de la leña se obtuvieron directamente de fuentes bibliográficas.

4.3.2.1 Vehículos

Tabla 4-3: Factores de emisión de MP y gases para combustión vehicular

Tipo de Vehículo	Contaminante	Factor Emisión [g/km]
Camión pesado diésel tipo 3	MPS, MP10 y MP2,5	$((0,100820480611018+(0,424449762706025*EXP((-1)*0,0416436785215947)*v))) + (0,864328026775096*EXP((-1)*0,159945936589218)*v))$
	HC	$((0,135938586321894+(0,71588074810547*EXP((-1)*0,0234666513590177)*v))) + (2,79878282504916*EXP((-1)*0,123459782380517)*v))$
	NOx	$((5,58300975720938+(14,5724996214701*EXP((-1)*0,0510403515051286)*v))) + (45,651882800859*EXP((-1)*0,309240087785118)*v))$
	CO	$(1,24588358438859+(103,700537481749/(1+EXP((-1)*1,3906312471446))+0,543451750078654*LN(v)))+(0,0390066425998189*v))$
	NH ₃	0,003
	SO ₂	$((199,101296810716+(496,037924788222*EXP((-1)*0,0466183266185801)*v)))+(3798,31076366067*EXP((-1)*0,573715458508514)*v)))*0,0015*2$
Buses interurbanos diésel tipo 3	MPS, MP10 y MP2,5	$((0,0824673698756213+(1,06820321325441/(1+EXP((-1)*1)*2,35097203495455)+(1,08187915615308*LN(v)))+(0,0118433684419714*v))))$
	HC	$(0,227231246172132+(15,6623993601925/(1+EXP((-1)*0,530825258433305)+(0,64893877880533*LN(v)))+(0,0270342446309713*v))))$
	NOx	$((5,30542698745506+(21,8812199241423*EXP((-1)*0,0529967144180243)*v)))+(90,0551365078442*EXP((-1)*0,247649925809256)*v))$
	CO	$((1,08632604031267+(6,46823166382744*EXP((-1)*0,0457909676088093)*v)))+(15,0010348169023*EXP((-1)*0,221904651804259)*v))$
	NH ₃	0,003
	SO ₂	$((191,107562411866+(700,026927912708*EXP((-1)*0,0528349965193726)*v)))+(3813,80268106653*EXP((-1)*0,452232380842497)*v)))*0,0015*2$
Vehículos comerciales diésel tipo 2	MPS, MP10 y MP2,5	$(0,67*(0,000045*v^2-0,004885*v+0,1932))$
	HC	$(0,62*(0,0000175*v^2-0,00284*v+0,2162))$
	NOx	$(0,84*(0,000241*v^2-0,03181*v+2,0247))$
	CO	$(0,82*(0,000223*v^2-0,026*v+1,076))$
	NH ₃	0,001
	SO ₂	$(0,0198*v^2-2,506*v+137,42)*0,0015*2$

Fuente: Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana, 2012.

4.3.2.2 Maquinaria

Para la estimación de las emisiones producidas por la maquinaria se utilizó la metodología señalada en el acápite 4.2 “Fuera de ruta” del documento “Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas” (2017) del Ministerio de Medio Ambiente. La ecuación general para estimar las emisiones es la siguiente:

$$E_i = \sum_k N_k * NA_k * kW_k * FC_k * FE_{k,i}$$

Donde:

E_i : Emisiones del contaminante “i” [g]

N_k : Población de la maquinaria “k”

NA_k : Nivel de actividad en horas de funcionamiento de la maquinaria “k” [horas]

kW_k : Potencia nominal de la maquinaria “k” [kW]

FC_k : Factor de carga de la potencia de la maquinaria “k” [adimensional]

$FE_{k,i}$: Factor de emisión del contaminante “i” de la maquinaria “k” [g/kW-hr]

Tabla 4-4: Factores de Emisión de Gases y MP de Maquinarias

Factor de Emisión (fe)	CO, HC, NOx y MP: $FE_{aj} = FE_{EE} \times TAF \times FD$ SO ₂ : $FE_{SO_2} = (BSCF \times (1 - soxcnv) - FE_{Hcaj}) \times 0,01 \times soxdsl \times 2$
Unidades	g/kW-h
Parámetros	FE_{aj} : Factor de emisión ajustado [g/kW-h] FE_{EE} : Factor de emisión en estado estacionario de equipo nuevo [g/kW-h] TAF: Factor de ajuste transiente (adimensional) FD: Factor de deterioro (adimensional) FE_{SO_2} : Factor de emisión para el SO ₂ [g/kW-h] BSCF: Consumo específico de combustible del freno [g/kW-h] soxcnv: Ratio de gramos de azufre en MP por gramos de azufre en combustible (0,02247 valor por defecto). soxdsl: Contenido de azufre del combustible utilizado por el usuario [%], correspondiente a 0,0015% (15 ppm)
Fuente	Metodología adaptada del documento “Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas”, Ministerio de Medio Ambiente 2017, acápite 4.2 Fuera de Ruta
Descripción	Corresponde al factor de emisión de combustión de los motores de la maquinaria fuera de ruta. Se considera el MP10 como 100% del MP y el MP2,5 como el 97%.

Fuente: Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas”, Ministerio de Medio Ambiente, 2017.

Para el presente proyecto se considerará que los equipos tendrán estándar tecnológico Tier 2.

Tabla 4-5: Factores de emisión de equipos nuevos, Maquinaria Fuera de ruta [g/kW-hr]

Potencia	Tecnología	BSFC [gr/kW-hr]	FE HC	FE CO	FE NOx	FE MP
>19 A 37 kW	Tier 2	248	0,4	2,1	6,34	0,5
>37 A 56 kW	Tier 2	248	0,5	3,2	6,3	0,3
>56 A 75 kW	Tier 2	248	0,5	3,2	6,3	0,3
>75 A 130 kW	Tier 2	223	0,5	1,2	5,5	0,2
>130 A 225 kW	Tier 2	223	0,4	1	5,36	0,2
>225 A 450 kW	Tier 2	223	0,2	1,1	6	0,2
>450 A 560 kW	Tier 2	223	0,2	1,8	5	0,2

Fuente: Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas”, Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Tabla 4-11.

El factor de deterioro se calcula como se indica a continuación:

$$FD = 1 + A \times (\text{Factor Edad})^b ; \text{si Factor Edad} \leq 1$$

$$FD = 1 + A ; \text{si Factor Edad} > 1$$

Donde:

FD: Factor de deterioro

A: Constante empírica dependiente del contaminante y el tipo de tecnología

Factor Edad = Horas acumuladas × Factor de carga/Vida media a carga completa (h)

b: Constante, para vehículos a diésel se asume un deterioro lineal (b=1)

Tabla 4-6: Factor empírico “A” del factor de deterioro

Contaminante	Tier 2
HC	0,034
CO	0,101
NOx	0,009
MP	0,473

Fuente: Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas”, Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Tabla 4-12.

Tabla 4-7: Vida media para maquinaria fuera de ruta según rango de potencia

Potencia	Vida Media [hr]
>19 - 37 kW	2.500
>37 – 75 kW	4.667
>75 - 130 kW	4.667
>130 - 225 kW	4.667
>225 - 450 kW	7.000
>450 - 560 kW	7.000
>560 kW	7.000

Fuente: Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas”, Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Tabla 4-13.

En el presente caso, de manera conservadora, se considerará que la vida media es igual a las horas acumuladas.

Tabla 4-8: Factores de ajuste transiente

Maquinaria	HC (SN-T3)	CO (SN-T3)	NOx (SN-T2)	MP10 (SN-T2)
Bulldozer	2,3	2,6	1,1	2,0
Cargador frontal	2,3	2,6	1,1	2,0
Excavadoras	1,1	1,5	1	1,2
Grúa telescópica	1,1	1,5	1	1,2
Minicargadoras	2,3	2,6	1,1	2,0
Grúa horquilla	1,1	1,5	1	1,2
Motoniveladora	1,1	1,5	1	1,2
Tractores / Cargadores / Retroexcavadoras	1,1	1,5	1	1,2
Otro industrial general equipo	2,3	2,6	1,1	2,0
Rodillos	2,3	2,6	1,1	2,0

Fuente: Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas”, Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Tabla 4-14.

Tabla 4-9: Factor de carga y horas de funcionamientos anuales por tipo de maquinaria

Maquinaria	Factor de Carga
Bulldozer	0,59
Cargador frontal	0,59
Excavadoras	0,59
Grúa telescópica	0,43
Minicargadoras	0,21
Grúa horquilla	0,59
Motoniveladora	0,59
Tractores / Cargadores / Retroexcavadoras	0,21
Otro industrial general equipo	0,43
Rodillos	0,59

Fuente: Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas”, Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Tabla 4-15.

4.3.2.3 Grupo generador

Las emisiones generadas por el uso de grupos generadores se calcularon a partir de la metodología señalada en el documento “Minuta estimación de emisiones grupos electrógenos” (2017) del Ministerio de Medio Ambiente. La ecuación general para estimar las emisiones es la siguiente:

$$E_i = N \cdot NA \cdot POT \cdot EF_i$$

Donde:

E_i : Emisiones del contaminante “i” [g]

N_k : Población (unidades)

NA: Nivel de actividad (horas de uso en periodo), [h]

POT: Potencia nominal promedio de la población

EF_i : Factor de emisión del contaminante i por unidad de trabajo, [g/kW-h]

Tabla 4-10: Factores de Emisión de Gases y MP de Grupos Electrógenos

Factor de Emisión (fe)	CO, HC, NOx y MP: $FE_{aj} = FE_{EE} \times TAF \times FD - S_{MPaj}$ $S_{MPaj} = BSFC \cdot TAF \cdot 7,0 \cdot soxcnv \cdot 0,01 \cdot (soxbas-soxdsl)$ SO₂: $FE_{SO_2} = (BSFC \times (1-soxcnv) - FE_{HCAj}) \times 0,01 \times soxdsl \times 2$
Unidades	g/kW-h
Parámetros	FE_{aj} : Factor de emisión ajustado [g/kW-h] FE_{EE} : Factor de emisión en estado estacionario de equipo nuevo [g/kW-h] TAF: Factor de ajuste transiente (adimensional), para grupos electrógenos se considera TAF = 1. FD: Factor de deterioro (adimensional) S_{MPaj} : Ajuste del MP por el contenido de azufre en el combustible BSFC: Consumo específico de combustible del freno [g/kW-h] 7,0: Gramos de sulfato de MP/gramos de azufre en MP soxcnv: Gramos de azufre en MP/Gramos de azufre en combustible consumido (0,02247 valor por defecto). 0,01: Conversión porcentaje a fracción soxbas: Contenido de azufre usado en el combustible de certificación [%] soxdsl: Contenido de azufre del combustible de evaluación [%], correspondiente a 0,0015% (15 ppm) FE_{SO_2} : Factor de emisión para el SO ₂ [g/kW-h]
Fuente	Metodología del documento “Minuta estimación de emisiones grupos electrógenos”, Ministerio de Medio Ambiente 2017
Descripción	Corresponde al factor de emisión de combustión de los motores de grupos generadores Se considera el MP10 como 100% del MP y el MP2,5 como el 97%.

Para el presente proyecto se considerará que los equipos tendrán estándar tecnológico Tier 2.

Tabla 4-11: Factores de emisión de equipos nuevos, grupos generadores [g/kW-hr]

Potencia	Tecnología	BSFC [gr/kW-hr]	FE HC	FE CO	FE NOx	FE MP
19 ≤ kW < 37	Tier 2	248	0,374	2,055	6,340	0,454

Potencia	Tecnología	BSFC [gr/kW-hr]	FE HC	FE CO	FE NOx	FE MP
37 ≤ kW < 56	Tier 2	248	0,492	3,172	6,303	0,322
225 ≤ kW < 450	Tier 2	223	0,224	1,130	5,813	0,176
450 ≤ kW < 560	Tier 2	223	0,224	1,780	5,498	0,176
560 ≤ kW < 900	Tier 2	223	0,224	1,025	5,498	0,176
kW ≥ 900	Tier 2	223	0,224	1,025	5,498	0,176

Fuente: Minuta estimación de emisiones grupos electrógenos, Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Tabla 2.1.

El factor de deterioro se calcula como se indica a continuación:

$$FD = 1 + A \times (\text{Factor Edad})^b ; \text{si Factor Edad} \leq 1$$

$$FD = 1 + A ; \text{si Factor Edad} > 1$$

Donde:

FD: Factor de deterioro

A: Constante empírica dependiente del contaminante y el tipo de tecnología

Factor Edad = Horas acumuladas × Factor de carga/Vida media a carga completa (h)

b: Constante, para vehículos a diésel se asume un deterioro lineal (b=1)

Tabla 4-12: Factor empírico “A” del factor de deterioro

Contaminante	Tier 2
HC	0,034
CO	0,101
NOx	0,009
MP	0,473

Fuente: Minuta estimación de emisiones grupos electrógenos, Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Tabla 2.3.

Tabla 4-13: Vida media para maquinaria fuera de ruta según rango de potencia

Potencia	Vida Media [hr]
>19 - 37 kW	2.500
>37 – 75 kW	4.667
>75 - 130 kW	4.667
>130 - 225 kW	4.667
>225 - 450 kW	7.000
>450 - 560 kW	7.000
>560 kW	7.000

Fuente: Minuta estimación de emisiones grupos electrógenos, Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Tabla 2.4.

4.3.2.4 Quemas agrícolas

Las quemas agrícolas corresponden a la actividad de quema de desechos agrícolas de forma controlada. La cantidad de desechos generados para ser quemados depende del tipo de cultivo, así como la cantidad de emisiones generadas. La metodología utilizada para estimar estas emisiones considera estas dos variables, factor de carga y factor de emisión.

Los principales cultivos identificados en la comuna de Catemu³ corresponden a cereales, cultivos industriales, leguminosas y tubérculos. La Tabla 4-14 presenta los factores de carga y factores de emisión considerados por tipo de cultivo para la estimación de emisiones.

Tabla 4-14: Factores de carga y factores de emisión para quemas agrícolas

Cultivo	Factor de carga (t/ha)	FE (kg/t)					
		MP10	MP2,5	NOx	SO2	VOC	CO
Cereales	5,56	6,3	6,0	2,2	0,3	4,4	57,2
Leguminosas y tubérculos	5,60	6,9	6,5	2,6	0,1	7,1	74,0
Cultivos industriales	1,79	14,3	13,6	2,3	0,3	10,9	59,5

Fuente: Air Resource Board, Agricultural Burning Emission Factors. California Environmental Protection Agency.

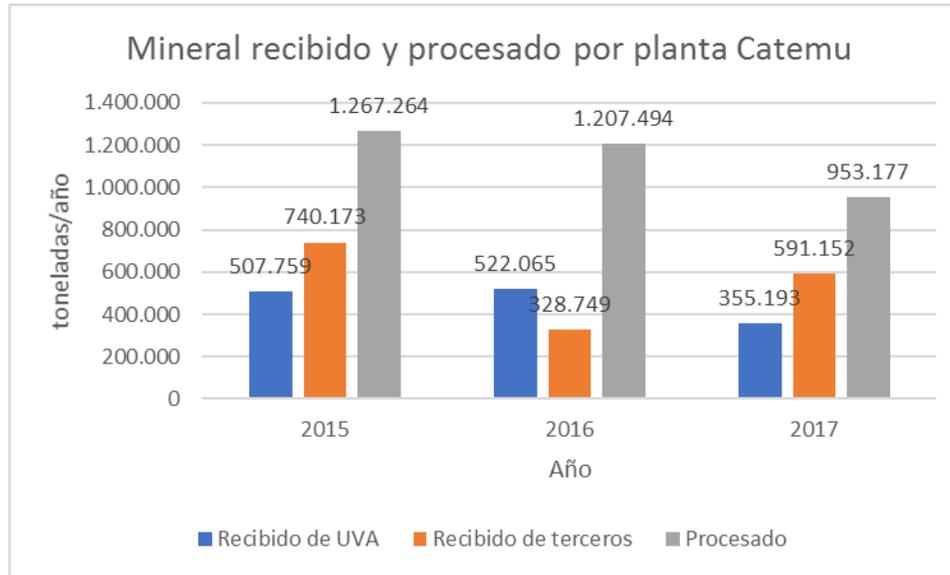
4.4 Estimación factores de emisión

4.4.1 Escenario PPDA

Para la evaluación de este escenario se escogió el año de mayor actividad dentro del trienio 2015-2017. Dicho año corresponde al año de mayor movimiento de material recibido y procesado en la Planta Catemu. Cabe señalar que la planta posee una capacidad de procesamiento autorizado de 150.000 t/mes.

³ Informe Cultivos Anuales Esenciales - Año agrícola 2016-2017 INE

Figura 4-1: Cantidad de mineral procesado y recibido en Planta Catemu



Fuente: Elaboración propia en base a información de Cemin

Como se puede apreciar, se evaluarán las emisiones considerando los niveles de actividad correspondientes al año 2015.

4.4.1.1 Tronaduras

Este factor de emisión aplica solamente a la mina UVA para su operación minera a cielo abierto como método de explotación. Esta actividad consiste en la detonación de explosivos con el fin de fragmentar la roca para su posterior carguío. Los valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para tronadura se presentan en la Tabla 4-15.

Tabla 4-15: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para tronadura

Fuente	Variabes	Valor	Referencia
Mina UVA	k: Factor tamaño de partícula (MPS)	1	Capítulo 11.9 AP-42 US EPA – Western Surface Coal Mining.
	k: Factor tamaño de partícula (MP10)	0,75	
	k: Factor tamaño de partícula (MP2,5)	0,105	
	A: Área detonada (m ² /día)	340	Anexo G “Actualización Inventario y Modelacion Calidad Aire” Adenda complementaria DIA Aumento Extracción Mina UVA a 55 KTPM

A partir del factor de emisión correspondiente de la Tabla 4-2 y los valores de las variables de la Tabla 4-15, se obtienen los valores de factores de emisión que se muestran a continuación.

Tabla 4-16: Valores de los Factores de Emisión de Material Particulado para Tronaduras

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Mina UVA	Tronadura	1,38	0,72	0,04	kg/tron

4.4.1.2 Chancado

Este factor de emisión aplica solamente a la planta Catemu y corresponde a la reducción de tamaño del mineral. Para determinar el factor de emisión a utilizar para esta actividad, se realizó un muestreo en terreno en los acopios existentes en las canchas de recepción de mineral en la planta. De acuerdo a los resultados del muestreo realizado en terreno del mineral que se recibe en la Planta Catemu, éste posee una humedad que fluctúa entre 4,45% y 6,19%, considerada una humedad alta (sobre 4%). Los valores obtenidos del mencionado muestreo se adjuntan en el Anexo 1.

El factor de emisión de chancado, de acuerdo a su fórmula, no considera parámetros para su cálculo.

Tabla 4-17: Valores de los factores de emisión de material particulado para chancado – Escenario PPDA

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Planta Catemu	Chancado primario	0,01	0,004	0,004	kg/t
	Chancado secundario	0,03	0,012	0,012	kg/t
	Chancado terciario	0,03	0,01	0,01	kg/t
	Chancado cuaternario	0,03	0,01	0,01	kg/t

4.4.1.3 Harneo

Este factor de emisión aplica solamente a la planta Catemu y corresponde a la clasificación del mineral entre etapas de chancado de acuerdo al tamaño del mineral. El factor de emisión del harneo, no considera parámetros para su cálculo.

Tabla 4-18: Valores de los factores de emisión de material particulado para harneo – Escenario PPDA

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Planta Catemu	Harneo	0,0125	0,0043	0,0043	kg/t

4.4.1.4 Transferencia entre correas

Este factor de emisión aplica solamente a la planta Catemu y corresponde al traspaso de mineral entre correas o equipos si aplica. El factor de emisión del harneo, no considera parámetros para su cálculo.

Tabla 4-19: Valores de los factores de emisión de material particulado para traspasos entre correas – Escenario PPDA

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Planta Catemu	Traspasos entre correas	0,0015	0,00055	0,00055	kg/t

4.4.1.5 Transferencia de material

Esta actividad corresponde a las transferencias discretas de material que se realizan en las distintas faenas, ya sea de mineral o estéril, según corresponda.

Tabla 4-20: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para transferencia de material – Escenario PPDA

Fuente	Variables	Valor	Referencia
Planta Catemu	k: Factor tamaño de partícula (MPS)	0,74	Capítulo 13.2, AP-42 US EPA - Aggregate Handling and Storage Piles.
	k: Factor tamaño de partícula (MP10)	0,35	
	k: Factor tamaño de partícula (MP2,5)	0,053	
	M: Humedad del material (%) – Mineral Mina UVA	4,56	Valor muestreo en terreno
	M: Humedad del material (%) – Mineral terceros	5,43	Valor muestreo en terreno
	M: Humedad del material (%) – Ripios	8	Apéndice III-1 Adenda Complementaria DIA Continuidad Operacional Planta Catemu. Se utiliza este valor dado que se asume que este parámetro es similar en el escenario futuro.
	U: Velocidad del viento (m/s)	1,3	Valor promedio estación Nuevo Amanecer 2015
Mina UVA	k: Factor tamaño de partícula (MPS)	0,74	Capítulo 13.2, AP-42 US EPA -
	k: Factor tamaño de partícula (MP10)	0,35	

Fuente	Variabes	Valor	Referencia
	k: Factor tamaño de partícula (MP2,5)	0,053	Aggregate Handling and Storage Piles.
	M: Humedad del material (%) - Mineral	4,56	Valor muestreo terreno
	M: Humedad del material (%) - Estéril	4,47	Valor muestreo terreno
	U: Velocidad del viento (m/s)	1,3	Valor promedio estación Nuevo Amanecer 2015
3H	k: Factor tamaño de partícula (MPS)	0,74	Capítulo 13.2, AP-42 US EPA -
	k: Factor tamaño de partícula (MP10)	0,35	
	k: Factor tamaño de partícula (MP2,5)	0,053	Aggregate Handling and Storage Piles.
	M: Humedad del material (%) - Mineral	2,5	Anexo 2-1A "Estimación de emisiones atmosféricas" DIA Proyecto Minero 3H (Situación actual)
	U: Velocidad del viento (m/s)	1,3	Valor promedio estación Nuevo Amanecer 2015

A partir del factor de emisión correspondiente de la Tabla 4-2, y los valores de las variables de la Tabla 4-20, se obtienen los valores de factores de emisión que se muestran a continuación.

Tabla 4-21: Valores de los Factores de Emisión de Material Particulado para Transferencia de Material – Escenario PPDA

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Planta Catemu	Transferencia de material – Mineral Mina UVA	0,00018	0,00009	0,00001	kg/t
	Transferencia de material – Mineral terceros	0,00014	0,00007	0,00001	kg/t
	Transferencia de material – Ripios	0,00008	0,00004	0,00001	kg/t
Mina UVA	Transferencia de material – Mineral	0,00018	0,00009	0,00001	kg/t
	Transferencia de material – Estéril	0,00019	0,00009	0,00001	kg/t
3H	Transferencia de material – Mineral	0,0004	0,0002	0,00003	kg/t

4.4.1.6 Erosión eólica

Se considera el potencial de erosión eólica en los acopios en las canchas de recepción de mineral y botaderos de ripios de la Planta Catemu.

Tabla 4-22: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para erosión eólica – Escenario PPDA

Fuente	Variables	Valor	Referencia
Planta Catemu	k: Factor tamaño de partícula (MPS)	1	Guía M11 y Proposed Revisions to Fine Fraction Ratios Used for AP-42 Fugitive Dust Emission Factors
	k: Factor tamaño de partícula (MP10)	0,5	
	k: Factor tamaño de partícula (MP2,5)	0,075	
	s: contenido de finos (%) – Mineral Mina UVA	5,44	Valor muestreo terreno
	s: contenido de finos (%) – Mineral terceros	2,50	Valor muestreo terreno
	s: contenido de finos (%) - Ripios	8	Apéndice III-1 Adenda Complementaria DIA Continuidad Operacional Planta Catemu
	f: % tiempo en que $v > 5,4$ m/s	0	Valor estación Nuevo Amanecer 2015

Dado que se no se registraron velocidades del viento superiores a 5,4 m/s, se estima que las emisiones debido a la erosión eólica son despreciables.

4.4.1.7 Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados

El tránsito de vehículos se encuentra asociado al transporte de mineral, ripios, insumos, personal, residuos, entre otros. En general, se considera el tránsito por caminos no pavimentados el paso de los vehículos por las vías internas de la planta Catemu y faenas mineras.

En la Tabla 4-23 se presentan los parámetros para el cálculo del factor de emisión de material particulado producto de la resuspensión de polvo por el tránsito de vehículos por caminos no pavimentados.

Tabla 4-23: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Variables	Valor	Referencia
Planta Catemu, Mina UVA y 3H	k: Factor de tamaño de partícula MPS	4,9	AP-42, 13.2.2 Unpaved Roads
	k: Factor de tamaño de partícula MP10	1,5	
	k: Factor de tamaño de partícula MP2,5	0,15	
	a: Constante empírica MPS	0,7	
	a: Constante empírica MP10 y MP2,5	0,9	
	b: Constante empírica MPS, MP10 y MP2,5	0,45	
	s: Contenido de finos (%)	Según tramo	Valor muestreo terreno
	W: Peso promedio del flujo total de la flota (t)	Según tramo y flujo	Estimado a partir de datos del proyecto
P: días al año en que la precipitación > 0,254 mm	22	Días al año con precipitación mayor a 0,254 mm, estación Catemu [DGA] 2015	

En la Figura 4-2, Figura 4-3 y Figura 4-2 se muestra la red de caminos a utilizar por cada fuente, donde se identifican los tramos no pavimentados y pavimentados.

Figura 4-2: Red de caminos utilizados por Planta Catemu

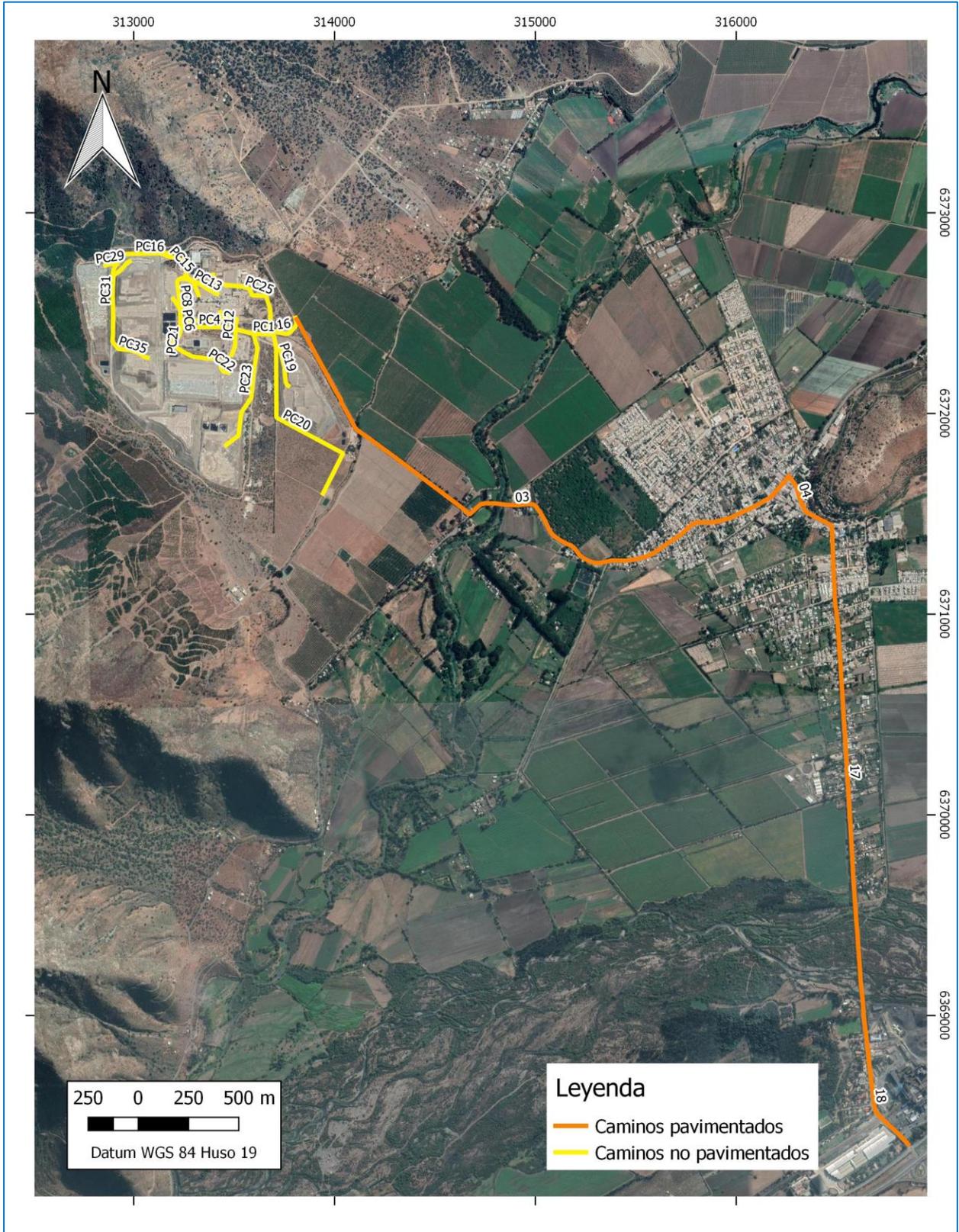


Figura 4-3: Red de caminos utilizados por Mina UVA

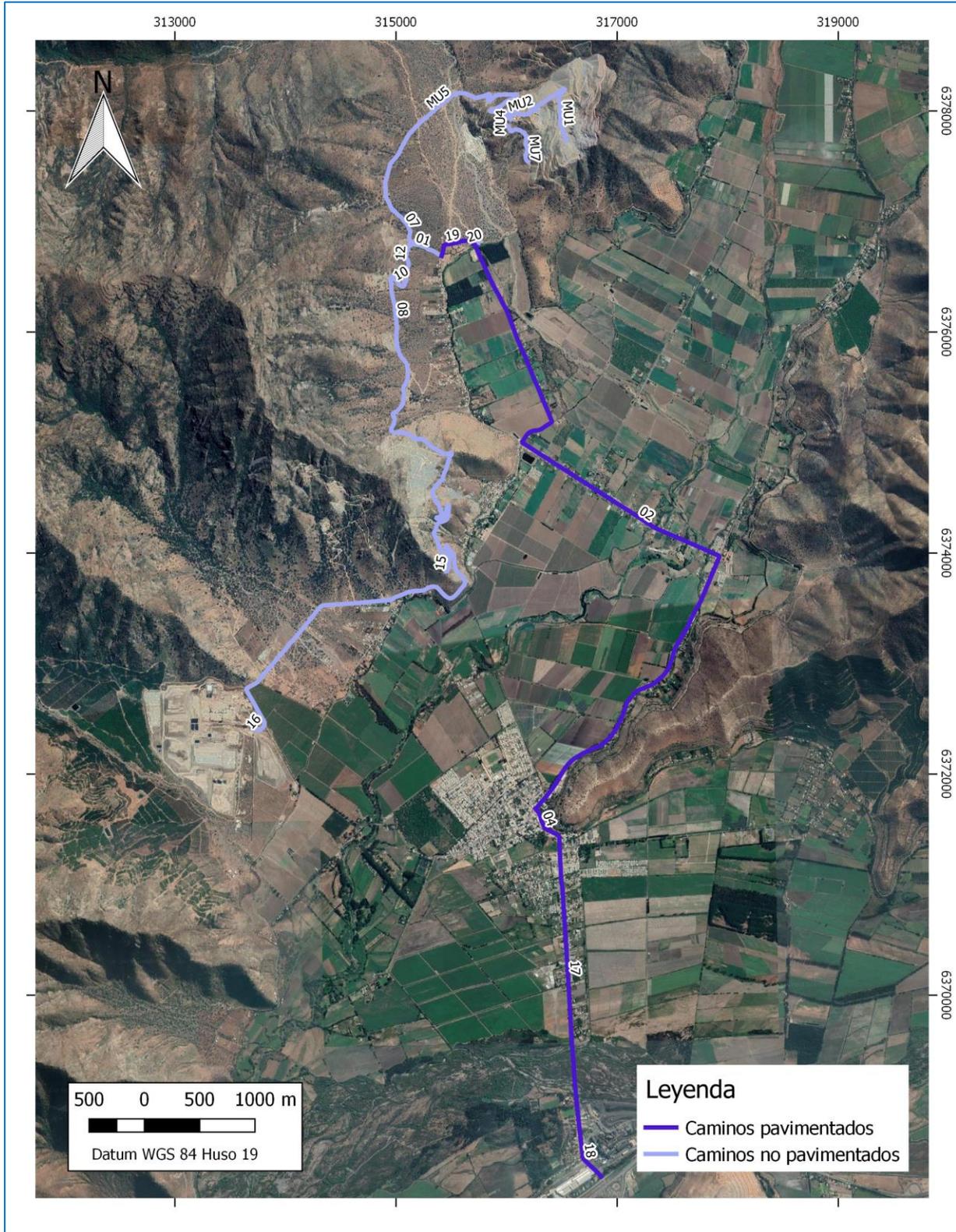
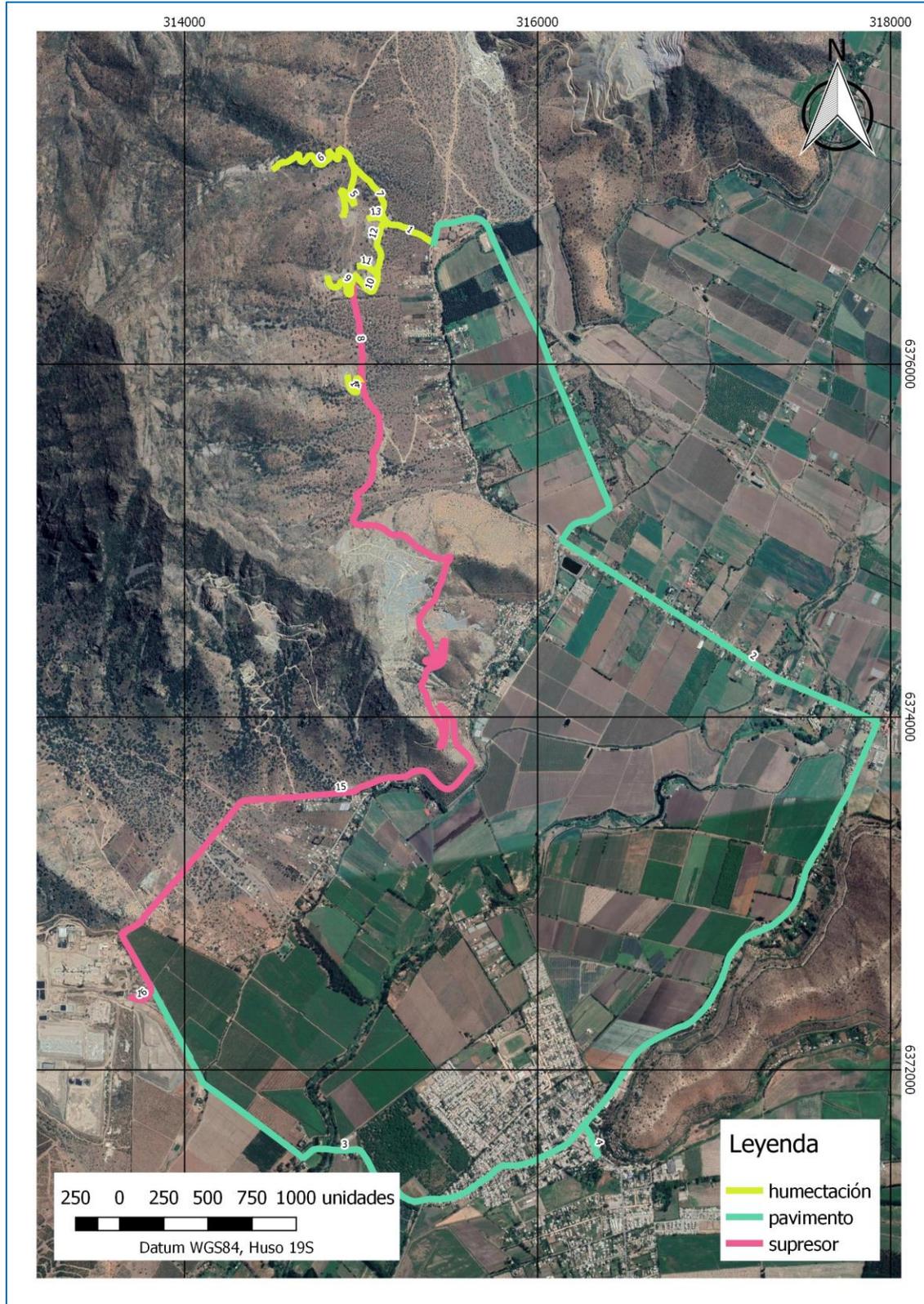


Figura 4-4: Red de caminos utilizados por 3H



Estimación peso promedio de la flota para cada tramo no pavimentado

Para cada tramo utilizado por cada fuente se estimó el peso promedio de la flota, considerando los distintos tipos de vehículos y sus respectivos flujos.

Tabla 4-24: Estimación peso promedio flota Planta Catemu– Escenario PPDA

Tramo	Camión 30 t	Camión aljibe 10 m ³	Camión residuos	Camioneta	Bus	Camión plano 12 t	W (t)
PC1	46.118	18.980	720	2.920	0	0	21,8
PC2	46.118	18.980	720	2.920	0	0	21,8
PC3	69.340	2.190	0	2.920	0	0	25,8
PC4	30.058	18.980	720	2.920	0	0	20,2
PC5	30.058	18.980	0	2.920	0	0	20,2
PC6	30.058	18.980	0	2.920	0	0	20,2
PC7	53.098	18.980	0	2.920	0	0	22,4
PC8	43.178	6.570	0	2.920	0	0	24,0
PC9	23.340	2.190	0	2.920	0	0	23,6
PC10	23.040	0	0	2.920	0	0	24,6
PC11	37.440	0	0	2.920	0	0	25,5
PC12	53.280	0	0	2.920	0	0	26,0
PC13	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC14	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC15	39.676	4.380	0	2.920	0	0	24,3
PC16	39.676	4.380	0	2.920	0	0	24,3
PC17	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC18	19.838	6.570	0	2.920	0	0	21,4
PC19	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC20	0	6.570	0	2.920	0	0	9,1
PC21	0	0	0	2.920	0	0	3,4
PC22	0	0	0	2.920	0	0	3,4
PC23	0	0	0	2.920	0	0	3,4
PC24	0	720	0	2.920	1.440	540	9,0
PC25	0	720	0	2.920	0	540	5,7
PC26	17.720	2.190	0	2.920	0	0	22,7
PC27	0	10.220	0	2.920	0	0	9,9
PC28	0	0	0	2.920	0	0	3,4
PC29	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC30	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC31	0	2.190	0	2.920	0	0	7,0
PC32	0	2.190	0	2.920	0	0	7,0
PC33	0	0	0	2.920	0	540	4,5
PC34	19.838	0	0	2.920	0	0	24,2
PC35	0	0	0	2.920	0	0	3,4
16	2.520	10.940	3.600	2.920	1.440	540	13,4
Peso promedio (kg)	27.235	11.703	15.500	3.389	18.300	10.559	

Tabla 4-25: Estimación peso promedio flota Mina UVA– Escenario PPDA

Tramo	Camión 30 t	Camión aljibe 10 m ³	Camión residuos	Camioneta	Bus	Camión plano 12 t	W (t)
MU1	15.867	2.920	0	0	0	0	24,8
MU2	11.250	1.460	0	0	0	0	25,5
MU3	11.250	3.076	0	6.570	1.095	48	17,5
MU4	63.000	1.460	0	0	0	24	26,9
MU5	51.750	3.076	0	6.570	1.095	48	23,8
MU6	0	1.460	0	0	0	0	11,7
MU7	40.500	1.460	0	0	0	0	26,7
MU8	40.500	1.460	0	0	0	24	26,7
MU9	0	1.616	0	6.570	1.095	24	6,6
01	0	156	0	6.570	1.095	48	5,7
02	0	156	0	6.570	1.095	48	5,7
04	0	156	0	6.570	1.095	48	5,7
07	51.750	1.616	0	6.570	1.095	48	24,1
08	51.750	0	0	0	0	0	27,2
10	51.750	0	0	0	0	0	27,2
12	51.750	0	0	0	0	0	27,2
15	51.750	0	0	0	0	0	27,2
16	51.750	0	0	0	0	0	27,2
17	0	156	0	0	0	48	11,4
18	0	156	0	0	0	48	11,4
19	0	1.460	0	0	0	0	11,7
20	0	1.460	0	0	0	0	11,7
Peso promedio (kg)	27.235	11.703	15.500	3.389	18.300	10.559	

Tabla 4-26: Estimación peso promedio flota 3H– Escenario PPDA

Tramo	Camión 30 t	Camión cisterna 8 m ³	Camión aljibe 10 m ³	Camión plano 12 t	Camión residuos	Bus	Furgón	Camionetas	W (t)
01	6.000	156	1.056	120	51	0	528	792	21,2
05	1.200	0	0	0	0	0	0	0	27,2
06	600	0	0	0	0	0	0	0	27,2
07	1.800	0	0	0	0	0	0	0	27,2
08	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
09	600	0	0	0	0	0	0	0	27,2
10	600	0	0	0	0	0	0	0	27,2
11	1.800	156	1.056	120	51	0	528	792	15,5
12	2.400	156	1.056	120	51	0	528	792	16,9
13	1.800	0	0	0	0	0	0	0	27,2
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
16	6.000	0	0	0	0	0	0	0	27,2

Tramo	Camión 30 t	Camión cisterna 8 m ³	Camión aljibe 10 m ³	Camión plano 12 t	Camión residuos	Bus	Furgón	Camionetas	W (t)
Peso promedio (kg)	27.235	11.160	11.703	10.559	15.500	18.300	3.900	3.389	

Estimación factor de emisión para cada tramo no pavimentado

Finalmente, considerando los parámetros señalados en la Tabla 4-23, porcentajes de finos según muestreo en terreno y peso promedio de la flota estimados en las Tabla 4-24, Tabla 4-25 y Tabla 4-26, se obtienen los factores de emisión para cada tramo no pavimentado.

Cabe señalar que, en el presente escenario los camiones que transportan mineral desde la faena minera 3H hasta la Planta Catemu, lo hacen por el sector poblado de Catemu, situación que se modifica en el escenario futuro.

Tabla 4-27: Valores de los factores de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Tramo	sL (%)	W (t)	Días de lluvia	Factor de emisión (g/km)		
					MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu	PC1	3,03	21,8	22	1.268,1	294,8	29,5
	PC2	3,03	21,8	22	1.268,1	294,8	29,5
	PC3	6,57	25,8	22	2.352,9	638,5	63,9
	PC4	3,03	20,2	22	1.223,9	284,5	28,5
	PC5	3,03	20,2	22	1.225,7	284,9	28,5
	PC6	5,6	20,2	22	1.884,1	495,2	49,5
	PC7	5,6	22,4	22	1.971,9	518,3	51,8
	PC8	5,6	24,0	22	2.034,1	534,7	53,5
	PC9	18,45	23,6	22	4.652,6	1.552,2	155,2
	PC10	3,03	24,6	22	1.337,5	310,9	31,1
	PC11	18,45	25,5	22	4.819,1	1.607,8	160,8
	PC12	3,03	26,0	22	1.372,4	319,0	31,9
	PC13	18,45	23,1	22	4.606,9	1.537,0	153,7
	PC14	5,6	23,1	22	1.999,6	525,6	52,6
	PC15	5,6	24,3	22	2.046,6	537,9	53,8
	PC16	5,6	24,3	22	2.046,6	537,9	53,8
	PC17	5,6	23,1	22	1.999,6	525,6	52,6
	PC18	8,82	21,4	22	2.655,2	764,3	76,4
	PC19	8,82	23,1	22	2.748,1	791,0	79,1
	PC20	8,82	9,1	22	1.811,8	521,5	52,1
	PC21	3,31	3,4	22	583,6	138,1	13,8
	PC22	3,31	3,4	22	583,6	138,1	13,8
	PC23	8,82	3,4	22	1.159,0	333,6	33,4
	PC24	5,6	9,0	22	1.306,5	343,4	34,3
	PC25	5,6	5,7	22	1.069,6	281,1	28,1
	PC26	6,57	22,7	22	2.219,3	602,3	60,2
	PC27	5,6	9,9	22	1.363,4	358,4	35,8

Fuente	Tramo	sL (%)	W (t)	Días de lluvia	Factor de emisión (g/km)		
					MPS	MP10	MP2,5
	PC28	5,6	3,4	22	843,3	221,7	22,2
	PC29	2,12	23,1	22	1.013,1	219,3	21,9
	PC30	2,12	23,1	22	1.013,1	219,3	21,9
	PC31	2,12	7,0	22	590,4	127,8	12,8
	PC32	5,6	7,0	22	1.165,3	306,3	30,6
	PC33	5,6	4,5	22	958,9	252,0	25,2
	PC34	2,12	24,2	22	1.034,4	223,9	22,4
	PC35	2,12	3,4	22	427,3	92,5	9,2
	16	3,03	13	22	1.018,7	236,8	23,7
Mina UVA	MU1	9,44	24,8	22	2.977,8	868,9	86,9
	MU2	9,44	25,5	22	3.011,6	878,7	87,9
	MU3	9,44	17,5	22	2.543,0	742,0	74,2
	MU4	9,44	26,9	22	3.086,4	900,5	90,1
	MU5	3,98	23,8	22	1.596,3	391,9	39,2
	MU6	24,76	11,7	22	4.169,7	1.475,4	147,5
	MU7	9,44	26,7	22	3.077,0	897,8	89,8
	MU8	9,44	26,7	22	3.076,5	897,7	89,8
	MU9	9,44	6,6	22	1.641,3	478,9	47,9
	01	8	5,7	22	1.364,9	385,3	38,5
	07	8	24,1	22	2.616,4	738,6	73,9
	08	8	27,2	22	2.765,2	780,5	78,1
	10	8	27,2	22	2.765,2	780,5	78,1
	12	8	27,2	22	2.765,2	780,5	78,1
	15	8	27,2	22	2.765,2	780,5	78,1
	16	3,03	27,2	22	1.401,4	325,8	32,6
20	8	11,7	22	1.890,8	533,7	53,4	
3H	01	8,0	21,2	22	2.469,2	697,0	69,7
	05	15,1	27,2	22	4.315,6	1.383,4	138,3
	06	15,1	27,2	22	4.315,6	1.383,4	138,3
	07	8,0	27,2	22	2.765,2	780,5	78,1
	08	8,0	0,0	22	0,0	0,0	0,0
	09	3,8	27,2	22	1.654,2	403,2	40,3
	10	8,0	27,2	22	2.765,2	780,5	78,1
	11	3,8	15,5	22	1.284,6	313,1	31,3
	12	8,0	16,9	22	2.231,1	629,8	63,0
	13	15,1	27,2	22	4.315,6	1.383,4	138,3
	14	3,8	0,0	22	0,0	0,0	0,0
	15	8,0	0,0	22	0,0	0,0	0,0
16	3,0	27,2	22	2.469,2	697,0	69,7	

4.4.1.8 Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados

El tránsito de vehículos por caminos pavimentados corresponde principalmente a los traslados efectuados por rutas públicas entre el proyecto y los centros poblados, donde se encuentran los lugares de abastecimiento del proyecto, entre otros. Las vías utilizadas corresponden principalmente a las rutas E-619, E-615, Borja García Huidobro, Eduardo Raggio y F-301-E. En la Tabla 4-28 se presentan los parámetros para el cálculo del factor de emisión de material particulado producto de la resuspensión de polvo por el tránsito de vehículos por caminos pavimentados.

Tabla 4-28: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Variabes	Valor	Referencia
Planta Catemu, Mina UVA y 3H	k: Factor de tamaño de partícula MPS	3,23	AP-42, 13.2.1 Paved Roads
	k: Factor de tamaño de partícula MP10	0,62	
	k: Factor de tamaño de partícula MP2,5	0,15	
	sL: Carga de fino de la superficie (g/m ²). Vías con flujo entre 500 y 10.000 veh/día	0,7	Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la RM (SEREMI MMA RM, 2012).
	W: Peso promedio del flujo total de la flota que circula por las vías (t)	Según tramo y flujo	Estimado a partir del Plan Nacional de Censos de Vialidad y datos del proyecto
	P: días al año en que la precipitación > 0,254 mm	22	Promedio días al año con precipitación mayor a 0,254 mm, estación Catemu [DGA] 2015
	N: número de días considerados en el período	365	Días al año

Para estimar el peso promedio de la flota que circula por las vías pavimentadas, se analizó la información señalada en el Plan Nacional de Censos de Vialidad⁴ respecto a los flujos y composición vehicular. El punto de control más cercano a las vías que utilizan las fuentes consideradas corresponde al denominado 122, el cual se encuentra en la ruta E-661, próximo al cruce con la ruta CH-60. Dado que el punto de control se encuentra fuera del trayecto de varios de los traslados descritos, se utilizó como flujo vehicular basal de referencia en las vías consideradas en el presente estudio, adicionándole el flujo de la respectiva fuente proyecto dependiendo del escenario (PPDA o futuro).

⁴ <http://servicios.vialidad.cl/censo/>

Tabla 4-30: Estimación peso promedio vehículos situación basal

Tipo de vehículo	TMDA	Peso promedio (t)
Autos station	3.093	1,2
Camionetas	1.367	2
Camiones 2 ejes	395	12
Camiones más 2 ejes	191	45
Semiremolques	85	12
Remolques	25	45
Locomoción colectiva	480	17,2
Peso promedio de la flota (t)	5,3	

Fuente: Elaboración propia en base al Plan Nacional de Censos y el Manual para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones Atmosféricas

Estimación peso promedio flota en cada tramo pavimentado

A continuación, en la Tabla 4-31, Tabla 4-32 y Tabla 4-33 se estima el peso promedio considerando la flota basal y los vehículos por cada fuente para las vías pavimentadas.

Tabla 4-31: Estimación peso promedio flota por tramo Planta Catemu – Escenario PPDA

Tramo	Camión 30 t	Camión aljibe 10 m ³	Camión residuos	Camioneta	Bus	Camión plano 12 t	Basal	W (t)
03	2.520	10.940	3.600	2.920	1.440	540	2.057.262	5,4
04	2.520	10.940	3.600	0	0	540	2.057.262	5,4
17	2.520	10.940	3.600	0	0	540	2.057.262	5,4
18	2.520	720	3.600	0	0	540	2.057.262	5,4
Peso promedio (kg)	27.235	11.703	15.500	3.389	18.300	10.559	5.351	

Tabla 4-32: Estimación peso promedio flota por tramo Mina UVA – Escenario PPDA

Tramo	Camión 30 t	Camión aljibe 10 m ³	Camión residuos	Camioneta	Bus	Camión plano 12 t	Basal	W (t)
02	0	156	0	6.570	1.095	48	2.057.262	5,4
04	0	156	0	6.570	1.095	48	2.057.262	5,4
17	0	156	0	0	0	48	2.057.262	5,4
18	0	156	0	0	0	48	2.057.262	5,4
19	0	1.460	0	0	0	0	2.057.262	5,4
Peso promedio (kg)	27.235	11.703	15.500	3.389	18.300	10.559	5.351	

Tabla 4-33: Estimación peso promedio flota por tramo 3H – Escenario PPDA

Tramo	Camión 30 t	Camión cisterna 8 m ³	Camión aljibe 10 m ³	Camión plano 12 t	Camión residuos	Bus	Furgón	Camionetas	Basal	W (t)
02	6.000	156	1.056	120	51	0	528	792	2.057.262	5,42
03	6.000	156	1.056	120	51	0	528	792	2.057.262	5,42
04	0	156	1.056	120	51	0	528	792	2.057.262	5,35
Peso promedio (kg)	27.235	11.160	11.703	10.559	15.500	18.300	3.900	3.389	5.351	

Estimación factor de emisión para cada tramo pavimentado

Finalmente, a partir del factor de emisión correspondiente de la Tabla 4-2 y los valores de las variables de la Tabla 4-28 y los pesos promedio de la Tabla 4-31, Tabla 4-32 y Tabla 4-33 se obtienen los valores de factores de emisión que se muestran a continuación.

Tabla 4-34: Valores de los factores de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Tramo	sL (g/m ²)	W (t)	Días de lluvia	Factor de emisión (g/km)		
					MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu	03	0,7	5,4	22	12,9	2,5	0,6
	04	0,7	5,4	22	12,9	2,5	0,6
	17	0,7	5,4	22	12,9	2,5	0,6
	18	0,7	5,4	22	12,8	2,5	0,6
Mina UVA	02	0,7	5,4	22	12,7	2,4	0,6
	04	0,7	5,4	22	12,7	2,4	0,6
	17	0,7	5,4	22	12,7	2,4	0,6
	18	0,7	5,4	22	12,7	2,4	0,6
	19	0,7	5,4	22	12,7	2,4	0,6
3H	02	0,7	5,4	22	12,9	2,5	0,6
	03	0,7	5,4	22	12,9	2,5	0,6
	04	0,7	5,4	22	12,7	2,4	0,6

Los caminos pavimentados considerados por fuente se pueden visualizar en la Figura 4-2, Figura 4-3 y Figura 4-2.

4.4.1.9 Combustión vehicular

A continuación, se presenta el cálculo de los factores de emisión de material particulado y gases producto de la combustión de motores de los vehículos que transportan personas, mineral, insumos y residuos.

Para efectos de la estimación de emisiones se ha considerado que la flota de vehículos está compuesta por camiones pesados, buses interurbanos y camionetas. En la Tabla 4-35 se presenta los parámetros para el cálculo del factor de emisión de material particulado y gases producto de la combustión de motores de

vehículos. Cabe señalar que se realiza un cálculo diferenciado para las vías no pavimentadas y las pavimentadas, considerando distintas velocidades promedio: 30 y 50 km/h respectivamente.

Tabla 4-35: Valores Considerados en las variables del factor de emisión de material particulado y gases para la combustión de motores – Escenario PPDA

Fuente	Variables	Valor	Referencia
Planta Catemu, Mina UVA y 3H	V: Velocidad (km/h) – Vías no pavimentadas	30	Dato del proyecto
	V: Velocidad (km/h) - Vías pavimentadas	50	

A partir de la fórmula del factor de emisión correspondiente de la Tabla 4-3 y los valores de las variables de la Tabla 4-35, se obtienen los valores de factores de emisión que se muestran a continuación, los que son comunes para todas las fuentes.

Tabla 4-36: Valores de los Factores de Emisión de Material Particulado y gases para combustión de motores de vehículos – Escenario PPDA

Tipo de vehículo	V (km/h)	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	FE HC	FE NOx	FE CO	FE NH ₃	FE SO ₂	Unidad
Camión pesado	30	0,23	0,23	0,23	0,56	8,74	2,49	0,00	0,23	g/km-veh
Camión pesado	50	0,15	0,15	0,15	0,36	6,72	1,68	0,00	0,74	g/km-veh
Bus interurbano	30	0,25	0,25	0,25	0,66	9,82	2,74	0,00	1,00	g/km-veh
Bus interurbano	50	0,17	0,17	0,17	0,41	6,85	1,74	0,00	0,72	g/km-veh
Vehículo comercial	30	0,06	0,06	0,06	0,09	1,08	0,41	0,00	0,24	g/km-veh
Vehículo comercial	50	0,04	0,04	0,04	0,07	0,87	0,27	0,00	0,18	g/km-veh

4.4.1.10 Maquinaria

Se consideran los siguientes equipos en superficie, para los cuales se obtienen los factores de emisión calculados de acuerdo a lo señalado en el acápite 4.3.2.2.

Tabla 4-37: Valores de los factores de emisión de material particulado y gases para combustión de motores de maquinaria fuera de ruta – Escenario PPDA

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	FE HC	FE NOx	FE CO	FE SO ₂	Unidad
Planta Catemu	Bulldozer-Caterpillar D8K	224	0,40	0,40	0,38	0,94	5,93	2,75	0,02	g/kW-h

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	FE HC	FE NOx	FE CO	FE SO ₂	Unidad
	Cargador frontal-Caterpillar 988B	280	0,40	0,40	0,38	0,47	6,64	3,03	0,02	g/kW-h
	Excavadora-Caterpillar	184	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	g/kW-h
	Retroexcavadora-JCB 214	69	0,27	0,27	0,26	0,55	7,52	4,90	0,02	g/kW-h
	Grúa – Pluma-Grove RT655	122	0,17	0,17	0,17	0,56	5,52	1,88	0,02	g/kW-h
	Motoniveladora-Caterpillar	165	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	g/kW-h
	Rodillo-Vibromax W1103	85	0,40	0,40	0,38	1,17	6,08	3,31	0,02	g/kW-h
	Grúa Horquilla-Yale	44	0,33	0,33	0,32	0,56	6,33	5,09	0,02	g/kW-h
	Compresor-Sullair	36	1,08	1,08	1,04	0,93	7,00	5,70	0,02	g/kW-h
Mina UVA	Cargador frontal	373	0,40	0,40	0,38	0,47	6,64	3,03	0,02	g/kW-h
	Perforadora	135	0,37	0,37	0,35	0,93	5,92	2,71	0,02	g/kW-h
	Compresor	36	1,08	1,08	1,04	0,93	7,00	5,70	0,02	g/kW-h
	Motoniveladora	165	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	g/kW-h
	Bulldozer	276	0,40	0,40	0,38	0,47	6,64	3,03	0,02	g/kW-h
	Excavadora	149	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	g/kW-h
	Rodillo compactador	99	0,40	0,40	0,38	1,17	6,08	3,31	0,02	g/kW-h
3H	Excavadoras	112	0,31	0,31	0,30	0,56	5,53	1,91	0,02	g/kW-h
	Cargador Frontal	112	0,51	0,51	0,50	1,17	6,08	3,31	0,02	g/kW-h
	Compresores	69	0,77	0,77	0,74	1,17	8,30	8,82	0,02	g/kW-h

Fuente: DIA proyecto Planta Catemu (RCA N°89/2007), DIA Aumento Extracción Mina UVA a 55 KTPM (RCA N°36/2018) y DIA "Proyecto Minero 3H" (en evaluación)

4.4.1.11 Grupos generadores

A continuación se detallan los grupos generadores utilizados en cada faena junto a su respectivo factor de emisión, estimado de acuerdo a la metodología descrita en el acápite 4.3.2.3.

Tabla 4-38: Factores de emisión para grupos generadores – Escenario PPDA

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	FE HC	FE NOx	FE CO	FE SO ₂	Unidad
Planta Catemu	Generador de 1,5 MVA-Casa fuerza Planta SX-TF-EW	1.200	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Generador de 1,7 MVA-Casa fuerza Planta SX-TF-EW	1.360	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	FE HC	FE NOx	FE CO	FE SO ₂	Unidad
	Generador de 2,8 MVA-Casa fuerza Planta SX-TF-EW	2.240	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Generador de 905 KVA-Casa fuerza Planta Chancado	724	0,15	0,15	0,14	0,23	3,38	1,96	0,02	g/kW-h
Mina UVA	Grupo generador	48	0,35	0,35	0,33	0,51	6,36	3,49	0,02	g/kW-h
3H	Generador Mina 1	500	0,55	0,15	0,14	0,23	5,55	1,24	0,02	g/kW-h
	Generador Mina 2	500	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,24	0,02	g/kW-h
	Generador Oficinas	30	0,54	0,54	0,52	0,39	6,40	2,26	0,02	g/kW-h

4.4.2 Escenario futuro

Para la evaluación de este escenario se utilizó el nivel de actividad para el año 2018 como referencia.

4.4.2.1 Tronaduras

Dado el cambio de método de explotación de Mina UVA, las tronaduras se realizarán de manera subterránea, por lo que no se consideran emisiones a la atmósfera debido a esta actividad en el escenario futuro.

4.4.2.2 Chancado

Para el presente factor de emisión se realizan las mismas consideraciones descritas en el acápite 4.4.1.2 referido al escenario PPDA. Los valores de los factores de emisión se presentan en la Tabla 4-39.

Tabla 4-39: Valores de los factores de emisión de material particulado para chancado – Escenario futuro

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Planta Catemu	Chancado primario	0,01	0,004	0,004	kg/t
	Chancado secundario	0,03	0,012	0,012	kg/t
	Chancado terciario	0,03	0,01	0,01	kg/t
	Chancado cuaternario	0,03	0,01	0,01	kg/t

4.4.2.3 Harneo

Para la actividad de harneo, aplicable a la planta Catemu, se considera el mismo factor de emisión descrito en el acápite 4.4.1.3.

Tabla 4-40: Valores de los factores de emisión de material particulado para harneo – Escenario futuro

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Planta Catemu	Harneo	0,0125	0,0043	0,0043	kg/t

4.4.2.4 Transferencia entre correas

Para el escenario futuro se considera el factor de emisión descrito previamente en el acápite 4.4.1.4.

Tabla 4-41: Valores de los factores de emisión de material particulado para traspasos entre correas – Escenario futuro

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Planta Catemu	Traspasos entre correas	0,0015	0,00055	0,00055	kg/t

4.4.2.5 Transferencia de material

Esta actividad corresponde a las transferencias discretas de material que se realizan en las distintas faenas, ya sea de mineral o estéril, según corresponda. Cabe señalar que, para el presente escenario, Mina UVA no presenta transferencia de material en superficie, toda vez que la carga de camiones se realiza dentro de la mina subterránea.

Tabla 4-42: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para transferencia de material – Escenario futuro

Fuente	Variables	Valor	Referencia
Planta Catemu	k: Factor tamaño de partícula (MPS)	0,74	Capítulo 13.2, AP-42 US EPA - Aggregate Handling and Storage Piles.
	k: Factor tamaño de partícula (MP10)	0,35	
	k: Factor tamaño de partícula (MP2,5)	0,053	
	M: Humedad del material (%) – Mineral Mina UVA	4,56	Valor muestreo en terreno
	M: Humedad del material (%) – Mineral terceros	5,43	Valor muestreo en terreno
	M: Humedad del material (%) – Ripios	8	Apéndice III-1 Adenda Complementaria DIA Continuidad Operacional Planta Catemu
	U: Velocidad del viento (m/s)	1,3	Valor promedio estación Nuevo Amanecer 2018
3H	k: Factor tamaño de partícula (MPS)	0,74	

Fuente	Variabes	Valor	Referencia
	k: Factor tamaño de partícula (MP10)	0,35	Capítulo 13.2, AP-42 US EPA - Aggregate Handling and Storage Piles.
	k: Factor tamaño de partícula (MP2,5)	0,053	
	M: Humedad del material (%) - Mineral	2,5	Anexo 2-1A "Estimación de emisiones atmosféricas" DIA Proyecto Minero 3H
	U: Velocidad del viento (m/s)	1,3	Valor promedio estación Nuevo Amanecer 2018

A partir del factor de emisión correspondiente de la Tabla 4-2, y los valores de las variables de la Tabla 4-20, se obtienen los valores de factores de emisión que se muestran a continuación.

Tabla 4-43: Valores de los factores de emisión de material particulado para transferencia de material – Escenario futuro

Fuente	Actividad	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	Unidad
Planta Catemu	Transferencia de material – Mineral Mina UVA	0,00018	0,00008	0,00001	kg/t
	Transferencia de material – Mineral terceros	0,00014	0,00007	0,00001	kg/t
	Transferencia de material – Ripios	0,00008	0,00004	0,00001	kg/t
3H	Transferencia de material – Mineral	0,0004	0,0002	0,00003	kg/t

4.4.2.6 Erosión eólica

Se considera el potencial de erosión eólica en los acopios en las canchas de recepción de mineral y botaderos de ripios de la Planta Catemu, pero al igual que lo señalado en el acápite 4.4.1.6, dado que no se registraron velocidades del viento superiores a 5,4 m/s, se estima que las emisiones debido a la erosión eólica en este escenario son despreciables.

Tabla 4-44: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para erosión eólica – Escenario futuro

Fuente	Variabes	Valor	Referencia
Planta Catemu	k: Factor tamaño de partícula (MPS)	1	Guía M11 y Proposed Revisions to Fine Fraction
	k: Factor tamaño de partícula (MP10)	0,5	

Fuente	Variables	Valor	Referencia
	k: Factor tamaño de partícula (MP2,5)	0,075	Ratios Used for AP-42 Fugitive Dust Emission Factors
	s: contenido de finos (%) – Mineral Mina UVA	5,44	Valor muestreo terreno
	s: contenido de finos (%) – Mineral terceros	2,50	Valor muestreo terreno
	s: contenido de finos (%) - Ripios	8	Apéndice III-1 Adenda Complementaria DIA Continuidad Operacional Planta Catemu
	f: % tiempo en que $v > 5,4$ m/s	0	Valor estación Nuevo Amanecer 2018

4.4.2.7 Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados

El tránsito de vehículos se encuentra asociado al transporte de mineral, ripios, insumos, personal, residuos, entre otros. En general, se considera el tránsito por caminos no pavimentados el paso de los vehículos por las vías internas de la planta Catemu y faenas mineras.

En el presente escenario, se agrega flujo vehicular de transporte de estéril en una porción del camino de enlace Mina UVA/Planta Catemu, originado por el proyecto minero 3H, actualmente en evaluación ambiental. También, se realiza el cambio de ruta de los camiones de transporte de mineral de 3H, utilizando el camino de enlace Mina UVA/Planta Catemu.

En la Tabla 4-23 se presentan los parámetros para el cálculo del factor de emisión de material particulado producto de la resuspensión de polvo por el tránsito de vehículos por caminos no pavimentados para el escenario futuro.

Tabla 4-45: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Variables	Valor	Referencia
Planta Catemu, Mina UVA y 3H	k: Factor de tamaño de partícula MPS	4,9	AP-42, 13.2.2 Unpaved Roads
	k: Factor de tamaño de partícula MP10	1,5	
	k: Factor de tamaño de partícula MP2,5	0,15	
	a: Constante empírica MPS	0,7	

Fuente	Variabes	Valor	Referencia
	a: Constante empírica MP10 y MP2,5	0,9	
	b: Constante empírica MPS, MP10 y MP2,5	0,45	
	s: Contenido de finos (%)	Según tramo	Valor muestreo terreno
	W: Peso promedio del flujo total de la (t)	Según tramo y flujo	Estimado a partir de datos del proyecto
	P: días al año en que la precipitación > 0,254 mm	23	Días al año con precipitación mayor a 0,254 mm, estación Catemu [DGA] 2018

En la Figura 4-2, Figura 4-3 y Figura 4-2 se muestra la red de caminos a utilizar por cada fuente, donde se identifican los tramos no pavimentados y pavimentados. Cabe señalar que los tramos considerados no varían respecto al escenario PPDA.

Estimación peso promedio de la flota para cada tramo no pavimentado

Para cada tramo a utilizar por cada fuente se estimó el peso promedio de la flota, considerando los distintos tipos de vehículos y sus respectivos flujos.

Tabla 4-46: Estimación peso promedio flota Planta Catemu– Escenario futuro

Tramo	Camión 30 t	Camión aljibe 10 m ³	Camión residuos	Camioneta	Bus	Camión plano 12 t	W (t)
PC1	46.478	25.550	720	2.920	0	0	21,0
PC2	46.478	25.550	720	2.920	0	0	21,0
PC3	71.280	2.190	0	2.920	0	0	25,9
PC4	28.478	25.550	720	2.920	0	0	19,0
PC5	28.478	25.550	0	2.920	0	0	19,0
PC6	28.478	25.550	0	2.920	0	0	19,0
PC7	51.518	25.550	0	2.920	0	0	21,4
PC8	43.178	13.140	0	2.920	0	0	22,6
PC9	23.340	2.190	0	2.920	0	0	23,6
PC10	23.040	0	0	2.920	0	0	24,6
PC11	37.440	0	0	2.920	0	0	25,5
PC12	53.280	0	0	2.920	0	0	26,0
PC13	26.483	6.570	0	2.920	0	0	22,5
PC14	26.483	2.190	0	2.920	0	0	24,0
PC15	46.321	6.570	0	2.920	0	0	24,2
PC16	46.321	6.570	0	2.920	0	0	24,2
PC17	19.838	4.380	0	2.920	0	0	22,2
PC18	19.838	13.140	0	2.920	0	0	19,6

Tramo	Camión 30 t	Camión aljibe 10 m ³	Camión residuos	Camioneta	Bus	Camión plano 12 t	W (t)
PC19	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC20	0	13.140	0	2.920	0	0	10,2
PC21	0	4.380	0	2.920	0	0	8,4
PC22	0	2.190	0	2.920	0	0	7,0
PC23	0	2.190	0	2.920	0	0	7,0
PC24	0	720	0	2.920	1.440	540	9,0
PC25	0	720	0	2.920	0	540	5,7
PC26	16.140	2.190	0	2.920	0	0	22,4
PC27	0	10.220	0	2.920	0	0	9,9
PC28	0	0	0	2.920	0	0	3,4
PC29	26.483	4.380	0	2.920	0	0	23,2
PC30	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC31	19.838	2.190	0	2.920	0	0	23,1
PC32	0	6.570	0	2.920	0	0	9,1
PC33	0	0	0	2.920	0	540	4,5
PC34	0	0	0	2.920	0	0	3,4
PC35	19.838	0	0	2.920	0	0	24,2
16	2.520	10.940	3.600	2.920	1.440	540	13,4
Peso promedio (kg)	27.235	11.703	15.500	3.389	18.300	10.559	

Tabla 4-47: Estimación peso promedio flota Mina UVA – Escenario futuro

Tramo	Camión 30 t	Camión aljibe 10 m ³	Camión residuos	Camioneta	Bus	Camión plano 12 t	W (t)
MU1	0	2.880	0	0	0	0	11,7
MU2	0	1.440	0	0	0	0	11,7
MU3	0	4.320	0	5.760	2.880	720	9,5
MU4	12.409	1.440	0	0	0	360	25,2
MU5	12.409	4.320	0	5.760	2.880	720	18,0
MU6	0	1.440	0	0	0	0	11,7
MU7	12.409	1.440	0	0	0	0	25,6
MU8	12.409	1.440	0	0	0	360	25,2
MU9	0	2.880	0	5.760	2.880	360	9,2
1	0	1.440	0	5.760	2.880	720	9,0
2	0	1.440	0	5.760	2.880	720	9,0
4	0	1.440	0	5.760	2.880	720	9,0
7	12.409	2.880	0	5.760	2.880	720	18,3
8	12.409	0	0	0	0	0	27,2
10	12.409	0	0	0	0	0	27,2
12	12.409	0	0	0	0	0	27,2
15	12.409	0	0	0	0	0	27,2
16	12.409	0	0	0	0	0	27,2
17	0	1.440	0	0	0	720	11,3

Tramo	Camión 30 t	Camión aljibe 10 m ³	Camión residuos	Camioneta	Bus	Camión plano 12 t	W (t)
18	0	1.440	0	0	0	720	11,3
19	0	1.440	0	0	0	0	11,7
20	0	1.440	0	0	0	0	11,7
Peso promedio (kg)	27.235	11.703	15.500	3.389	18.300	10.559	

Tabla 4-48: Estimación peso promedio flota 3H – Escenario futuro

Tramo	Camión 30 t	Camión cisterna 8 m ³	Camión aljibe 10 m ³	Camión plano 12 t	Camión residuos	Bus	Furgón	Camionetas	W (t)
1	0	240	1.584	144	54	792	792	792	10,0
5	2.600	0	0	0	0	0	0	0	27,2
6	1.300	0	0	0	0	0	0	0	27,2
7	3.900	0	0	0	0	0	0	0	27,2
8	13.000	0	0	0	0	0	0	0	27,2
9	1.300	0	0	0	0	0	0	0	27,2
10	11.700	0	0	0	0	0	0	0	27,2
11	3.900	240	1.584	144	54	792	792	792	18,1
12	7.800	240	1.584	144	54	792	792	792	21,0
13	3.900	0	0	0	0	0	0	0	27,2
14	1.000	0	0	0	0	0	0	0	27,2
15	12.000	0	0	0	0	0	0	0	27,2
16	12.000	0	0	0	0	0	0	0	27,2
Peso promedio (kg)	27.235	11.160	11.703	10.559	15.500	18.300	3.900	3.389	

Estimación factor de emisión para cada tramo no pavimentado

Finalmente, considerando los parámetros señalados en la Tabla 4-45, porcentajes de finos según muestreo en terreno y peso promedio de la flota estimados en las Tabla 4-47, Tabla 4-48 y Tabla 4-54, se obtienen los factores de emisión para cada tramo no pavimentado.

Cabe señalar que en el presente escenario, los camiones que transportan mineral desde la faena minera 3H hasta la Planta Catemu, lo hacen por el camino de enlace Mina UVA/Planta Catemu.

Tabla 4-49: Valores de los factores de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Tramo	sL (%)	W (t)	Días de lluvia	Factor de emisión (g/km)		
					MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu	PC1	3,03	21,0	14	1.274,6	296,3	29,6
	PC2	3,03	21,0	14	1.274,6	296,3	29,6
	PC3	6,57	25,9	14	2.409,2	653,8	65,4
	PC4	3,03	19,0	14	1.219,6	283,5	28,4
	PC5	3,03	19,0	14	1.220,8	283,8	28,4

Fuente	Tramo	sL (%)	W (t)	Días de lluvia	Factor de emisión (g/km)		
					MPS	MP10	MP2,5
	PC6	5,6	19,0	14	1.876,6	493,3	49,3
	PC7	5,6	21,4	14	1.977,9	519,9	52,0
	PC8	5,6	22,6	14	2.027,5	532,9	53,3
	PC9	18,45	23,6	14	4.761,1	1.588,4	158,8
	PC10	3,03	24,6	14	1.368,7	318,2	31,8
	PC11	18,45	25,5	14	4.931,5	1.645,3	164,5
	PC12	3,03	26,0	14	1.404,4	326,5	32,6
	PC13	18,45	22,5	14	4.657,1	1.553,7	155,4
	PC14	5,6	24,0	14	2.080,7	546,9	54,7
	PC15	5,6	24,2	14	2.088,7	549,0	54,9
	PC16	5,6	24,2	14	2.088,7	549,0	54,9
	PC17	5,6	22,2	14	2.009,2	528,1	52,8
	PC18	8,82	19,6	14	2.613,4	752,2	75,2
	PC19	8,82	23,1	14	2.812,2	809,5	80,9
	PC20	8,82	10,2	14	1.946,6	560,3	56,0
	PC21	3,31	8,4	14	897,5	212,4	21,2
	PC22	3,31	7,0	14	825,2	195,3	19,5
	PC23	8,82	7,0	14	1.638,8	471,7	47,2
	PC24	5,6	9,0	14	1.336,9	351,4	35,1
	PC25	5,6	5,7	14	1.094,6	287,7	28,8
	PC26	6,57	22,4	14	2.255,8	612,2	61,2
	PC27	5,6	9,9	14	1.395,2	366,7	36,7
	PC28	5,6	3,4	14	863,0	226,8	22,7
	PC29	2,12	23,2	14	1.038,3	224,7	22,5
	PC30	2,12	23,1	14	1.036,7	224,4	22,4
	PC31	2,12	23,1	14	1.036,7	224,4	22,4
	PC32	5,6	9,1	14	1.349,0	354,6	35,5
	PC33	5,6	4,5	14	981,2	257,9	25,8
	PC34	2,12	3,4	14	437,2	94,6	9,5
	PC35	2,12	24,2	14	1.058,6	229,1	22,9
	16	3,03	13,4	14	1.042,5	242,3	24,2
Mina UVA	MU1	9,44	11,7	14	2.172,6	633,9	63,4
	MU2	9,44	11,7	14	2.172,6	633,9	63,4
	MU3	9,44	9,5	14	1.980,8	578,0	57,8
	MU4	9,44	25,2	14	3.070,2	895,8	89,6
	MU5	3,98	18,0	14	1.438,9	353,2	35,3
	MU6	24,76	11,7	14	4.266,9	1.509,8	151,0
	MU7	9,44	25,6	14	3.091,0	901,9	90,2
	MU8	9,44	25,2	14	3.070,2	895,8	89,6
	MU9	9,44	9,2	14	1.953,1	569,9	57,0
	1	8	9,0	14	1.715,1	484,1	48,4
	7	8	18,3	14	2.367,1	668,2	66,8
	8	8	27,2	14	2.829,7	798,8	79,9
	10	8	27,2	14	2.829,7	798,8	79,9
12	8	27,2	14	2.829,7	798,8	79,9	

Fuente	Tramo	sL (%)	W (t)	Días de lluvia	Factor de emisión (g/km)		
					MPS	MP10	MP2,5
	15	8	27,2	14	2.829,7	798,8	79,9
	16	3,03	27,2	14	1.434,1	333,4	33,3
	20	8	11,7	14	1.934,9	546,2	54,6
3H	1	8,0	10,0	14	1.800,1	508,1	50,8
	5	15,1	27,2	14	4.416,3	1.415,7	141,6
	6	15,1	27,2	14	4.416,3	1.415,7	141,6
	7	8,0	27,2	14	2.829,7	798,8	79,9
	8	8,0	27,2	14	2.829,7	798,8	79,9
	9	3,8	27,2	14	1.692,8	412,6	41,3
	10	8,0	27,2	14	2.829,7	798,8	79,9
	11	3,8	18,1	14	1.407,9	343,2	34,3
	12	8,0	21,0	14	2.517,8	710,7	71,1
	13	15,1	27,2	14	4.416,3	1.415,7	141,6
	14	3,8	27,2	14	1.692,8	412,6	41,3
	15	8,0	27,2	14	2.829,7	798,8	79,9
	16	3,0	27,2	14	1.434,1	333,4	33,3

4.4.2.8 Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados

El tránsito de vehículos por caminos pavimentados corresponde principalmente a los traslados efectuados por rutas públicas entre el proyecto y los centros poblados, donde se encuentran los lugares de abastecimiento del proyecto, entre otros. Las vías utilizadas corresponden principalmente a las rutas E-619, E-615, Borja García Huidobro, Eduardo Raggio y F-301-E. En la Tabla 4-50 se presentan los parámetros para el cálculo del factor de emisión de material particulado producto de la resuspensión de polvo por el tránsito de vehículos por caminos pavimentados.

Tabla 4-50: Valores considerados en las variables del factor de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Variables	Valor	Referencia
Planta Catemu, Mina UVA y 3H	k: Factor de tamaño de partícula MPS	3,23	AP-42, 13.2.1 Paved Roads
	k: Factor de tamaño de partícula MP10	0,62	
	k: Factor de tamaño de partícula MP2,5	0,15	
	sL: Carga de fino de la superficie (g/m ²). Vías con flujo entre 500 y 10.000 veh/día	0,7	Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la RM (SEREMI MMA RM, 2012).

Fuente	Variables	Valor	Referencia
	W: Peso promedio del flujo total de la flota que circula por las vías (t)	Según tramo y flujo	Estimado a partir del Plan Nacional de Censos de Vialidad y datos del proyecto
	P: días al año en que la precipitación > 0,254 mm	23	Promedio días al año con precipitación mayor a 0,254 mm, estación Catemu [DGA]
	N: número de días considerados en el período	365	Días al año

Para estimar el peso promedio de la flota que circula por las vías pavimentadas, se analizó la información señalada en el Plan Nacional de Censos de Vialidad⁵ respecto a los flujos y composición vehicular, cuyo cálculo es análogo al presentado en el acápite 4.4.1.8, resultando un peso promedio de 5,3 t (ver Tabla 4-30).

Finalmente, a partir del factor de emisión correspondiente de la Tabla 4-2 y los valores de las variables de la Tabla 4-50 y Tabla 4-30, se obtienen los valores de factores de emisión que se muestran a continuación.

Tabla 4-51: Valores de los factores de emisión de material particulado para resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Tramo	sL (%)	W (t)	Días de lluvia	Factor de emisión (g/km)		
					MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu	3	0,7	5,4	14	13,0	2,5	0,6
	4	0,7	5,4	14	13,0	2,5	0,6
	17	0,7	5,4	14	13,0	2,5	0,6
	18	0,7	5,4	14	12,9	2,5	0,6
Mina UVA	2	0,7	5,4	14	12,8	2,5	0,6
	4	0,7	5,4	14	12,8	2,5	0,6
	17	0,7	5,4	14	12,8	2,5	0,6
	18	0,7	5,4	14	12,8	2,5	0,6
	19	0,7	5,4	14	12,8	2,5	0,6
3H	2	0,7	5,4	14	12,8	2,5	0,6
	3	0,7	5,4	14	12,8	2,5	0,6
	4	0,7	5,4	14	12,8	2,5	0,6

Los caminos pavimentados de las fuentes se pueden visualizar en la Figura 4-2, Figura 4-3 y Figura 4-2.

⁵ <http://servicios.vialidad.cl/censo/>

4.4.2.9 Combustión vehicular

A continuación, se presenta el cálculo de los factores de emisión de material particulado y gases producto de la combustión de motores de los vehículos que transportan personas, mineral, insumos y residuos.

Para efectos de la estimación de emisiones se ha considerado que la flota de vehículos está compuesta por camiones pesados, buses interurbanos y camionetas. En la Tabla 4-52 se presentan los parámetros para el cálculo del factor de emisión de material particulado y gases producto de la combustión de motores de vehículos. Cabe señalar que se realiza un cálculo diferenciado para las vías no pavimentadas y las pavimentadas, considerando distintas velocidades promedio: 30 y 50 km/h respectivamente.

Tabla 4-52: Valores Considerados en las variables del factor de emisión de material particulado y gases para la combustión de motores – Escenario futuro

Fuente	Variables	Valor	Referencia
Planta Catemu, Mina UVA y 3H	V: Velocidad (km/h) – Vías no pavimentadas	30	Dato del proyecto
	V: Velocidad (km/h) - Vías pavimentadas	50	

A partir de la fórmula del factor de emisión correspondiente de la Tabla 4-3 y los valores de las variables de la Tabla 4-52, se obtienen los valores de factores de emisión que se muestran a continuación, los que son comunes para todas las fuentes.

Tabla 4-53: Valores de los factores de emisión de material particulado y gases para combustión de motores de vehículos – Escenario futuro

Tipo de vehículo	V (km/h)	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	FE HC	FE NOx	FE CO	FE NH ₃	FE SO ₂	Unidad
Camión pesado	30	0,23	0,23	0,23	0,56	8,74	2,49	0,00	0,23	g/km-veh
Camión pesado	50	0,15	0,15	0,15	0,36	6,72	1,68	0,00	0,74	g/km-veh
Bus interurbano	30	0,25	0,25	0,25	0,66	9,82	2,74	0,00	1,00	g/km-veh
Bus interurbano	50	0,17	0,17	0,17	0,41	6,85	1,74	0,00	0,72	g/km-veh
Vehículo comercial	30	0,06	0,06	0,06	0,09	1,08	0,41	0,00	0,24	g/km-veh
Vehículo comercial	50	0,04	0,04	0,04	0,07	0,87	0,27	0,00	0,18	g/km-veh

4.4.2.10 Maquinaria

Se consideran los siguientes equipos en superficie, para los cuales se obtienen los factores de emisión calculados de acuerdo a lo señalado en el acápite 4.3.2.2. Cabe señalar que debido al cambio del método de explotación de Mina UVA a mina subterránea, no se consideran equipos en superficie para dicha faena para el escenario futuro.

Tabla 4-54: Valores de los factores de emisión de material particulado y gases para combustión de motores de maquinaria fuera de ruta – Escenario futuro

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	FE HC	FE NOx	FE CO	FE SO ₂	Unidad
Planta Catemu	Minicargador 246c	55	0,53	0,53	0,51	1,16	6,94	8,50	0,02	g/kW-h
	Excavadora Komatsu PC200	110	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	g/kW-h
	Cargador frontal CAT 962g N1	152	0,40	0,40	0,38	0,94	5,93	2,75	0,02	g/kW-h
	Cargador frontal CAT 966g N10	184	0,40	0,40	0,38	0,94	5,93	2,75	0,02	g/kW-h
	Cargador frontal CAT 972g N2	201	0,40	0,40	0,38	0,94	5,93	2,75	0,02	g/kW-h
	Cargador frontal CAT 972h N2	229	0,40	0,40	0,38	0,47	6,64	3,03	0,02	g/kW-h
	Excavadora CAT 330c N1	184	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	g/kW-h
	Excavadora CAT 325c N2	140	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	g/kW-h
	Excavadora CAT 320c N5	103	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	g/kW-h
	Excavadora CAT 320c N4	103	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	g/kW-h
	Excavadora CAT 320c N3	103	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	g/kW-h
	Excavadora CAT 320c N2	103	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	g/kW-h
	3H	Excavadoras	112	0,31	0,31	0,30	0,56	5,53	1,91	0,02
Cargador Frontal		112	0,51	0,51	0,50	1,17	6,08	3,31	0,02	g/kW-h
Compresores		69	0,77	0,77	0,74	1,17	8,30	8,82	0,02	g/kW-h

Fuente: DIA Continuidad Operacional Planta Catemu (RCA N° 11/2018) y DIA Proyecto Minero 3H (en evaluación)

4.4.2.11 Grupos generadores

A continuación se detallan los grupos generadores utilizados en cada faena junto a su respectivo factor de emisión, estimado de acuerdo a la metodología descrita en el acápite 4.3.2.3.

Tabla 4-55: Factores de emisión para grupos generadores – Escenario futuro

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	FE MPS	FE MP10	FE MP2,5	FE HC	FE NOx	FE CO	FE SO ₂	Unidad
Planta Catemu	Grupo generador 1700kva N3	1.360	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Grupo generador 545kva N6	436	0,15	0,15	0,14	0,23	5,87	1,24	0,02	g/kW-h
	Grupo generador 906kva N2	725	0,15	0,15	0,14	0,23	3,38	1,96	0,02	g/kW-h
	Grupo generador 1500kva N2	1.200	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Grupo generador 1500kva N5	1.200	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Grupo generador 1700kva Container	1.360	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Grupo generador 1500kVA N2	1.200	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Grupo generador 2000kva N1	1.600	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Grupo generador 2500kva N4	2.000	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	g/kW-h
	Mina UVA	Grupo generador	48	0,35	0,35	0,33	0,51	6,36	3,49	0,02
3H	Generador Mina 1	500	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	g/kW-h
	Generador Mina 2	500	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	g/kW-h
	Generador Mina 3	500	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	g/kW-h
	Generador Mina 4	500	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	g/kW-h
	Generador Mina 5	500	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	g/kW-h
	Generador Oficinas	30	0,54	0,54	0,52	0,39	6,40	2,26	0,02	g/kW-h

4.4.3 Fuentes emisoras de terceros

A continuación, se presentan los factores de emisión considerados para la estimación de emisiones de terceros, en donde se incluyen las quemas agrícolas, la combustión residencial de leña y la Fundición Chagres.

4.4.3.1 Quemas agrícolas

Las quemas agrícolas corresponden a la actividad de quema de desechos agrícolas de forma controlada. La cantidad de desechos generados para ser quemados depende del tipo de cultivo, así como la cantidad de emisiones generadas. La metodología utilizada para estimar estas emisiones considera estas dos variables, factor de carga y factor de emisión.

Los principales cultivos identificados en la comuna de Catemu⁶, corresponden a cereales, cultivos industriales, leguminosas y tubérculos. La Tabla 4-56 presenta los factores de carga y factores de emisión considerados por tipo de cultivo para la estimación de emisiones.

Tabla 4-56: Factores de carga y factores de emisión para quemas agrícolas

Cultivo	Factor de carga (t/ha)	FE (kg/t)					
		MP10	MP2,5	NOx	SO ₂	VOC	CO
Cereales	5,56	6,3	6,0	2,2	0,3	4,4	57,2
Leguminosas y tubérculos	5,60	6,9	6,5	2,6	0,1	7,1	74,0
Cultivos industriales	1,79	14,3	13,6	2,3	0,3	10,9	59,5

Fuente: Air Resource Board, Agricultural Burning Emission Factors. California Environmental Protection Agency.

4.4.3.2 Combustión residencial de leña

La estimación de emisiones de combustión residencial de leña fue estimada a partir de los resultados obtenidos en el “Estudio Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica Región de Valparaíso, Construcción de un Inventario de Emisiones Regional”, que consideró para la comuna de Catemu el consumo de leña para el año 2008, tanto para zona urbana como para zona rural. Las emisiones estimadas en el estudio mencionado fueron actualizadas con la información disponible de consumo de leña en la región de Valparaíso para el año 2015.

4.4.3.3 Fundición Chagres

Las emisiones de la fundición Chagres fueron obtenidas directamente del Reporte de Sustentabilidad 2017 Anglo American, en donde se indican las emisiones de material particulado y azufre para ese año.

4.5 Medidas de abatimiento

A continuación, se resumen las medidas de abatimiento consideradas para la estimación de emisiones con su respectivo porcentaje de abatimiento.

Tabla 4-57: Resumen medidas de abatimiento

Fuente	Escenario PPDA		Escenario futuro	
	Medida	Eficiencia (%)	Medida	Eficiencia (%)
Planta Catemu	Encapsulamiento en traspasos y equipos	75	Encapsulamiento y supresión húmeda en traspasos y equipos	85

⁶ Informe Cultivos Anuales Esenciales - Año agrícola 2016-2017 INE

Fuente	Escenario PPDA		Escenario futuro	
	Medida	Eficiencia (%)	Medida	Eficiencia (%)
	Tratamiento caminos internos (Roadsalt)	85	Tratamiento caminos internos (Roadsalt) con riegos de mantención	85
Mina UVA	Tratamiento caminos internos (Roadsalt)	85	Tratamiento caminos internos (Roadsalt) con riegos de mantención	85
	Humectación camino de enlace	50	Tratamiento camino de enlace (Roadsalt) con riegos de mantención	90
3H	Humectación caminos entre portales y camino de enlace	50	Humectación caminos entre portales y camino de enlace	50

4.6 Nivel de actividad y emisión

4.6.1 Escenario PPDA

4.6.1.1 Tronaduras

El nivel de actividad para las tronaduras corresponde a la cantidad de días en que se efectúan las tronaduras durante el año 2015.

Tabla 4-58: Emisiones tronaduras – Escenario PPDA

Fuente	Actividad	Días/año	FE (kg/tronadura)			Emisión (t/año)		
			MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Mina UVA	Tronaduras	353	1,38	0,72	0,04	0,49	0,25	0,01
Total Mina UVA						0,49	0,25	0,01

4.6.1.2 Chancado

El nivel de actividad para el chancado corresponde a la cantidad de mineral procesado en la Planta Catemu para el año 2015.

Tabla 4-59: Emisiones chancado – Escenario PPDA

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Planta de	Chancado primario	475.224	75	0,01	0,004	0,004	1,19	0,48	0,48
	Chancado secundario	475.224	75	0,03	0,012	0,012	3,56	1,43	1,43

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
chancado Nº1	Chancado terciario	475.224	75	0,03	0,01	0,01	3,56	1,19	1,19
	Chancado cuaternario	475.224	75	0,03	0,01	0,01	3,56	1,19	1,19
Planta Catemu - Planta de chancado Nº2	Chancado primario	792.040	75	0,01	0,004	0,004	1,98	0,79	0,79
	Chancado secundario	792.040	75	0,03	0,012	0,012	5,94	2,38	2,38
	Chancado terciario	792.040	75	0,03	0,01	0,01	5,94	1,98	1,98
Total Planta Catemu							25,74	9,43	9,43

4.6.1.3 Harneo

El nivel de actividad del harneo corresponde a la cantidad de material clasificado en Planta Catemu para el año 2015.

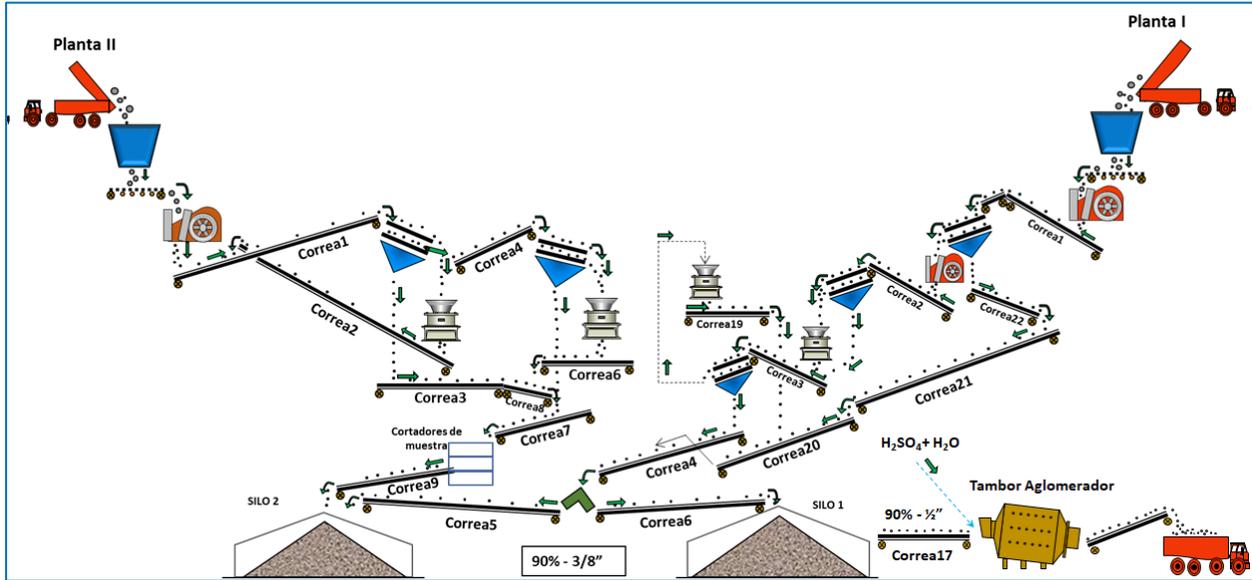
Tabla 4-60: Emisiones harneo – Escenario PPDA

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Planta de chancado Nº1	Harnero primario	475.224	75	0,0125	0,0043	0,0043	1,49	0,51	0,51
	Harnero secundario	475.224	75	0,0125	0,0043	0,0043	1,49	0,51	0,51
Planta Catemu - Planta de chancado Nº2	Harnero primario	792.040	75	0,0125	0,0043	0,0043	2,48	0,85	0,85
	Harnero secundario	792.040	75	0,0125	0,0043	0,0043	2,48	0,85	0,85
	Harnero terciario	792.040	75	0,0125	0,0043	0,0043	2,48	0,85	0,85
Total Planta Catemu							10,40	3,58	3,58

4.6.1.4 Transferencia entre correas

El nivel de actividad de la transferencia entre correas corresponde a la cantidad de material por la cantidad de veces que es transferido entre correas o entre correas y equipos según corresponda. Para ello, se ha utilizado el diagrama de procesos de la planta en la Figura 4-6 para cuantificar la cantidad de trasposos de material.

Figura 4-6: Diagrama de procesos de la Planta Catemu



Fuente: Cemin

Tabla 4-61: Emisiones transferencia entre correas – Escenario PPDA

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Planta de chancado Nº1	Correa2 a Correa1	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
	Harnero1 a Correa4	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
	Correa4 a Harnero2	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
	Correa6 a Correa8	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
	Correa8 a Correa7	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
	Correa7 a Correa9	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
	Correa9 a Silo2	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
	Silo2 a Correa17	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
Planta Catemu - Planta de chancado Nº2	Correa2 a Correa1	475.224	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,18	0,07	0,07
	Correa1 a Harnero1	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11
	Correa2 a Correa1	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11
	Harnero1 a Correa4	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11
	Correa4 a Harnero2	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11
	Correa6 a Correa8	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11
	Correa8 a Correa7	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11
	Correa7 a Correa9	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11
Correa9 a Silo2	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11	
Silo2 a Correa17	792.040	75	0,0015	0,00055	0,00055	0,30	0,11	0,11	
Total Planta Catemu							4,40	1,61	1,61

4.6.1.5 Transferencia de material

El transporte de mineral entre las distintas fases de su proceso implica transferencias “discretas” de materiales. El material transferido en las distintas operaciones posee material fino que durante la carga o descarga y por acción del viento produce emisiones de material particulado.

Tabla 4-62: Emisiones transferencia de material – Escenario PPDA

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
			MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Cancha recepción UVA	Recepción- Descarga mineral	507.759	0,00019	0,00009	0,00001	0,10	0,05	0,01
Cancha recepción externo	Recepción- Descarga mineral	740.173	0,00015	0,00007	0,00001	0,11	0,05	0,01
Planta Catemu - Cancha recepción UVA	Recepción-Carga mineral	507.759	0,00019	0,00009	0,00001	0,10	0,05	0,01
Planta Catemu - Cancha recepción externo	Recepción-Carga mineral	740.173	0,00015	0,00007	0,00001	0,11	0,05	0,01
Planta Catemu - Planta de chancado N°1	Descarga mineral	475.224	0,00019	0,00009	0,00001	0,09	0,04	0,01
Planta Catemu - Planta de chancado N°2	Descarga mineral	792.040	0,00019	0,00009	0,00001	0,15	0,07	0,01
Total Planta Catemu						0,65	0,31	0,05
Mina UVA - Mina	Carga mineral	507.759	0,00019	0,00009	0,00001	0,10	0,05	0,01
Mina UVA - Acopio	Descarga mineral en acopio	360.000	0,00019	0,00009	0,00001	0,07	0,03	0,00
Mina UVA - Acopio	Carga mineral acopio	360.000	0,00019	0,00009	0,00001	0,07	0,03	0,00
Mina UVA - Mina	Carga estéril	1.296.000	0,00019	0,00009	0,00001	0,25	0,12	0,02
Mina UVA - Botadero	Descarga estéril	1.296.000	0,00019	0,00009	0,00001	0,25	0,12	0,02
Total Mina UVA						0,73	0,35	0,05
3H – Portal mina	Descarga mineral	180.000	0,0004	0,0002	0,00003	0,08	0,04	0,01
3H – Portal mina	Carga mineral	180.000	0,0004	0,0002	0,0000	0,08	0,04	0,01
3H – Portal mina	Descarga mineral en camión	180.000	0,0004	0,0002	0,0000	0,08	0,04	0,01
Total 3H						0,22	0,10	0,016

4.6.1.6 Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados

El nivel de actividad relacionado a la resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados corresponde a los kilómetros totales recorridos por toda la flota por dichas vías. A continuación, se presenta la longitud de los tramos considerados, el flujo vehicular por ítem transportado y finalmente el cálculo de los kilómetros totales recorridos.

Tabla 4-63: Longitud de los tramos no pavimentados

Tramo	Longitud (m)
PC1	98
PC2	92,3

Tramo	Longitud (m)
PC3	126
PC4	216
PC5	51,6
PC6	45,9
PC7	44,8
PC8	168
PC9	116
PC10	277
PC11	115
PC12	37,6
PC13	168
PC14	16,9
PC15	170
PC16	260
PC17	16,8
PC18	59,2
PC19	213
PC20	958
PC21	286
PC22	154
PC23	596
PC24	206
PC25	99
PC26	52,7
PC27	43,3
PC28	29,6
PC29	58
PC30	62,4
PC31	212
PC32	17,9
PC33	209
PC34	108
PC35	317
MU1	846
MU2	186
MU3	65,8
MU4	122
MU5	2529
MU6	45,2
MU7	282
MU8	185
MU9	49,6
01	278
05	476
06	742
07	386

Tramo	Longitud (m)
08	596
09	308
10	303
11	109
12	305
13	105
14	248
15	6507
16	156
20	53

Tabla 4-64: Flujo vehicular Planta Catemu – Escenario PPDA

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Acceso	Cancha de recepción mineral externo	10.220	16-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC26
Mineral	Camión 30 t	Acceso	Cancha de recepción Explodesa	16.060	16-PC1-PC2-PC3
Mineral	Camión 30 t	Cancha de recepción mineral externo	Planta de chancado Nº1	3.900	PC26-PC8-PC9
Mineral	Camión 30 t	Cancha de recepción mineral externo	Planta de chancado Nº2	3.600	PC26-PC7-PC10-PC11
Mineral	Camión 30 t	Cancha de recepción Explodesa	Planta de chancado Nº1	19.440	PC3-PC12-PC10-PC7-PC8-PC9
Mineral	Camión 30 t	Cancha de recepción Explodesa	Planta de chancado Nº2	33.840	PC3-PC12-PC11
Mineral aglomerado	Camión 30 t	Tambor aglomerador	Pila de lixiviación Sector 1	19.838	PC13-PC14-PC15-PC16-PC30-PC34
Ripios de lixiviación	Camión 30 t	Pila de lixiviación Sector 3	Botadero de ripios Nº2	19.838	PC29-PC16-PC15-PC17-PC8-PC7-PC6-PC5-PC4-PC2-PC1-PC18-PC19
Ácido	Camión aljibe 10 m ³	Acceso	Estanques de ácido	10.220	16-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC27
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Acceso-Chancadores	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC9
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Canchas de acopio-Chancadores	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC3-PC4-PC5-PC6-PC7-PC26
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Sector 1 y 1A - Botadero 2	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC17-PC15-PC16-PC30-PC31-PC19
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Aglomerador - Sector 3	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC32-PC13-PC14-PC15-PC16-PC29
Residuos peligrosos	Camión residuos	Almacenamiento de residuos	Acceso	720	PC1-PC2-PC4-16
Personal	Camioneta	Acceso	Caminos planta	2.920	Todos los tramos
Combustible	Camión aljibe 10 m ³	Acceso	Estanque de combustible	720	16-PC24-PC25

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Personal	Bus	Acceso	Oficinas	1.440	16-PC24
Productos	Camión plano 12 t	Almacenamiento productos	Acceso	540	PC24-PC25-PC33-16

Tabla 4-65: Flujo vehicular Mina UVA – Escenario PPDA

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Rajo	Acopio	11.250	MU1-MU2-MU3-MU4
Mineral	Camión 30 t	Acopio	Planta Catemu	11.250	MU4-MU5-07-12-10-08-15-16
Mineral	Camión 30 t	Rajo	Planta Catemu	4.617	MU1-MU2-MU5-12-10-08-15-16
Estéril	Camión 30 t	Rajo	Botadero	40.500	MU1
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina	Campamento	1.460	20-01-07-MU5-MU3
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Todos	Todos	1.460	Todos los tramos
Personal	Bus	Centro Catemu	Campamento	1.095	04-02-01-07-MU5-MU3-MU9
Explosivos	Camión plano 12 t	CH60	Polvorín	24	04-02-01-07-MU5-MU3-MU4-MU8
Materiales - Insumos - Mantenimiento	Camión plano 12 t	CH60	Campamento	24	04-02-01-07-MU5-MU3-MU9
Combustible	Camión aljibe 10 m ³	CH60	Campamento	156	04-02-01-07-MU5-MU3-MU9
Personal	Camioneta	Centro Catemu	Campamento	6.570	04-02-01-07-MU5-MU3-MU9

Tabla 4-66: Flujo vehicular 3H – Escenario PPDA

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Cajón	Planta Catemu	1.200	05-07-01-16
Mineral	Camión 30 t	Penosa	Planta Catemu	1.800	13-01-16
Mineral	Camión 30 t	Patricia	Planta Catemu	1.800	11-12-01-16
Mineral	Camión 30 t	+40	Planta Catemu	600	09-10-12-01-16
Mineral	Camión 30 t	Chorreada	Planta Catemu	600	06-07-01-16
Petróleo diésel	Camión cisterna 8 m ³	Catemu	Minera 3H	48	01-11-12
Agua industrial	Camión aljibe 10 m ³	Catemu	Minera 3H	792	01-11-12
Agua potable	Camión aljibe 10 m ³	Catemu	Minera 3H	264	01-11-12
Materiales	Camión plano 12 t	Calera	Minera 3H	12	01-11-12

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Residuos domésticos	Camión residuos	San Felipe	Minera 3H	48	01-11-12
Residuos peligrosos	Camión residuos	Santiago-Lampa	Minera 3H	3	01-11-12
Residuos industriales	Camión tolva	San Felipe	Minera 3H	3	01-11-12
Residuos líquidos	Camión cisterna 8 m ³	Llay Llay	Minera 3H	108	01-11-12
Agua para bebida	Camión plano 12 t	Llay Llay	Minera 3H	48	01-11-12
Alimentos	Camión plano 12 t	Llay Llay	Minera 3H	48	01-11-12
Personal	Furgón	Ñilhue	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Furgón	La Colonia	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Camionetas	Quillota	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Camionetas	Quillota	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Camionetas	Calera	Minera 3H	264	01-11-12
Explosivos	Camión plano 12 t	Santiago	Minera 3H	12	01-11-12

A continuación se presenta el flujo total por tramo generado por cada fuente, la longitud de los tramos señalada en la Tabla 4-63, y finalmente los kilómetros totales recorridos considerando ida y regreso. Cabe reiterar que 3H no presenta flujos vehiculares sobre el camino de enlace, dado que el transporte de mineral se efectúa por el sector poblado de Catemu.

Tabla 4-67: Nivel de actividad resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Tramo	Flujo total (veh/año)	Longitud (km)	Distancia recorrida total (km/año)
Planta Catemu	PC1	68.738	0,10	13.473
	PC2	68.738	0,09	12.689
	PC3	74.450	0,13	18.761
	PC4	52.678	0,22	22.757
	PC5	51.958	0,05	5.362
	PC6	51.958	0,05	4.770
	PC7	74.998	0,04	6.720
	PC8	52.668	0,17	17.696
	PC9	28.450	0,12	6.600
	PC10	25.960	0,28	14.382
	PC11	40.360	0,12	9.283
	PC12	56.200	0,04	4.226
	PC13	24.948	0,17	8.383
	PC14	24.948	0,02	843
	PC15	46.976	0,17	15.972
	PC16	46.976	0,26	24.428
	PC17	24.948	0,02	838

Fuente	Tramo	Flujo total (veh/año)	Longitud (km)	Distancia recorrida total (km/año)
	PC18	29.328	0,06	3.472
	PC19	24.948	0,21	10.628
	PC20	9.490	0,96	18.183
	PC21	2.920	0,29	1.670
	PC22	2.920	0,15	899
	PC23	2.920	0,60	3.481
	PC24	5.620	0,21	2.315
	PC25	4.180	0,10	828
	PC26	22.830	0,05	2.406
	PC27	13.140	0,04	1.138
	PC28	2.920	0,03	173
	PC29	24.948	0,06	2.894
	PC30	24.948	0,06	3.114
	PC31	5.110	0,21	2.167
	PC32	5.110	0,02	183
	PC33	3.460	0,21	1.446
	PC34	22.758	0,11	4.916
	PC35	2.920	0,32	1.851
	16	21.960	0,16	7.071
Mina UVA	MU1	18.787	0,85	31.788
	MU2	12.710	0,19	4.728
	MU3	22.039	0,07	2.900
	MU4	64.484	0,12	15.734
	MU5	62.539	2,53	316.322
	MU6	1.460	0,05	132
	MU7	41.960	0,28	23.665
	MU8	41.984	0,19	15.534
	MU9	9.305	0,05	923
	01	7.869	0,28	4.375
	07	61.079	0,39	47.153
	08	51.750	0,60	61.686
	10	51.750	0,30	31.361
	12	51.750	0,31	31.568
	15	51.750	6,51	673.475
	16	51.750	0,16	16.146
	20	1.460	0,05	155
3H	01	8.706	0,28	4.841
	05	1.200	0,48	1.142
	06	600	0,74	890
	07	1.800	0,39	1.390
	08	0	0,60	0
	09	600	0,31	370
	10	600	0,30	364
	11	4.506	0,11	982
12	5.106	0,31	3.115	

Fuente	Tramo	Flujo total (veh/año)	Longitud (km)	Distancia recorrida total (km/año)
	13	1.800	0,11	378
	14	0	0,25	0
	15	0	6,51	0
	16	6.000	0,16	1.932

Finalmente se estiman las emisiones a partir de los factores señalados en el acápite 4.4.1.7 y los niveles de actividad estimados en la Tabla 4-67.

Tabla 4-68: Emisiones resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Tramo	NA (km/año)	Ea (%)	FE (g/km)			E (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu	PC1	13.473	85	1.268,1	294,8	29,5	2,56	0,60	0,06
	PC2	12.689	85	1.268,1	294,8	29,5	2,41	0,56	0,06
	PC3	18.761	85	2.352,9	638,5	63,9	6,62	1,80	0,18
	PC4	22.757	85	1.223,9	284,5	28,5	4,18	0,97	0,10
	PC5	5.362	85	1.225,7	284,9	28,5	0,99	0,23	0,02
	PC6	4.770	85	1.884,1	495,2	49,5	1,35	0,35	0,04
	PC7	6.720	85	1.971,9	518,3	51,8	1,99	0,52	0,05
	PC8	17.696	85	2.034,1	534,7	53,5	5,40	1,42	0,14
	PC9	6.600	85	4.652,6	1.552,2	155,2	4,61	1,54	0,15
	PC10	14.382	85	1.337,5	310,9	31,1	2,89	0,67	0,07
	PC11	9.283	85	4.819,1	1.607,8	160,8	6,71	2,24	0,22
	PC12	4.226	85	1.372,4	319,0	31,9	0,87	0,20	0,02
	PC13	8.383	85	4.606,9	1.537,0	153,7	5,79	1,93	0,19
	PC14	843	85	1.999,6	525,6	52,6	0,25	0,07	0,01
	PC15	15.972	85	2.046,6	537,9	53,8	4,90	1,29	0,13
	PC16	24.428	85	2.046,6	537,9	53,8	7,50	1,97	0,20
	PC17	838	85	1.999,6	525,6	52,6	0,25	0,07	0,01
	PC18	3.472	85	2.655,2	764,3	76,4	1,38	0,40	0,04
	PC19	10.628	85	2.748,1	791,0	79,1	4,38	1,26	0,13
	PC20	18.183	85	1.811,8	521,5	52,1	4,94	1,42	0,14
	PC21	1.670	85	583,6	138,1	13,8	0,15	0,03	0,00
	PC22	899	85	583,6	138,1	13,8	0,08	0,02	0,00
	PC23	3.481	85	1.159,0	333,6	33,4	0,61	0,17	0,02
	PC24	2.315	85	1.306,5	343,4	34,3	0,45	0,12	0,01
	PC25	828	85	1.069,6	281,1	28,1	0,13	0,03	0,00
	PC26	2.406	85	2.219,3	602,3	60,2	0,80	0,22	0,02
	PC27	1.138	85	1.363,4	358,4	35,8	0,23	0,06	0,01
	PC28	173	85	843,3	221,7	22,2	0,02	0,01	0,00
	PC29	2.894	85	1.013,1	219,3	21,9	0,44	0,10	0,01
	PC30	3.114	85	1.013,1	219,3	21,9	0,47	0,10	0,01
	PC31	2.167	85	590,4	127,8	12,8	0,19	0,04	0,00
	PC32	183	85	1.165,3	306,3	30,6	0,03	0,01	0,00
	PC33	1.446	85	958,9	252,0	25,2	0,21	0,05	0,01

Fuente	Tramo	NA (km/año)	Ea (%)	FE (g/km)			E (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
	PC34	4.916	85	1.034,4	223,9	22,4	0,76	0,17	0,02
	PC35	1.851	85	427,3	92,5	9,2	0,12	0,03	0,00
	16	7.071	85	1.018,7	236,8	23,7	1,08	0,25	0,03
Total Planta Catemu							75,75	20,92	2,09
Mina UVA	MU1	31.788	85	2.977,8	868,9	86,9	14,20	4,14	0,41
	MU2	4.728	85	3.011,6	878,7	87,9	2,14	0,62	0,06
	MU3	2.900	85	2.543,0	742,0	74,2	1,11	0,32	0,03
	MU4	15.734	85	3.086,4	900,5	90,1	7,28	2,13	0,21
	MU5	316.322	50	1.596,3	391,9	39,2	252,47	61,98	6,20
	MU6	132	50	4.169,7	1.475,4	147,5	0,28	0,10	0,01
	MU7	23.665	85	3.077,0	897,8	89,8	10,92	3,19	0,32
	MU8	15.534	85	3.076,5	897,7	89,8	7,17	2,09	0,21
	MU9	923	85	1.641,3	478,9	47,9	0,23	0,07	0,01
	01	4.375	85	1.364,9	385,3	38,5	0,90	0,25	0,03
	07	47.153	50	2.616,4	738,6	73,9	61,69	17,41	1,74
	08	61.686	50	2.765,2	780,5	78,1	85,29	24,07	2,41
	10	31.361	50	2.765,2	780,5	78,1	43,36	12,24	1,22
	12	31.568	50	2.765,2	780,5	78,1	43,64	12,32	1,23
	15	673.475	50	2.765,2	780,5	78,1	931,14	262,84	26,28
16	16.146	50	1.401,4	325,8	32,6	11,31	2,63	0,26	
20	155	0	1.890,8	533,7	53,4	0,29	0,08	0,01	
Total Mina UVA							1.473,40	406,49	40,65
3H	01	4.841	50	2.469,2	697,0	69,7	5,98	1,69	0,17
	05	1.142	50	4.315,6	1.383,4	138,3	2,47	0,79	0,08
	06	890	50	4.315,6	1.383,4	138,3	1,92	0,62	0,06
	07	1.390	50	2.765,2	780,5	78,1	1,92	0,54	0,05
	08	0	90	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
	09	370	50	1.654,2	403,2	40,3	0,31	0,07	0,01
	10	364	50	2.765,2	780,5	78,1	0,50	0,14	0,01
	11	982	50	1.284,6	313,1	31,3	0,63	0,15	0,02
	12	3.115	50	2.231,1	629,8	63,0	3,47	0,98	0,10
	13	378	50	4.315,6	1.383,4	138,3	0,82	0,26	0,03
	14	0	50	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
	15	0	90	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
16	1.932	90	1.401,4	325,8	32,6	0,27	0,06	0,01	
Total 3H							18,28	5,31	0,53

4.6.1.7 Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados

El nivel de actividad relacionado a la resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados corresponde a los kilómetros totales recorridos por toda la flota sobre dichas vías. A continuación, se presenta la longitud de los tramos considerados, el flujo vehicular por ítem transportado y finalmente el cálculo de los kilómetros totales recorridos. A continuación, se presenta la longitud de los

tramos considerados, el flujo vehicular por ítem transportado y finalmente el cálculo de los kilómetros totales recorridos.

Tabla 4-69: Longitud de los tramos pavimentados

Tramo	Longitud (m)
02	98
03	92,3
04	126
17	216
18	51,6
19	45,9

Tabla 4-70: Flujo vehicular Planta Catemu – Escenario PPDA

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Otros externos (CH60)	Acceso	2.520	03-04-17-18
Ácido	Camión aljibe 10 m ³	Chagres	Acceso	10.220	03-04-17
Residuos domiciliarios	Camión residuos	San Felipe (CH60)	Acceso	2.880	03-04-17-18
Residuos peligrosos	Camión residuos	Hidronor (CH60)	Acceso	720	03-04-17-18
Personal	Camioneta	Centro Catemu	Acceso	2.920	03
Combustible	Camión aljibe 10 m ³	CH60	Acceso	720	03-04-17-18
Personal	Bus	Centro Catemu	Acceso	1.440	03
Productos	Camión plano 12 t	Acceso	CH60	540	03-04-17-18

Tabla 4-71: Flujo vehicular Mina UVA – Escenario PPDA

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Personal	Bus	Centro Catemu	Campamento	1.095	04-02
Explosivos	Camión plano 12 t	CH60	Polvorín	24	18-17-04-02
Materiales - Insumos - Mantenimiento	Camión plano 12 t	CH60	Campamento	24	18-17-04-02
Combustible	Camión aljibe 10 m ³	CH60	Campamento	156	18-17-04-02
Personal	Camioneta	Centro Catemu	Campamento	6.570	04-02-01

Tabla 4-72: Flujo vehicular 3H – Escenario PPDA

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Cajón	Planta Catemu	1.200	02-03
Mineral	Camión 30 t	Penosa	Planta Catemu	1.800	02-03
Mineral	Camión 30 t	Patricia	Planta Catemu	1.800	02-03
Mineral	Camión 30 t	+40	Planta Catemu	600	02-03
Mineral	Camión 30 t	Chorreada	Planta Catemu	600	02-03
Petróleo diésel	Camión cisterna 8 m ³	Catemu	Minera 3H	48	04-03-02
Agua industrial	Camión aljibe 10 m ³	Catemu	Minera 3H	792	04-03-02
Agua potable	Camión aljibe 10 m ³	Catemu	Minera 3H	264	04-03-02
Materiales	Camión plano 12 t	Calera	Minera 3H	12	04-03-02
Residuos domésticos	Camión residuos	San Felipe	Minera 3H	48	04-03-02
Residuos peligrosos	Camión residuos	Santiago-Lampa	Minera 3H	3	04-03-02
Residuos industriales	Camión tolva	San Felipe	Minera 3H	3	04-03-02
Residuos líquidos	Camión cisterna 8 m ³	Llay Llay	Minera 3H	108	04-03-02
Agua para bebida	Camión plano 12 t	Llay Llay	Minera 3H	48	04-03-02
Alimentos	Camión plano 12 t	Llay Llay	Minera 3H	48	04-03-02
Personal	Furgón	Ñilhue	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Furgón	La Colonia	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Camionetas	Quillota	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Camionetas	Quillota	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Camionetas	Calera	Minera 3H	264	04-03-02
Explosivos	Camión plano 12 t	Santiago	Minera 3H	12	04-03-02

A continuación se presenta el flujo total por tramo generado por cada fuente, la longitud de los tramos señalada en la Tabla 4-69, y finalmente los kilómetros totales recorridos considerando ida y regreso.

Tabla 4-73: Nivel de actividad resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Tramo	Flujo total (veh/año)	Longitud (km)	Distancia recorrida total (km/año)
Planta Catemu	03	21.960	3,21	140.895
	04	17.600	0,20	7.110
	17	17.600	2,82	99.334
	18	7.380	0,48	7.129
Mina UVA	02	7.869	7,49	117.799

Fuente	Tramo	Flujo total (veh/año)	Longitud (km)	Distancia recorrida total (km/año)
	04	7.869	0,20	3.179
	17	204	2,82	1.151
	18	204	0,48	197
	19	1.460	0,38	1.118
3H	02	8.706	7,49	130.329
	03	8.706	3,21	55.858
	04	2.706	0,20	1.093

Finalmente se estiman las emisiones a partir de los factores señalados en el acápite 4.4.1.8 y los niveles de actividad estimados en la Tabla 4-73.

Tabla 4-74: Emisiones resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Tramo	NA (km/año)	FE (g/km)			E (t/año)		
			MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu	03	140.895	12,9	2,5	0,6	1,82	0,35	0,08
	04	7.110	12,9	2,5	0,6	0,09	0,02	0,00
	17	99.334	12,9	2,5	0,6	1,28	0,25	0,06
	18	7.129	12,8	2,5	0,6	0,09	0,02	0,00
Total Planta Catemu						3,29	0,63	0,15
Mina UVA	02	117.799	12,7	2,4	0,6	1,50	0,29	0,07
	04	3.179	12,7	2,4	0,6	0,04	0,01	0,00
	17	1.151	12,7	2,4	0,6	0,01	0,00	0,00
	18	197	12,7	2,4	0,6	0,00	0,00	0,00
	19	1.118	12,7	2,4	0,6	0,01	0,00	0,00
Total Mina UVA						1,57	0,30	0,07
3H	02	130.329	12,9	2,5	0,6	1,68	0,32	0,08
	03	55.858	12,9	2,5	0,6	0,72	0,14	0,03
	04	1.093	12,7	2,4	0,6	0,01	0,00	0,00
Total 3H						2,41	0,46	0,11

4.6.1.8 Combustión vehicular

El nivel de actividad relacionado a la combustión vehicular corresponde a los kilómetros totales recorridos por cada tipo de vehículo en la red de caminos considerada por el proyecto. Cabe señalar que se ha diferenciado el tránsito de vehículos en caminos no pavimentados y pavimentados y que se ha considerado los trayectos de ida y de regreso.

Tabla 4-75: Nivel de actividad combustión vehicular – Escenario PPDA

Fuente	Vehículo	Distancia total a recorrer (km)	
		No pavimentado	Pavimentado
Planta Catemu	Camión pesado diésel tipo 3	220.727	226.495
	Buses interurbanos diésel tipo 3	1.057	9.239

Fuente	Vehículo	Distancia total a recorrer (km)	
		No pavimentado	Pavimentado
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	34.234	18.735
Mina UVA	Camión pesado diésel tipo 3	1.226.927	5.603
	Buses interurbanos diésel tipo 3	7.245	16.835
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	43.472	101.007
3H	Camión pesado diésel tipo 3	13.576	158.517
	Buses interurbanos diésel tipo 3	0	0
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	1.827	28.763

Tabla 4-76: Emisión combustión vehicular caminos no pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Vehículo	NA (km/año)	FE (g/km)								E (t/año)							
			MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Planta Catemu	Camión pesado diésel tipo 3	220.727	0,23	0,23	0,23	0,56	8,74	2,49	0,00	0,96	0,05	0,05	0,05	0,12	1,93	0,55	0,00	0,21
	Buses interurbanos diésel tipo 3	1.057	0,25	0,25	0,25	0,66	9,82	2,74	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	34.234	0,06	0,06	0,06	0,09	1,08	0,41	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01
Total Planta Catemu											0,05	0,05	0,05	0,13	1,98	0,57	0,00	0,22
Mina UVA	Camión pesado diésel tipo 3	1.226.927	0,23	0,23	0,23	0,56	8,74	2,49	0,00	0,96	0,28	0,28	0,28	0,69	10,72	3,06	0,00	1,18
	Buses interurbanos diésel tipo 3	7.245	0,25	0,25	0,25	0,66	9,82	2,74	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00	0,01
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	43.472	0,06	0,06	0,06	0,09	1,08	0,41	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,01
Total Mina UVA											0,29	0,29	0,29	0,69	10,84	3,10	0,00	1,20
3H	Camión pesado diésel tipo 3	13.576	0,23	0,23	0,23	0,56	8,74	2,49	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,01	0,12	0,03	0,00	0,01
	Buses interurbanos diésel tipo 3	0	0,25	0,25	0,25	0,66	9,82	2,74	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	1.827	0,06	0,06	0,06	0,09	1,08	0,41	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total 3H											0,00	0,00	0,00	0,01	0,12	0,03	0,00	0,01

Tabla 4-77: Emisión combustión vehicular caminos pavimentados – Escenario PPDA

Fuente	Vehículo	NA (km/año)	FE (g/km)								E (t/año)							
			MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Planta Catemu	Camión pesado diésel tipo 3	226.495	0,15	0,15	0,15	0,36	6,72	1,68	0,00	0,74	0,03	0,03	0,03	0,08	1,52	0,38	0,00	0,17
	Buses interurbanos diésel tipo 3	9.239	0,17	0,17	0,17	0,41	6,85	1,74	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,01
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	18.735	0,04	0,04	0,04	0,07	0,87	0,27	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
Total Planta Catemu											0,04	0,04	0,04	0,09	1,60	0,40	0,00	0,18
Mina UVA	Camión pesado diésel tipo 3	5.603	0,15	0,15	0,15	0,36	6,72	1,68	0,00	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00
	Buses interurbanos diésel tipo 3	16.835	0,17	0,17	0,17	0,41	6,85	1,74	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,01	0,12	0,03	0,00	0,01
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	101.007	0,04	0,04	0,04	0,07	0,87	0,27	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	0,03	0,00	0,02
Total Mina UVA											0,01	0,01	0,01	0,02	0,24	0,07	0,00	0,03
3H	Camión pesado diésel tipo 3	158.517	0,15	0,15	0,15	0,36	6,72	1,68	0,00	0,74	0,02	0,02	0,02	0,06	1,07	0,27	0,00	0,12
	Buses interurbanos diésel tipo 3	0	0,17	0,17	0,17	0,41	6,85	1,74	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	28.763	0,04	0,04	0,04	0,07	0,87	0,27	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01
Total 3H											0,03	0,03	0,03	0,06	1,09	0,27	0,00	0,12

4.6.1.9 Maquinaria

El nivel de actividad de la maquinaria corresponde a las horas de operación, la potencia de las mismas, tomando en cuenta el factor de carga. En la Tabla 4-78 se presentan los niveles de actividad y emisiones de los equipos para el presente escenario.

Tabla 4-78: Emisiones maquinaria – Escenario PPDA

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	Factor de carga	NA (h/año)	FE (g/kW-h)							Emisión (t/año)						
					MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	SO ₂	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	SO ₂
Planta Catemu	Bulldozer-Caterpillar D8K	224	0,59	2.920	0,40	0,40	0,38	0,94	5,93	2,75	0,02	0,15	0,15	0,15	0,36	2,28	1,06	0,01
	Cargador frontal-Caterpillar 988B	280	0,59	8.760	0,40	0,40	0,38	0,47	6,64	3,03	0,02	0,57	0,57	0,55	0,68	9,59	4,38	0,03
	Excavadora-Caterpillar	184	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	0,06	0,06	0,06	0,14	1,71	0,50	0,01
	Retroexcavadora-JCB 214	69	0,21	5.840	0,27	0,27	0,26	0,55	7,52	4,90	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,63	0,41	0,00
	Grúa – Pluma-Grove RT655	122	0,43	2.920	0,17	0,17	0,17	0,56	5,52	1,88	0,02	0,03	0,03	0,03	0,09	0,85	0,29	0,00
	Motoniveladora-Caterpillar	165	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	0,05	0,05	0,05	0,13	1,53	0,45	0,01
	Rodillo-Vibromax W1103	85	0,59	2.920	0,40	0,40	0,38	1,17	6,08	3,31	0,02	0,06	0,06	0,06	0,17	0,89	0,48	0,00
	Grúa Horquilla-Yale	44	0,59	2.920	0,33	0,33	0,32	0,56	6,33	5,09	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,48	0,39	0,00
	Compresor-Sullair	36	0,43	2.920	1,08	1,08	1,04	0,93	7,00	5,70	0,02	0,05	0,05	0,05	0,04	0,32	0,26	0,00
Total Planta Catemu											1,03	1,03	0,98	1,70	18,28	8,22	0,06	
Mina UVA	Cargador frontal	373	0,59	8.760	0,40	0,40	0,38	0,47	6,64	3,03	0,02	0,77	0,77	0,74	0,90	12,79	5,84	0,04
	Perforadora	135	0,59	17.520	0,37	0,37	0,35	0,93	5,92	2,71	0,02	0,37	0,37	0,36	0,95	6,02	2,76	0,02
	Compresor	36	0,59	17.520	1,08	1,08	1,04	0,93	7,00	5,70	0,02	0,29	0,29	0,28	0,25	1,90	1,55	0,01
	Motoniveladora	165	0,21	8.760	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	0,16	0,16	0,16	0,38	4,60	1,36	0,02
	Bulldozer	276	0,43	8.760	0,40	0,40	0,38	0,47	6,64	3,03	0,02	0,57	0,57	0,55	0,67	9,46	4,32	0,03
	Excavadora	149	0,59	17.520	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	0,30	0,30	0,28	0,69	8,30	2,45	0,03
	Rodillo compactador	99	0,59	8.760	0,40	0,40	0,38	1,17	6,08	3,31	0,02	0,20	0,20	0,19	0,60	3,10	1,68	0,01
Total Mina UVA											2,66	2,66	2,56	4,45	46,16	19,95	0,16	
3H	Excavadoras	112	0,59	1.584	0,31	0,31	0,30	0,56	5,53	1,91	0,02	0,05	0,05	0,05	0,12	0,64	0,35	0,00
	Cargador Frontal	112	0,59	21.120	0,51	0,51	0,50	1,17	6,08	3,31	0,02	0,66	0,66	0,64	1,00	7,10	7,54	0,02
	Compresores	69	0,59	3.168	0,77	0,77	0,74	1,17	8,30	8,82	0,02	0,06	0,06	0,06	0,12	1,16	0,40	0,00
Total 3H											0,77	0,77	0,75	1,24	8,89	8,28	0,03	

4.6.1.10 Grupos generadores

El nivel de actividad asociado al uso de los grupos generadores corresponde a las horas de funcionamiento anual.

Tabla 4-79: Emisiones grupos generadores – Escenario PPDA

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	NA (h/año)	FE (g/kW-h)							Emisión (t/año)						
				MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	SO ₂	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	SO ₂
Planta Catemu	Generador de 1,5 MVA-Casa fuerza Planta SX-TF-EW	1.200	1.200	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,21	0,21	0,20	0,33	7,99	1,63	0,03
	Generador de 1,7 MVA-Casa fuerza Planta SX-TF-EW	1.360	600	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,12	0,12	0,11	0,19	4,53	0,92	0,02
	Generador de 2,8 MVA-Casa fuerza Planta SX-TF-EW	2.240	600	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,20	0,20	0,18	0,31	7,46	1,52	0,03
	Generador de 905 KVA-Casa fuerza Planta Chancado	724	600	0,15	0,15	0,14	0,23	3,38	1,96	0,02	0,06	0,06	0,06	0,10	1,47	0,85	0,01
Total Planta Catemu											0,59	0,59	0,55	0,93	21,44	4,91	0,09
Mina UVA	Grupo generador	48	8.760	0,35	0,35	0,33	0,51	6,36	3,49	0,02	0,15	0,15	0,14	0,21	2,67	1,47	0,01
Total Mina UVA											0,15	0,15	0,14	0,21	2,67	1,47	0,01
3H	Generador Mina 1	500	1.320	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,24	0,02	0,10	0,10	0,09	0,15	3,66	0,82	0,01
	Generador Mina 2	500	1.320	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,24	0,02	0,10	0,10	0,09	0,15	3,66	0,82	0,01
	Generador Oficinas	30	2.112	0,54	0,54	0,52	0,39	6,40	2,26	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,41	0,14	0,00
Total 3H											0,23	0,23	0,21	0,33	7,73	1,79	0,03

4.6.2 Escenario futuro

4.6.2.1 Chancado

El nivel de actividad para el chancado corresponde a la cantidad de mineral procesado en la Planta Catemu para el año 2018.

Tabla 4-80: Emisiones chancado – Escenario futuro

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Planta de chancado N°1	Chancado primario	317.792	85	0,01	0,004	0,004	0,48	0,19	0,19
	Chancado secundario	317.792	85	0,03	0,012	0,012	1,43	0,57	0,57
	Chancado terciario	317.792	85	0,03	0,01	0,01	1,43	0,48	0,48
	Chancado cuaternario	317.792	85	0,03	0,01	0,01	1,43	0,48	0,48
Planta Catemu - Planta de chancado N°2	Chancado primario	529.653	85	0,01	0,004	0,004	0,79	0,32	0,32
	Chancado secundario	529.653	85	0,03	0,012	0,012	2,38	0,95	0,95
	Chancado terciario	529.653	85	0,03	0,01	0,01	2,38	0,79	0,79
Total							10,33	3,78	3,78

4.6.2.2 Harneo

El nivel de actividad del harneo corresponde a la cantidad de material clasificado en Planta Catemu para el año 2018.

Tabla 4-81: Emisiones harneo – Escenario futuro

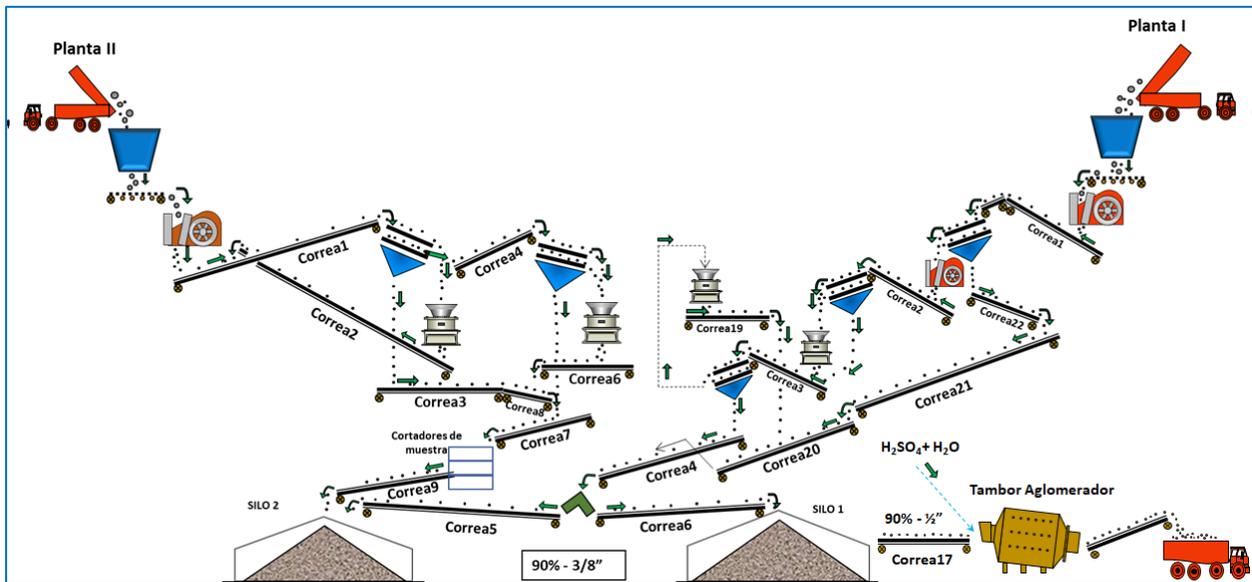
Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Planta de chancado N°1	Harnero primario	317.792	85	0,0125	0,0043	0,0043	0,60	0,20	0,20
	Harnero secundario	317.792	85	0,0125	0,0043	0,0043	0,60	0,20	0,20
Planta Catemu - Planta de chancado N°2	Harnero primario	529.653	85	0,0125	0,0043	0,0043	0,99	0,34	0,34
	Harnero secundario	529.653	85	0,0125	0,0043	0,0043	0,99	0,34	0,34
	Harnero terciario	529.653	85	0,0125	0,0043	0,0043	0,99	0,34	0,34

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Total Planta Catemu				4,17	1,43	1,43			

4.6.2.3 Transferencia entre correas

El nivel de actividad de la transferencia entre correas corresponde a la cantidad de material por la cantidad de veces que es transferido entre correas o entre correas y equipos según corresponda. Para ello, se ha utilizado el diagrama de procesos de la planta en la Figura 4-6 para cuantificar la cantidad de traspasos de material.

Figura 4-7: Diagrama de procesos de la Planta Catemu



Fuente: Cemin

Tabla 4-82: Emisiones transferencia entre correas – Escenario futuro

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Planta de chancado Nº1	Correa2 a Correa1	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Harnero1 a Correa4	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Correa4 a Harnero2	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Correa6 a Correa8	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Correa8 a Correa7	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Correa7 a Correa9	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Correa9 a Silo2	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Silo2 a Correa17	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Correa2 a Correa1	317.792	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,07	0,03	0,03
	Correa1 a Harnero1	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	Ea (%)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Planta de chancado Nº2	Correa2 a Correa1	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04
	Harnero1 a Correa4	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04
	Correa4 a Harnero2	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04
	Correa6 a Correa8	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04
	Correa8 a Correa7	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04
	Correa7 a Correa9	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04
	Correa9 a Silo2	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04
	Silo2 a Correa17	529.653	85	0,0015	0,00055	0,00055	0,12	0,04	0,04
Total							2,07	0,76	0,76

4.6.2.4 Transferencia de material

El transporte de mineral entre las distintas fases de su proceso implica transferencias “discretas” de materiales. El material transferido en las distintas operaciones posee material fino que durante la carga o descarga y por acción del viento produce emisiones de material particulado. Cabe señalar que, para el presente escenario, Mina UVA considera operaciones subterráneas y el Proyecto Minero 3H incorpora un botadero para su fase de operación.

Tabla 4-83: Emisiones transferencia de material – Escenario futuro

Sector	Actividad	Cantidad (t/año)	FE (kg/t)			Emisión (t/año)		
			MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu - Cancha recepción UVA	Recepción- Descarga mineral	397.101	0,00019	0,00009	0,00001	0,07	0,04	0,01
Cancha recepción externo	Recepción- Descarga mineral	440.937	0,00015	0,00007	0,00001	0,07	0,03	0,00
Planta Catemu - Cancha recepción UVA	Recepción-Carga mineral	397.101	0,00019	0,00009	0,00001	0,07	0,04	0,01
Planta Catemu - Cancha recepción externo	Recepción-Carga mineral	440.937	0,00015	0,00007	0,00001	0,07	0,03	0,00
Planta Catemu - Planta de chancado Nº1	Descarga mineral	317.792	0,00019	0,00009	0,00001	0,06	0,03	0,00
Planta Catemu - Planta de chancado Nº2	Descarga mineral	529.653	0,00019	0,00009	0,00001	0,10	0,05	0,01
Total Planta Catemu						0,80	0,38	0,06
3H – Portal mina	Descarga mineral	360.000	0,0004	0,0002	0,00003	0,15	0,07	0,01
3H – Portal mina	Carga mineral	360.000	0,0004	0,0002	0,00003	0,15	0,07	0,01
3H – Portal mina	Descarga mineral en camión	360.000	0,0004	0,0002	0,00003	0,15	0,07	0,01
3H - Cajón	Descarga estéril	30.000	0,0004	0,0002	0,00003	0,01	0,01	0,00
3H - Cajón	Carga estéril	30.000	0,0004	0,0002	0,00003	0,01	0,01	0,00
3H - Cajón	Descarga estéril en camión	30.000	0,0004	0,0002	0,00003	0,01	0,01	0,00
Total 3H						0,51	0,24	0,04

4.6.2.5 Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados

El nivel de actividad relacionado a la resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados corresponde a los kilómetros totales recorridos por toda la flota por dichas vías. A continuación, se presenta la longitud de los tramos considerados, el flujo vehicular por ítem transportado y finalmente el cálculo de los kilómetros totales recorridos.

Tabla 4-84: Longitud de los tramos no pavimentados

Tramo	Longitud (m)
PC1	98
PC2	92,3
PC3	126
PC4	216
PC5	51,6
PC6	45,9
PC7	44,8
PC8	168
PC9	116
PC10	277
PC11	115
PC12	37,6
PC13	168
PC14	16,9
PC15	170
PC16	260
PC17	16,8
PC18	59,2
PC19	213
PC20	958
PC21	286
PC22	154
PC23	596
PC24	206
PC25	99
PC26	52,7
PC27	43,3
PC28	29,6
PC29	58
PC30	62,4
PC31	212
PC32	17,9
PC33	209
PC34	108
PC35	317
MU1	846
MU2	186

Tramo	Longitud (m)
MU3	65,8
MU4	122
MU5	2529
MU6	45,2
MU7	282
MU8	185
MU9	49,6
01	278
05	476
06	742
07	386
08	596
09	308
10	303
11	109
12	305
13	105
14	248
15	6507
16	156
20	53

Tabla 4-85: Flujo vehicular Planta Catemu – Escenario futuro

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Acceso	Cancha de recepción mineral externo	8.640	16-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC26
Mineral	Camión 30 t	Acceso	Cancha de recepción Explodesa	18.000	16-PC1-PC2-PC3
Mineral	Camión 30 t	Cancha de recepción mineral externo	Planta de chancado N°1	3.900	PC26-PC8-PC9
Mineral	Camión 30 t	Cancha de recepción mineral externo	Planta de chancado N°2	3.600	PC26-PC7-PC10-PC11
Mineral	Camión 30 t	Cancha de recepción Explodesa	Planta de chancado N°1	19.440	PC3-PC12-PC10-PC7-PC8-PC9
Mineral	Camión 30 t	Cancha de recepción Explodesa	Planta de chancado N°2	33.840	PC3-PC12-PC11
Mineral aglomerado	Camión 30 t	Tambor aglomerador	Pila de lixiviación Sector 2	19.838	PC13-PC14-PC15-PC16-PC30-PC31-PC35
Mineral aglomerado	Camión 30 t	Tambor aglomerador	Pila de lixiviación Sector 3	6.645	PC13-PC14-PC15-PC16-PC29
Ripios de lixiviación	Camión 30 t	Pila de lixiviación Sector 3	Botadero de ripios N°2	19.838	PC29-PC16-PC15-PC17-PC8-PC7-PC6-PC5-PC4-PC2-PC1-PC18-PC19
Ácido	Camión aljibe 10 m ³	Acceso	Estanques de ácido	10.220	16-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC27

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Acceso-Chancadores	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC9
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Canchas de acopio-Chancadores	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC3-PC4-PC5-PC6-PC7-PC26
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Sector 3-Botadero 3	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC17-PC15-PC16-PC29-PC23
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Sector 1 y 1A - Botadero 2	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC17-PC15-PC16-PC30-PC31-PC19
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Aglomerador - Sector 3	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC32-PC13-PC14-PC15-PC16-PC29
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Aglomerador - Sector 4	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC32-PC13-PC21
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina canal el pepino	Aglomerador - Sector 5	2.190	PC20-PC18-PC1-PC2-PC4-PC5-PC6-PC7-PC8-PC32-PC13-PC21-PC22
Residuos peligrosos	Camión residuos	Almacenamiento de residuos	Acceso	720	PC1-PC2-PC4-16
Personal	Camioneta	Acceso	Caminos planta	2.920	Todos los tramos
Combustible	Camión aljibe 10 m ³	Acceso	Estanque de combustible	720	16-PC24-PC25
Personal	Bus	Acceso	Oficinas	1.440	16-PC24
Productos	Camión plano 12 t	Almacenamiento productos	Acceso	540	PC24-PC25-PC33-16

Tabla 4-86: Flujo vehicular Mina UVA – Escenario futuro

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Portal	Planta Catemu	12.409	MU7-MU8-MU4-MU5-07-12-10-08-15-16
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Piscina	Campamento	1.440	20-01-07-MU5-MU3
Agua	Camión aljibe 10 m ³	Todos	Todos	1.440	Todos los tramos
Personal	Bus	Centro Catemu	Campamento	2.880	04-02-01-07-MU5-MU3-MU9
Explosivos	Camión plano 12 t	CH60	Polvorín	360	04-02-01-07-MU5-MU3-MU4-MU8
Materiales - Insumos - Mantención	Camión plano 12 t	CH60	Campamento	360	04-02-01-07-MU5-MU3-MU9
Combustible	Camión aljibe 10 m ³	CH60	Campamento	1.440	04-02-01-07-MU5-MU3-MU9
Personal	Camioneta	Centro Catemu	Campamento	5.760	04-02-01-07-MU5-MU3-MU9

Tabla 4-87: Flujo vehicular 3H – Escenario futuro

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Cajón	Planta Catemu	2.400	05-07-12-10-08-15-16
Mineral	Camión 30 t	Penosa	Planta Catemu	3.600	13-12-10-08-15-16
Mineral	Camión 30 t	Patricia	Planta Catemu	3.600	11-10-08-15-16
Mineral	Camión 30 t	+40	Planta Catemu	1.200	09-08-15-16
Mineral	Camión 30 t	Chorreada	Planta Catemu	1.200	06-07-12-10-08-15-16
Estéril	Camión 30 t	Cajón	Botadero	200	05-07-12-10-08-14
Estéril	Camión 30 t	Penosa	Botadero	300	13-12-10-08-14
Estéril	Camión 30 t	Patricia	Botadero	300	11-10-08-14
Estéril	Camión 30 t	+40	Botadero	100	09-08-14
Estéril	Camión 30 t	Chorreada	Botadero	100	06-07-12-10-08-14
Petróleo diésel	Camión cisterna 8 m ³	Catemu	Minera 3H	120	01-11-12
Agua industrial	Camión aljibe 10 m ³	Catemu	Minera 3H	1.056	01-11-12
Agua potable	Camión aljibe 10 m ³	Catemu	Minera 3H	528	01-11-12
Materiales	Camión plano 12 t	Calera	Minera 3H	24	01-11-12
Residuos domésticos	Camión residuos	San Felipe	Minera 3H	48	01-11-12
Residuos peligrosos	Camión residuos	Santiago-Lampa	Minera 3H	6	01-11-12
Residuos industriales	Camión tolva	San Felipe	Minera 3H	6	01-11-12
Residuos líquidos	Camión cisterna 8 m ³	Llay Llay	Minera 3H	120	01-11-12
Agua para bebida	Camión plano 12 t	Llay Llay	Minera 3H	48	01-11-12
Alimentos	Camión plano 12 t	Llay Llay	Minera 3H	48	01-11-12
Personal	Bus	Catemu	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Bus	Quillota	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Bus	Llay Llay	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Furgón	Catemu	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Furgón	Ñilhue	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Furgón	La Colonia	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Camionetas	Quillota	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Camionetas	Quillota	Minera 3H	264	01-11-12
Personal	Camionetas	Calera	Minera 3H	264	01-11-12
Explosivos	Camión plano 12 t	Santiago	Minera 3H	24	01-11-12

A continuación se presenta el flujo total por tramo generado por cada fuente, la longitud de los tramos señalada en la Tabla 4-63, y finalmente los kilómetros totales recorridos considerando ida y regreso. Cabe

reiterar que 3H en el presente escenario utiliza el camino de enlace Mina UVA/Planta Catemu para trasladar el mineral y ya no efectúa el transporte por el sector poblado de Catemu.

Tabla 4-88: Nivel de actividad resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Tramo	Flujo total (veh/año)	Longitud (km)	Distancia recorrida total (km/año)
Planta Catemu	PC1	75.668	0,10	14.831
	PC2	75.668	0,09	13.968
	PC3	76.390	0,13	19.250
	PC4	57.668	0,22	24.913
	PC5	56.948	0,05	5.877
	PC6	56.948	0,05	5.228
	PC7	79.988	0,04	7.167
	PC8	59.238	0,17	19.904
	PC9	28.450	0,12	6.600
	PC10	25.960	0,28	14.382
	PC11	40.360	0,12	9.283
	PC12	56.200	0,04	4.226
	PC13	35.973	0,17	12.087
	PC14	31.593	0,02	1.068
	PC15	55.811	0,17	18.976
	PC16	55.811	0,26	29.022
	PC17	27.138	0,02	912
	PC18	35.898	0,06	4.250
	PC19	24.948	0,21	10.628
	PC20	16.060	0,96	30.771
	PC21	7.300	0,29	4.176
	PC22	5.110	0,15	1.574
	PC23	5.110	0,60	6.091
	PC24	5.620	0,21	2.315
	PC25	4.180	0,10	828
	PC26	21.250	0,05	2.240
	PC27	13.140	0,04	1.138
	PC28	2.920	0,03	173
	PC29	33.783	0,06	3.919
	PC30	24.948	0,06	3.114
	PC31	24.948	0,21	10.578
	PC32	9.490	0,02	340
	PC33	3.460	0,21	1.446
	PC34	2.920	0,11	631
	PC35	22.758	0,32	14.429
16	21.960	0,16	7.071	
Mina UVA	MU1	2.880	0,85	4.873
	MU2	1.440	0,19	536
	MU3	13.680	0,07	1.800
	MU4	14.209	0,12	3.467

Fuente	Tramo	Flujo total (veh/año)	Longitud (km)	Distancia recorrida total (km/año)
	MU5	26.089	2,53	131.960
	MU6	1.440	0,05	130
	MU7	13.849	0,28	7.811
	MU8	14.209	0,19	5.257
	MU9	11.880	0,05	1.178
	01	10.800	0,28	6.005
	07	24.649	0,39	19.029
	08	12.409	0,60	14.792
	10	12.409	0,30	7.520
	12	12.409	0,31	7.570
	15	12.409	6,51	161.496
	16	12.409	0,16	3.872
	20	1.440	0,05	153
3H	01	4.404	0,28	2.449
	05	2.600	0,48	2.475
	06	1.300	0,74	1.929
	07	3.900	0,39	3.011
	08	13.000	0,60	15.496
	09	1.300	0,31	801
	10	11.700	0,30	7.090
	11	8.304	0,11	1.810
	12	12.204	0,31	7.444
	13	3.900	0,11	819
	14	1.000	0,25	496
	15	12.000	6,51	156.168
	16	12.000	0,16	3.744

Finalmente se estiman las emisiones a partir de los factores señalados en el acápite 4.4.1.7 y los niveles de actividad estimados en la Tabla 4-88.

Tabla 4-89: Emisiones resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Tramo	NA (km/año)	Ea (%)	FE (g/km)			E (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu	PC1	14.831	85	1.274,6	296,3	29,6	2,84	0,66	0,07
	PC2	13.968	85	1.274,6	296,3	29,6	2,67	0,62	0,06
	PC3	19.250	85	2.409,2	653,8	65,4	6,96	1,89	0,19
	PC4	24.913	85	1.219,6	283,5	28,4	4,56	1,06	0,11
	PC5	5.877	85	1.220,8	283,8	28,4	1,08	0,25	0,03
	PC6	5.228	85	1.876,6	493,3	49,3	1,47	0,39	0,04
	PC7	7.167	85	1.977,9	519,9	52,0	2,13	0,56	0,06
	PC8	19.904	85	2.027,5	532,9	53,3	6,05	1,59	0,16
	PC9	6.600	85	4.761,1	1.588,4	158,8	4,71	1,57	0,16
	PC10	14.382	85	1.368,7	318,2	31,8	2,95	0,69	0,07

Fuente	Tramo	NA (km/año)	Ea (%)	FE (g/km)			E (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
	PC11	9.283	85	4.931,5	1.645,3	164,5	6,87	2,29	0,23
	PC12	4.226	85	1.404,4	326,5	32,6	0,89	0,21	0,02
	PC13	12.087	85	4.657,1	1.553,7	155,4	8,44	2,82	0,28
	PC14	1.068	85	2.080,7	546,9	54,7	0,33	0,09	0,01
	PC15	18.976	85	2.088,7	549,0	54,9	5,95	1,56	0,16
	PC16	29.022	85	2.088,7	549,0	54,9	9,09	2,39	0,24
	PC17	912	85	2.009,2	528,1	52,8	0,27	0,07	0,01
	PC18	4.250	85	2.613,4	752,2	75,2	1,67	0,48	0,05
	PC19	10.628	85	2.812,2	809,5	80,9	4,48	1,29	0,13
	PC20	30.771	85	1.946,6	560,3	56,0	8,99	2,59	0,26
	PC21	4.176	85	897,5	212,4	21,2	0,56	0,13	0,01
	PC22	1.574	85	825,2	195,3	19,5	0,19	0,05	0,00
	PC23	6.091	85	1.638,8	471,7	47,2	1,50	0,43	0,04
	PC24	2.315	85	1.336,9	351,4	35,1	0,46	0,12	0,01
	PC25	828	85	1.094,6	287,7	28,8	0,14	0,04	0,00
	PC26	2.240	85	2.255,8	612,2	61,2	0,76	0,21	0,02
	PC27	1.138	85	1.395,2	366,7	36,7	0,24	0,06	0,01
	PC28	173	85	863,0	226,8	22,7	0,02	0,01	0,00
	PC29	3.919	85	1.038,3	224,7	22,5	0,61	0,13	0,01
	PC30	3.114	85	1.036,7	224,4	22,4	0,48	0,10	0,01
	PC31	10.578	85	1.036,7	224,4	22,4	1,64	0,36	0,04
	PC32	340	85	1.349,0	354,6	35,5	0,07	0,02	0,00
	PC33	1.446	85	981,2	257,9	25,8	0,21	0,06	0,01
	PC34	631	85	437,2	94,6	9,5	0,04	0,01	0,00
	PC35	14.429	85	1.058,6	229,1	22,9	2,29	0,50	0,05
	16	7.071	85	1.042,5	242,3	24,2	1,11	0,26	0,03
Total Planta Catemu							92,73	25,53	2,55
Mina UVA	MU1	4.873	85	2.172,6	633,9	63,4	1,59	0,46	0,05
	MU2	536	85	2.172,6	633,9	63,4	0,17	0,05	0,01
	MU3	1.800	85	1.980,8	578,0	57,8	0,53	0,16	0,02
	MU4	3.467	85	3.070,2	895,8	89,6	1,60	0,47	0,05
	MU5	131.960	90	1.438,9	353,2	35,3	18,99	4,66	0,47
	MU6	130	90	4.266,9	1.509,8	151,0	0,06	0,02	0,00
	MU7	7.811	85	3.091,0	901,9	90,2	3,62	1,06	0,11
	MU8	5.257	85	3.070,2	895,8	89,6	2,42	0,71	0,07
	MU9	1.178	85	1.953,1	569,9	57,0	0,35	0,10	0,01
	01	6.005	85	1.715,1	484,1	48,4	1,54	0,44	0,04
	07	19.029	90	2.367,1	668,2	66,8	4,50	1,27	0,13
	08	14.792	90	2.829,7	798,8	79,9	4,19	1,18	0,12
	10	7.520	90	2.829,7	798,8	79,9	2,13	0,60	0,06
	12	7.570	90	2.829,7	798,8	79,9	2,14	0,60	0,06
	15	161.496	90	2.829,7	798,8	79,9	45,70	12,90	1,29
	16	3.872	85	1.434,1	333,4	33,3	0,83	0,19	0,02
20	153	0	1.934,9	546,2	54,6	0,30	0,08	0,01	
Total Mina UVA							90,66	24,95	2,50
3H	01	2.449	50	1.800,1	508,1	50,8	2,20	0,62	0,06

Fuente	Tramo	NA (km/año)	Ea (%)	FE (g/km)			E (t/año)		
				MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
	05	2.475	50	4.416,3	1.415,7	141,6	5,47	1,75	0,18
	06	1.929	50	4.416,3	1.415,7	141,6	4,26	1,37	0,14
	07	3.011	50	2.829,7	798,8	79,9	4,26	1,20	0,12
	08	15.496	90	2.829,7	798,8	79,9	4,38	1,24	0,12
	09	801	50	1.692,8	412,6	41,3	0,68	0,17	0,02
	10	7.090	50	2.829,7	798,8	79,9	10,03	2,83	0,28
	11	1.810	50	1.407,9	343,2	34,3	1,27	0,31	0,03
	12	7.444	50	2.517,8	710,7	71,1	9,37	2,65	0,26
	13	819	50	4.416,3	1.415,7	141,6	1,81	0,58	0,06
	14	496	50	1.692,8	412,6	41,3	0,42	0,10	0,01
	15	156.168	90	2.829,7	798,8	79,9	44,19	12,47	1,25
	16	3.744	90	1.434,1	333,4	33,3	0,54	0,12	0,01
Total 3H							88,88	25,41	2,54

4.6.2.6 Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados

El nivel de actividad relacionado a la resuspensión de polvo por tránsito de vehículos por caminos pavimentados corresponde a los kilómetros totales recorridos por toda la flota sobre dichas vías. A continuación, se presenta la longitud de los tramos considerados, el flujo vehicular por ítem transportado y finalmente el cálculo de los kilómetros totales recorridos. A continuación, se presenta la longitud de los tramos considerados, el flujo vehicular por ítem transportado y finalmente el cálculo de los kilómetros totales recorridos.

Tabla 4-90: Longitud de los tramos pavimentados

Tramo	Longitud (m)
02	98
03	92,3
04	126
17	216
18	51,6
19	45,9

Tabla 4-91: Flujo vehicular Planta Catemu – Escenario futuro

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Mineral	Camión 30 t	Otros externos (CH60)	Acceso	2.520	03-04-17-18
Ácido	Camión aljibe 10 m ³	Chagres	Acceso	10.220	03-04-17
Residuos domiciliarios	Camión residuos	San Felipe (CH60)	Acceso	2.880	03-04-17-18

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Residuos peligrosos	Camión residuos	Hidronor (CH60)	Acceso	720	03-04-17-18
Personal	Camioneta	Centro Catemu	Acceso	2.920	03
Combustible	Camión aljibe 10 m ³	CH60	Acceso	720	03-04-17-18
Personal	Bus	Centro Catemu	Acceso	1.440	03
Productos	Camión plano 12 t	Acceso	CH60	540	03-04-17-18

Tabla 4-92: Flujo vehicular Mina UVA – Escenario futuro

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Personal	Bus	Centro Catemu	Campamento	2.880	04-02
Explosivos	Camión plano 12 t	CH60	Polvorín	360	18-17-04-02
Materiales - Insumos - Mantenimiento	Camión plano 12 t	CH60	Campamento	360	18-17-04-02
Combustible	Camión aljibe 10 m ³	CH60	Campamento	1.440	18-17-04-02
Personal	Camioneta	Centro Catemu	Campamento	5.760	04-02-01

Tabla 4-93: Flujo vehicular 3H – Escenario futuro

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Petróleo diésel	Camión cisterna 8 m ³	Catemu	Minera 3H	120	04-03-02
Agua industrial	Camión aljibe 10 m ³	Catemu	Minera 3H	1.056	04-03-02
Agua potable	Camión aljibe 10 m ³	Catemu	Minera 3H	528	04-03-02
Materiales	Camión plano 12 t	Calera	Minera 3H	24	04-03-02
Residuos domésticos	Camión residuos	San Felipe	Minera 3H	48	04-03-02
Residuos peligrosos	Camión residuos	Santiago-Lampa	Minera 3H	6	04-03-02
Residuos industriales	Camión tolva	San Felipe	Minera 3H	6	04-03-02
Residuos líquidos	Camión cisterna 8 m ³	Llay Llay	Minera 3H	120	04-03-02
Agua para bebida	Camión plano 12 t	Llay Llay	Minera 3H	48	04-03-02
Alimentos	Camión plano 12 t	Llay Llay	Minera 3H	48	04-03-02
Personal	Bus	Catemu	Minera 3H	264	04-03-02

Motivo de transporte	Tipo vehículo	Origen	Destino	Flujo (veh/año)	Secuencia
Personal	Bus	Quillota	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Bus	Llay Llay	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Furgón	Catemu	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Furgón	Ñilhue	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Furgón	La Colonia	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Camionetas	Quillota	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Camionetas	Quillota	Minera 3H	264	04-03-02
Personal	Camionetas	Calera	Minera 3H	264	04-03-02
Explosivos	Camión plano 12 t	Santiago	Minera 3H	24	04-03-02

A continuación se presenta el flujo total por tramo generado por cada fuente, la longitud de los tramos señalada en la Tabla 4-90, y finalmente los kilómetros totales recorridos considerando ida y regreso.

Tabla 4-94: Nivel de actividad resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Tramo	Flujo total (veh/año)	Longitud (km)	Distancia recorrida total (km/año)
Planta Catemu	03	21.960	3,21	140.895
	04	17.600	0,20	7.110
	17	17.600	2,82	99.334
	18	7.380	0,48	7.129
Mina UVA	02	10.800	7,49	161.676
	04	10.800	0,20	4.363
	17	2.160	2,82	12.191
	18	2.160	0,48	2.087
	19	1.440	0,38	1.103
3H	02	4.404	7,49	65.928
	03	4.404	3,21	28.256
	04	4.404	0,20	1.779

Finalmente se estiman las emisiones a partir de los factores señalados en el acápite 4.4.1.8 y los niveles de actividad estimados en la Tabla 4-94.

Tabla 4-95: Emisiones resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Tramo	NA (km/año)	FE (g/km)			E (t/año)		
			MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Planta Catemu	03	21.960	13,0	2,5	0,6	1,83	0,35	0,09
	04	17.600	13,0	2,5	0,6	0,09	0,02	0,00
	17	17.600	13,0	2,5	0,6	1,29	0,25	0,06
	18	7.380	12,9	2,5	0,6	0,09	0,02	0,00
Total Planta Catemu						3,31	0,63	0,15
	02	10.800	12,8	2,5	0,6	2,08	0,40	0,10

Fuente	Tramo	NA (km/año)	FE (g/km)			E (t/año)		
			MPS	MP10	MP2,5	MPS	MP10	MP2,5
Mina UVA	04	10.800	12,8	2,5	0,6	0,06	0,01	0,00
	17	2.160	12,8	2,5	0,6	0,16	0,03	0,01
	18	2.160	12,8	2,5	0,6	0,03	0,01	0,00
	19	1.440	12,8	2,5	0,6	0,01	0,00	0,00
Total Mina UVA						2,33	0,45	0,11
3H	02	4.404	12,8	2,5	0,6	0,85	0,16	0,04
	03	4.404	12,8	2,5	0,6	0,36	0,07	0,02
	04	4.404	12,8	2,5	0,6	0,02	0,00	0,00
Total 3H						1,23	0,24	0,06

4.6.2.7 Combustión vehicular

El nivel de actividad relacionado a la combustión vehicular corresponde a los kilómetros totales recorridos por cada tipo de vehículo en la red de caminos considerada por cada fuente. Cabe señalar que se ha diferenciado el tránsito de vehículos en caminos no pavimentados y pavimentados y que se ha considerado los trayectos de ida y de regreso.

Tabla 4-96: Nivel de actividad combustión vehicular – Escenario futuro

Fuente	Vehículo	Distancia total a recorrer (km)	
		No pavimentado	Pavimentado
Planta Catemu	Camión pesado diésel tipo 3	278.112	226.495
	Buses interurbanos diésel tipo 3	1.057	9.239
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	34.234	18.735
Mina UVA	Camión pesado diésel tipo 3	320.281	48.588
	Buses interurbanos diésel tipo 3	19.056	44.277
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	38.113	88.554
3H	Camión pesado diésel tipo 3	200.444	44.190
	Buses interurbanos diésel tipo 3	440	17.258
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	2.192	34.515

Tabla 4-97: Emisión combustión vehicular caminos no pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Vehículo	NA (km/año)	FE (g/km)								E (t/año)							
			MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Planta Catemu	Camión pesado diésel tipo 3	278.112	0,23	0,23	0,23	0,56	8,74	2,49	0,00	0,23	0,06	0,06	0,06	0,16	2,43	0,69	0,00	0,27
	Buses interurbanos diésel tipo 3	1.057	0,25	0,25	0,25	0,66	9,82	2,74	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	34.234	0,06	0,06	0,06	0,09	1,08	0,41	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01
Total Planta Catemu											0,07	0,07	0,07	0,16	2,48	0,71	0,00	0,28
Mina UVA	Camión pesado diésel tipo 3	320.281	0,23	0,23	0,23	0,56	8,74	2,49	0,00	0,23	0,07	0,07	0,07	0,18	2,80	0,80	0,00	0,31
	Buses interurbanos diésel tipo 3	19.056	0,25	0,25	0,25	0,66	9,82	2,74	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,19	0,05	0,00	0,02
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	38.113	0,06	0,06	0,06	0,09	1,08	0,41	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01
Total Mina UVA											0,08	0,08	0,08	0,20	3,03	0,87	0,00	0,34
3H	Camión pesado diésel tipo 3	200.444	0,23	0,23	0,23	0,56	8,74	2,49	0,00	0,23	0,05	0,05	0,05	0,11	1,75	0,50	0,00	0,19
	Buses interurbanos diésel tipo 3	440	0,25	0,25	0,25	0,66	9,82	2,74	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	2.192	0,06	0,06	0,06	0,09	1,08	0,41	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total 3H											0,05	0,05	0,05	0,11	1,76	0,50	0,00	0,19

Tabla 4-98: Emisión combustión vehicular caminos pavimentados – Escenario futuro

Fuente	Vehículo	NA (km/año)	FE (g/km)								E (t/año)							
			MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Planta Catemu	Camión pesado diésel tipo 3	226.495	0,15	0,15	0,15	0,36	6,72	1,68	0,00	0,74	0,03	0,03	0,03	0,08	1,52	0,38	0,00	0,17
	Buses interurbanos diésel tipo 3	9.239	0,17	0,17	0,17	0,41	6,85	1,74	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,01
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	18.735	0,04	0,04	0,04	0,07	0,87	0,27	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
Total Planta Catemu											0,04	0,04	0,04	0,09	1,60	0,40	0,00	0,18
Mina UVA	Camión pesado diésel tipo 3	48.588	0,15	0,15	0,15	0,36	6,72	1,68	0,00	0,74	0,01	0,01	0,01	0,02	0,33	0,08	0,00	0,04
	Buses interurbanos diésel tipo 3	44.277	0,17	0,17	0,17	0,41	6,85	1,74	0,00	0,72	0,01	0,01	0,01	0,02	0,30	0,08	0,00	0,03
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	88.554	0,04	0,04	0,04	0,07	0,87	0,27	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,02	0,00	0,02
Total Mina UVA											0,02	0,02	0,02	0,04	0,71	0,18	0,00	0,08
3H	Camión pesado diésel tipo 3	44.190	0,15	0,15	0,15	0,36	6,72	1,68	0,00	0,74	0,01	0,01	0,01	0,02	0,30	0,07	0,00	0,03
	Buses interurbanos diésel tipo 3	17.258	0,17	0,17	0,17	0,41	6,85	1,74	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,01	0,12	0,03	0,00	0,01
	Vehículos comerciales diésel tipo 2	34.515	0,04	0,04	0,04	0,07	0,87	0,27	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01
Total 3H											0,01	0,01	0,01	0,03	0,45	0,11	0,00	0,05

4.6.2.8 Maquinaria

El nivel de actividad de la maquinaria corresponde a las horas de operación, la potencia de las mismas, tomando en cuenta el factor de carga. En la Tabla 4-99 se presentan los niveles de actividad y emisiones de los equipos para el presente escenario.

Tabla 4-99: Emisiones maquinaria – Escenario futuro

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	Factor de carga	NA (h/año)	FE (g/kW-h)							Emisión (t/año)						
					MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	SO ₂	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	SO ₂
Planta Catemu	Minicargador 246c	55	0,21	2.920	0,53	0,53	0,51	1,16	6,94	8,50	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,23	0,29	0,00
	Excavadora Komatsu PC200	110	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	0,04	0,04	0,03	0,11	1,05	0,36	0,00
	Cargador frontal CAT 962g N1	152	0,59	2.920	0,40	0,40	0,38	0,94	5,93	2,75	0,02	0,10	0,10	0,10	0,25	1,55	0,72	0,01
	Cargador frontal CAT 966g N10	184	0,59	2.920	0,40	0,40	0,38	0,94	5,93	2,75	0,02	0,13	0,13	0,12	0,30	1,88	0,87	0,01
	Cargador frontal CAT 972g N2	201	0,59	2.920	0,40	0,40	0,38	0,94	5,93	2,75	0,02	0,14	0,14	0,13	0,32	2,05	0,95	0,01
	Cargador frontal CAT 972h N2	229	0,59	2.920	0,40	0,40	0,38	0,47	6,64	3,03	0,02	0,16	0,16	0,15	0,19	2,62	1,20	0,01
	Excavadora CAT 330c N1	184	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	0,06	0,06	0,06	0,14	1,71	0,50	0,01
	Excavadora CAT 325c N2	140	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,45	5,39	1,59	0,02	0,05	0,05	0,04	0,11	1,30	0,38	0,01
	Excavadora CAT 320c N5	103	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	0,03	0,03	0,03	0,10	0,98	0,34	0,00
	Excavadora CAT 320c N4	103	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	0,03	0,03	0,03	0,10	0,98	0,34	0,00
	Excavadora CAT 320c N3	103	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	0,03	0,03	0,03	0,10	0,98	0,34	0,00
Excavadora CAT 320c N2	103	0,59	2.920	0,19	0,19	0,18	0,56	5,53	1,91	0,02	0,03	0,03	0,03	0,10	0,98	0,34	0,00	
Total Planta Catemu											0,82	0,82	0,79	1,85	16,32	6,63	0,06	
3H	Excavadoras	112	0,59	4.752	0,31	0,31	0,30	0,56	5,53	1,91	0,02	0,10	0,10	0,09	0,18	1,73	0,60	0,01
	Cargador Frontal	112	0,59	3.168	0,51	0,51	0,50	1,17	6,08	3,31	0,02	0,11	0,11	0,10	0,25	1,27	0,69	0,00
	Compresores	69	0,59	38.016	0,77	0,77	0,74	1,17	8,30	8,82	0,02	1,18	1,18	1,15	1,81	12,78	13,57	0,04
Total 3H											1,38	1,38	1,34	2,23	15,78	14,85	0,05	

4.6.2.9 Grupos generadores

El nivel de actividad asociado al uso de los grupos generadores corresponde a las horas de funcionamiento anual.

Tabla 4-100: Emisiones grupos generadores – Escenario futuro

Fuente	Equipo	Potencia (kW)	NA (h/año)	FE (g/kW-h)							Emisión (t/año)						
				MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	SO ₂	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	SO ₂
Planta Catemu	Grupo generador 1700kva N3	1.360	1.360	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,12	0,12	0,11	0,19	4,53	0,92	0,02
	Grupo generador 545kva N6	436	436	0,15	0,15	0,14	0,23	5,87	1,24	0,02	0,04	0,04	0,04	0,06	1,53	0,33	0,01
	Grupo generador 906kva N2	725	725	0,15	0,15	0,14	0,23	3,38	1,96	0,02	0,06	0,06	0,06	0,10	1,47	0,85	0,01
	Grupo generador 1500kva N2	1.200	1.200	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,10	0,10	0,10	0,17	3,99	0,81	0,02
	Grupo generador 1500kva N5	1.200	1.200	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,10	0,10	0,10	0,17	3,99	0,81	0,02
	Grupo generador 1700kva Container	1.360	1.360	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,12	0,12	0,11	0,19	4,53	0,92	0,02
	Grupo generador 1500kVA N2	1.200	1.200	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,10	0,10	0,10	0,17	3,99	0,81	0,02
	Grupo generador 2000kva N1	1.600	1.600	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,14	0,14	0,13	0,22	5,33	1,08	0,02
	Grupo generador 2500kva N4	2.000	2.000	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,13	0,02	0,17	0,17	0,16	0,28	6,66	1,35	0,03
Total Planta Catemu											0,97	0,97	0,91	1,54	36,02	7,89	0,14
Mina UVA	Grupo generador	48	8.760	0,35	0,35	0,33	0,51	6,36	3,49	0,02	0,15	0,15	0,14	0,21	2,67	1,47	0,01
Total Mina UVA											0,15	0,15	0,14	0,21	2,67	1,47	0,01
3H	Generador Mina 1	500	1.320	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	0,10	0,10	0,09	0,15	3,66	1,29	0,01
	Generador Mina 2	500	1.320	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	0,10	0,10	0,09	0,15	3,66	1,29	0,01
	Generador Mina 3	500	1.320	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	0,10	0,10	0,09	0,15	3,66	1,29	0,01
	Generador Mina 4	500	1.320	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	0,10	0,10	0,09	0,15	3,66	1,29	0,01
	Generador Mina 5	500	1.320	0,15	0,15	0,14	0,23	5,55	1,96	0,02	0,10	0,10	0,09	0,15	3,66	1,29	0,01
	Generador Oficinas	30	2.112	0,54	0,54	0,52	0,39	6,40	2,26	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,41	0,14	0,00
Total 3H											0,51	0,51	0,49	0,79	18,71	6,61	0,07

4.6.3 Fuentes emisoras de terceros

Adicionalmente a las emisiones estimadas para la faena minera UVA, las faenas mineras de 3H y las actividades desarrolladas en la Planta Catemu, fueron estimadas emisiones para otras fuentes emisoras relevantes en la zona, en las que se incluye la combustión residencial de leña, quemas agrícolas y la fundición de Chagres. A continuación, se presentan los niveles de actividad y emisiones estimadas para cada una de estas fuentes en la comuna de Catemu.

4.6.3.1 Combustión residencial de leña

La información base para la estimación de emisiones por quema de leña fue obtenida del “Estudio Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica Región de Valparaíso, Construcción de un Inventario de Emisiones Regional”, que consideró para la comuna de Catemu el consumo de leña para el año 2008, tanto para zona urbana como para zona rural. Para proyectar las emisiones generadas por la combustión de leña, fue utilizada la información de consumo de leña para la Región de Valparaíso del estudio “Medición del Consumo Nacional de Leña y otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera” - CDT para el Ministerio de Energía / 2015. Debido a que el estudio de consumo de leña para el año 2015 no entrega desagregación para consumo urbano y consumo rural, el porcentaje de cambio en el consumo total de la Región de Valparaíso del año 2015 respecto del año 2008 fue aplicado tanto al área urbana como al área rural. La Tabla 4-101 presenta los consumos de leña para la Región de Valparaíso.

Tabla 4-101: Consumo de leña Región de Valparaíso

Año	Consumo m ³ estéreo ⁷			
	V región	Catemu	Catemu Urbano	Catemu Rural
2008 ⁽¹⁾	186.308	4.298	806	3.492
2015	305.406 ⁽²⁾	7.046 ⁽³⁾	1.321 ⁽³⁾	5.724 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudio Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica Región de Valparaíso, Construcción de Un Inventario de Emisiones Regional.

⁽²⁾ Estudio Medición del Consumo Nacional de Leña y otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera

⁽³⁾ Valores estimados a partir de variación en el consumo de leña en la Región de Valparaíso.

Tabla 4-102: Emisiones por combustión residencial de leña comuna de Catemu (t/año)

Año	Sector	MP	MP10	MP2,5	CO	NOx	COV	SOx	NH ₃
2008	Urbano	8,99	8,65	8,38	79,32	0,61	71,91	0,09	0,51
2008	Rural	57,36	55,05	53,4	516,18	3,8	467,93	0,58	3,23

⁷ Medida de volumen de leña que considera los espacios que quedan entre la leña apilada.

Fuente: Estudio Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica Región de Valparaíso,
Construcción de Un Inventario de Emisiones Regional

A continuación se presentan las emisiones proyectadas considerando como base las emisiones estimadas para la comuna de Catemu para el año 2008.

Tabla 4-103: Emisiones proyectadas por combustión residencial de leña comuna de Catemu (t/año)

Año	Sector	MP	MP10	MP2,5	CO	NOx	COV	SOx	NH ₃
2015	Urbano	14,74	14,18	13,74	130,03	1,00	117,88	0,15	0,84
2015	Rural	94,03	90,24	87,54	846,15	6,23	767,06	0,95	5,29

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.2 Quemas agrícolas

Para estimar la superficie de cultivos existentes en la comuna de Catemu, fue considerada como base la información reportada en el “Estudio Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica Región de Valparaíso, Construcción de Un Inventario de Emisiones Regional”, que tiene como fuente de información el Censo Agropecuario y Forestal 2007. Para obtener la variación en superficie de los cultivos, respecto de lo informado en el Censo Agropecuario y Forestal 2007, fueron utilizadas las publicaciones “Agropecuarias - Informe Anual 2007 INE” y “INFORME CULTIVOS ANUALES ESENCIALES - Año agrícola 2016-2017 INE”, obteniéndose a partir de ellos la variación total de superficie por tipo de cultivo para la Región de Valparaíso, y utilizando esta misma tasa de variación para la comuna de Catemu. La Tabla 4-104 presenta la superficie total por tipo de cultivo para la Región de Valparaíso para el año 2007 y para el periodo 2016-2017, y la Tabla 4-105 presenta la proyección de superficie por tipo de cultivo para la comuna de Catemu.

Tabla 4-104: Superficie por tipo de cultivo Región de Valparaíso (ha).

Cultivo	2007 ⁽¹⁾	2016-2017 ⁽²⁾
Cereales	6650	1812
Leguminosas	2812	1856
Industriales	805	72

⁽¹⁾ Agropecuarias - Informe Anual 2007 INE

⁽²⁾ INFORME CULTIVOS ANUALES ESENCIALES - Año agrícola 2016-2017 INE

Tabla 4-105: Superficie por tipo de cultivo Comuna de Catemu (ha).

Año	Cereales	Leguminosas y tubérculos	Cultivos industriales
2007	17,80	258,20	108,60
2016	4,85	170,42	9,71

A partir de las superficies de cultivos indicadas en la Tabla 4-105 y a los factores de emisión indicados en la Tabla 4-14, fueron estimadas las emisiones reportadas en la Tabla 4-106.

Tabla 4-106: Emisiones anuales para quemas agrícolas comuna de Catemu.

Cultivo	Emisiones (toneladas/año)						
	MP30	MP10	MP2,5	NOx	SO ₂	VOC	CO
Cereales	0,17	0,17	0,16	0,06	0,01	0,12	1,54
Leguminosas y tubérculos	6,54	6,54	6,21	2,48	0,05	6,78	70,67
Cultivos industriales	0,25	0,25	0,24	0,04	0,01	0,19	1,04
Total	6,96	6,96	6,61	2,58	0,06	7,09	73,25

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.3 Fundición Chagres

Las emisiones de la operación de la Fundición Chagres, perteneciente a Anglo American Chile, fueron obtenidas del Registro de Transferencia de Contaminantes (RETC) para el año 2017. Dichas emisiones se presentan en la Tabla 4-107.

Tabla 4-107: Emisiones anuales Fundición Chagres (t/año).

MPS	MP10	MP2,5	SO ₂	NOx	CO
908,2	523,56	265,6	8.920	11,99	12,04

Fuente: RETC 2017

4.7 Resumen de emisiones

Finalmente se presenta el resumen de emisiones de todas las actividades por cada escenario considerado.

4.7.1 Escenario PPDA

Tabla 4-108: Resumen de emisiones Planta Catemu – Escenario PPDA

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Chancado	25,74	9,43	9,43					
Harnero	9,41	3,24	3,24					
Trasposos	4,40	1,61	1,61					
Transferencia de material	0,63	0,30	0,05					
Tránsito en camino no pavimentado	75,75	20,92	2,09					
Tránsito en camino pavimentado	3,29	0,63	0,15					
Combustión vehicular	0,09	0,09	0,09	0,21	3,58	0,97	0,00	0,40

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Uso de maquinaria	1,03	1,03	0,98	1,70	18,28	8,22	0,00	0,06
Generadores	0,59	0,59	0,55	0,93	21,44	4,91	0,00	0,09
Total	120,92	37,82	18,19	2,85	43,30	14,11	0,00	0,55

Tabla 4-109: Resumen de emisiones Mina UVA – Escenario PPDA

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Tronadura	0,49	0,25	0,01					
Transferencia de material	0,72	0,34	0,05					
Tránsito en camino no pavimentado	1.473,40	406,49	40,65					
Tránsito en camino pavimentado	1,57	0,30	0,07					
Combustión vehicular	0,29	0,29	0,29	0,71	11,08	3,16	0,00	1,24
Uso de maquinaria	2,66	2,66	2,56	4,45	46,16	19,95	0,00	0,16
Generadores	0,15	0,15	0,14	0,21	2,67	1,47	0,00	0,01
Total	1.479,28	410,48	43,78	5,37	59,92	24,58	0,00	1,41

Tabla 4-110: Resumen de emisiones 3H – Escenario PPDA

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Transferencia de material	0,23	0,11	0,02					
Tránsito en camino no pavimentado	18,28	5,31	0,53					
Tránsito en camino pavimentado	2,41	0,46	0,11					
Combustión vehicular	0,03	0,03	0,03	0,07	1,21	0,31	0,00	0,14
Maquinaria	0,77	0,77	0,75	1,24	8,89	8,28	-	0,03
Generadores	0,23	0,23	0,21	0,33	7,73	1,79	-	0,03
Total	21,96	6,91	1,65	1,64	17,83	10,38	0,00	0,19

4.7.2 Escenario futuro

Tabla 4-111: Resumen de emisiones Planta Catemu – Escenario futuro

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Chancado	10,33	3,78	3,78					
Harnero	3,77	1,30	1,30					
Trasposos	2,07	0,76	0,76					

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Transferencia de material	0,76	0,36	0,05					
Tránsito en camino no pavimentado	92,73	25,53	2,55					
Tránsito en camino pavimentado	3,31	0,63	0,15					
Combustión vehicular	0,10	0,10	0,10	0,25	4,08	1,11	0,00	0,46
Uso de maquinaria	0,82	0,82	0,79	1,85	16,32	6,63	0,00	0,06
Generadores	0,97	0,97	0,91	1,54	36,02	7,89	0,00	0,14
Total	114,86	34,25	10,41	3,63	56,42	15,64	0,00	0,66

Tabla 4-112: Resumen de emisiones Mina UVA – Escenario futuro

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Tronadura	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
Transferencia de material	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
Tránsito en camino no pavimentado	90,66	21,86	2,50	-	-	-	-	-
Tránsito en camino pavimentado	2,33	0,45	0,11	-	-	-	-	-
Combustión vehicular	0,10	0,10	0,10	0,24	3,73	1,05	0,00	0,42
Uso de maquinaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generadores	0,15	0,15	0,14	0,21	2,67	1,47	0,00	0,01
Total	93,23	22,56	2,84	0,45	6,41	2,52	0,00	0,43

Tabla 4-113: Resumen de emisiones 3H – Escenario futuro

Actividad	Emisión (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	HC	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Transferencia de material	0,51	0,24	0,04	-	-	-	-	-
Erosión eólica	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
Tránsito en camino no pavimentado	88,88	25,41	2,54	-	-	-	-	-
Tránsito en camino pavimentado	1,23	0,24	0,06	-	-	-	-	-
Combustión vehicular	0,06	0,06	0,06	0,14	2,20	0,62	0,00	0,25
Maquinaria	1,38	1,38	1,34	2,23	15,78	14,85	-	0,05
Generadores	0,51	0,51	0,49	0,79	18,71	6,61	-	0,07
Total	92,58	27,85	4,52	3,15	36,70	22,08	0,00	0,37

4.7.3 Fuente emisoras de terceros

Cabe reiterar que, para efectos del presente estudio, las fuentes emisoras de terceros se consideraron iguales en ambos escenarios.

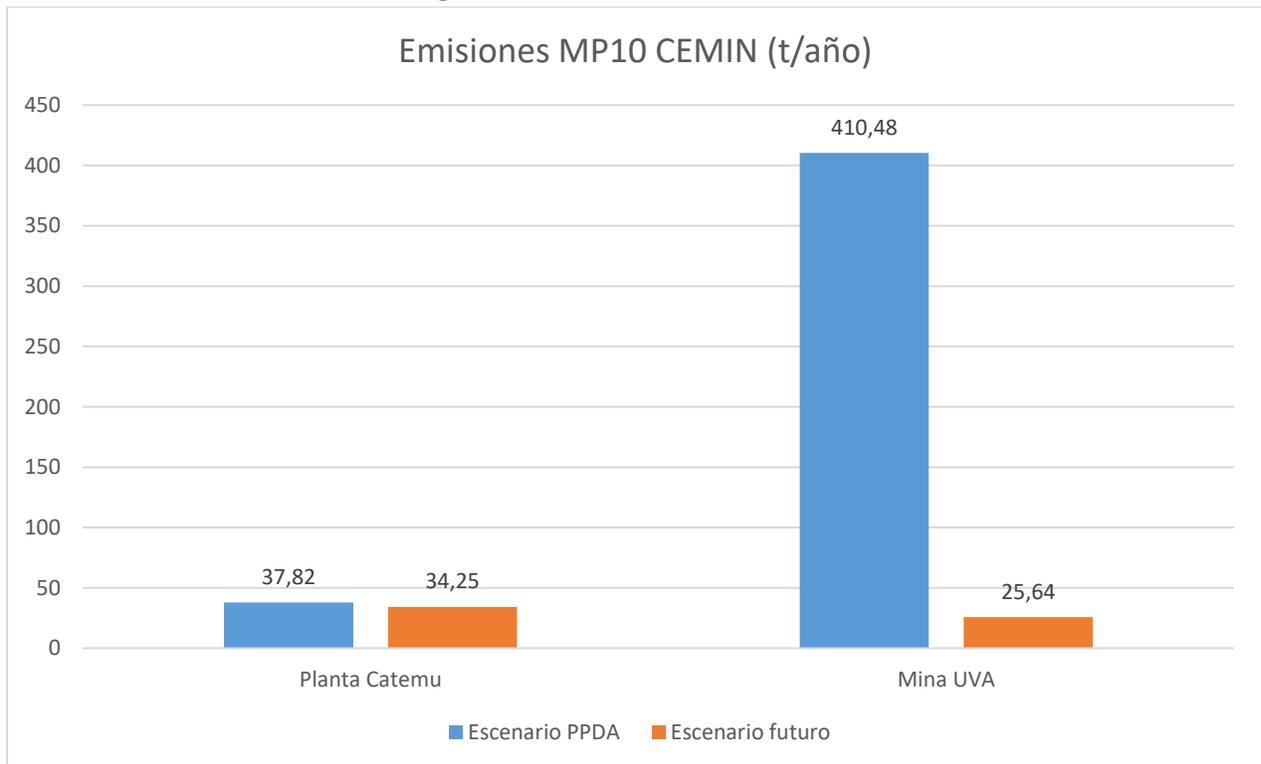
Tabla 4-114: Resumen de emisiones fuentes emisoras de terceros

Actividad	Emisiones (t/año)							
	MPS	MP10	MP2,5	COV	NOx	CO	NH ₃	SO ₂
Combustión residencial de leña	108,77	104,42	101,28	884,93	7,23	976,18	6,13	1,10
Quemas agrícolas	6,96	6,96	6,61	7,09	2,58	73,25	-	0,06
Fundición Chagres	908,2	523,56	265,6	-	11,99	12,04	-	8.920

4.8 Emisiones CEMIN

A continuación, se muestra gráficamente la variación en las emisiones de MP10 para los escenarios PPDA y futuro en las faenas correspondientes a CEMIN: Planta Catemu y Mina UVA.

Figura 4-8: Variación emisiones CEMIN



4.9 Resumen emisiones y participación por grupo de fuentes

A continuación, se ilustra la participación por grupo de fuentes respecto al total de emisiones calculadas.

Figura 4-9: Participación por grupo de fuentes en las emisiones – Escenario PPDA

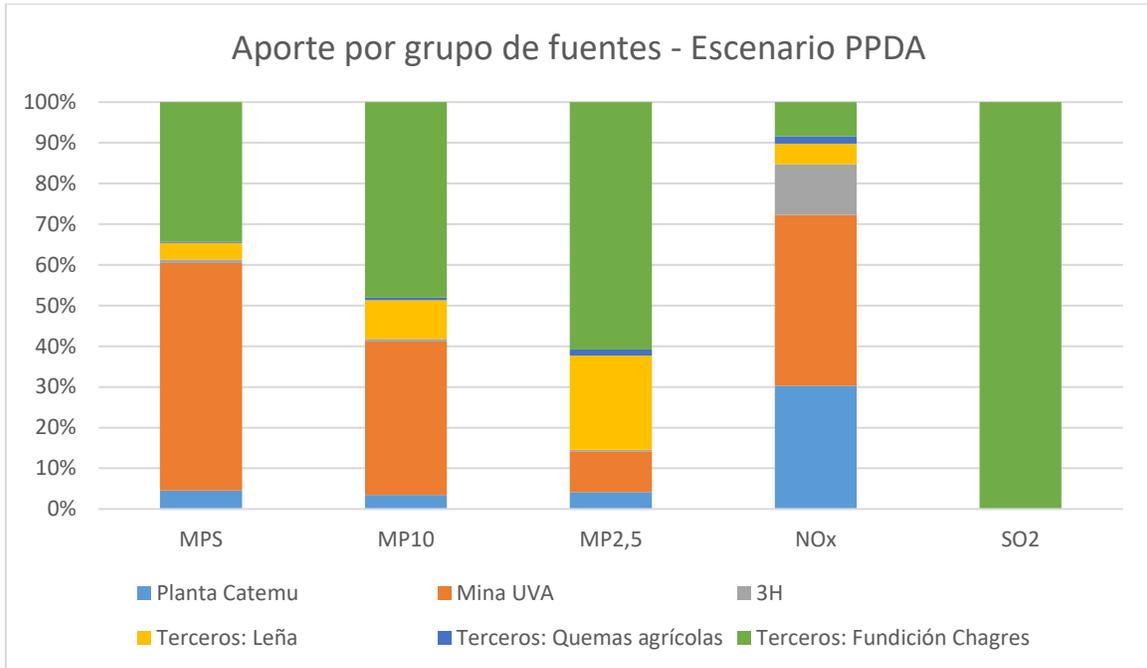
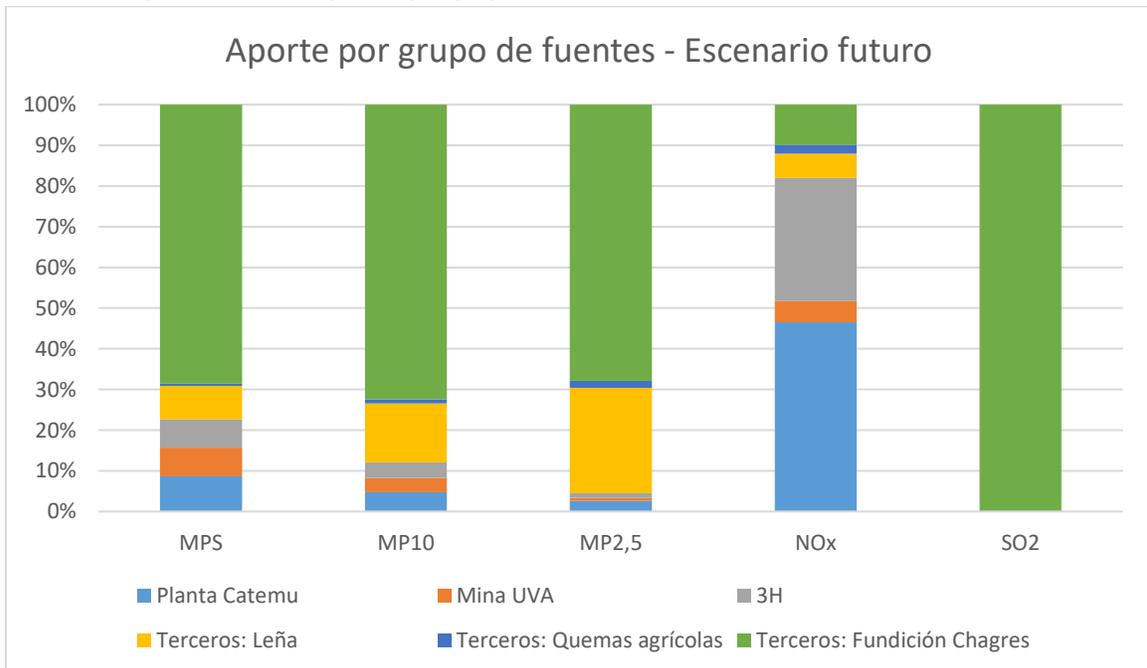


Figura 4-10: Participación por grupo de fuentes en las emisiones – Escenario futuro



4.10 Conclusiones emisiones

A partir de los cálculos realizados es posible concluir lo siguiente:

- En relación a las fuentes emisoras de terceros, éstas constituyen un aporte significativo en el sector, alcanzando una participación superior al 50% en el material particulado respirable, en relación al escenario PPDA. Dado que se asumen constantes estas fuentes en ambos escenarios, éstas aumentarían su participación en el escenario futuro dada la disminución de emisiones por parte de Mina UVA y Planta Catemu.
- Al comparar las emisiones de material particulado de ambos escenarios, en general las emisiones disminuyen en el escenario futuro en relación al escenario PPDA. Esta baja en emisiones se debe principalmente al cambio de método de explotación por parte de Mina UVA, que pasa de extracción a cielo abierto a mina subterránea y al tratamiento del camino de enlace Mina UVA/Planta Catemu, el que alcanza un 90% de eficiencia en el abatimiento de material particulado. Por otro lado, la baja de emisiones también se debe a la implementación de los sistemas de control de emisiones en la Planta Catemu, las que fueron consideradas en el proyecto DIA “Continuidad Operacional Planta Catemu”, aprobado ambientalmente mediante RCA N° 11/2018.
- Por otra parte, el proyecto actualmente en evaluación ambiental DIA “Proyecto Minero 3H” aumenta sus emisiones respecto al trienio 2015-2017, ya que aumenta su extracción de 15.000 t/mes a 30.000 t/mes y cambia la ruta de transporte de mineral desde su paso por el centro poblado de Catemu (camino pavimentado) a utilizar el camino de enlace Mina UVA/Planta Catemu (camino no pavimentado con tratamiento). Si bien las emisiones aumentan, éstas no alcanzan a contrarrestar la disminución global de las emisiones.
- En cuanto a la actividad que aporta mayores emisiones en las faenas descritas, ésta corresponde a la resuspensión de material particulado debido al tránsito de vehículos en caminos no pavimentados. Lo anterior explica en parte una disminución importante de emisiones al aplicar un supresor de polvo en el camino de enlace.

5 CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA DEL ÁREA DEL PROYECTO

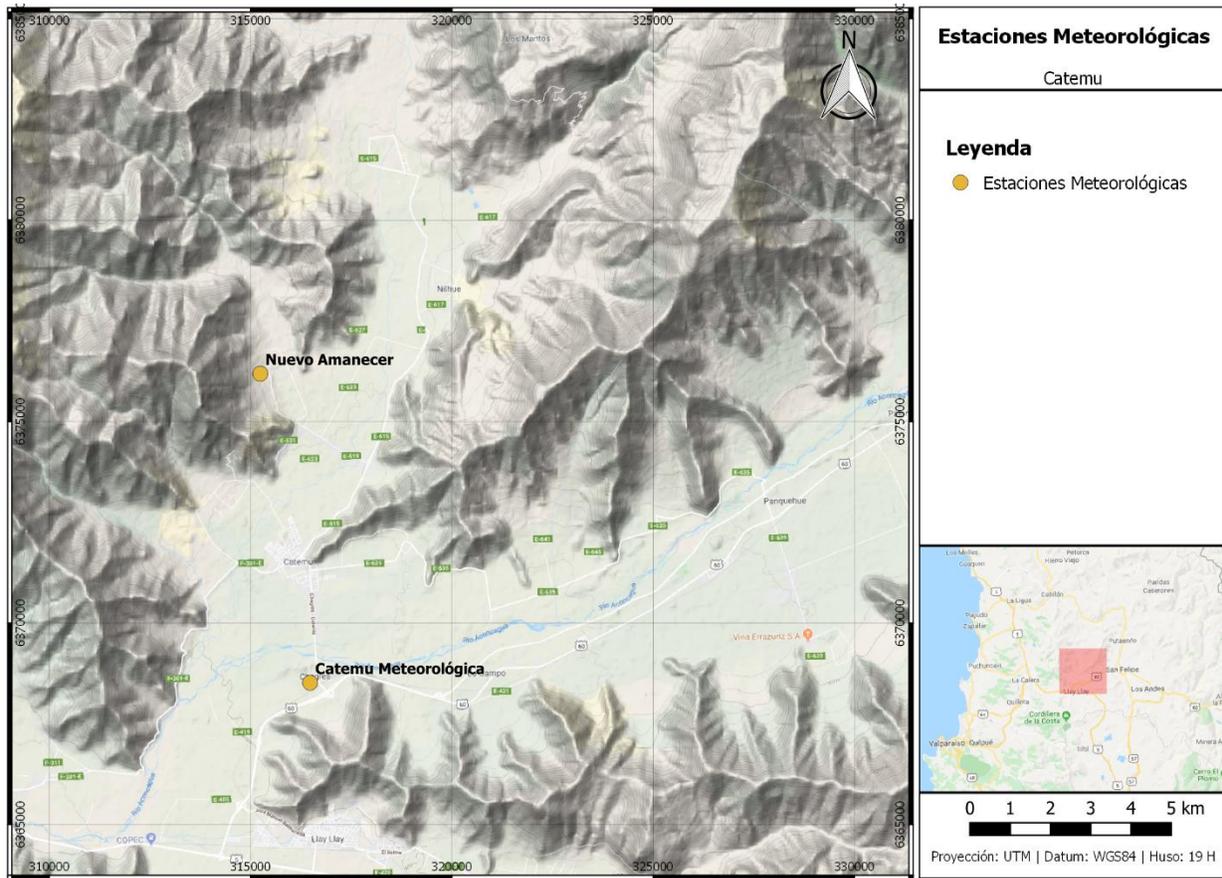
La información meteorológica de superficie utilizada para la caracterización del área del Proyecto, corresponde a las mediciones registradas en dos estaciones meteorológicas en el sector, correspondiente a las estaciones Nuevo Amanecer y Catemu Meteorológica. Las coordenadas de ambas estaciones se indican en la Tabla 5-1:. Para la caracterización meteorológica se cuenta con registros de velocidad, dirección del viento y temperatura para Nuevo Amanecer y de velocidad y dirección del viento para Catemu Meteorológica.

Tabla 5-1: Coordenadas de ubicación de las estaciones meteorológicas.

Estación	WGS84-Huso 19		Variable monitoreada
	UTM - E (m)	UTM - N (m)	
Nuevo Amanecer	315.243	6.376.191	Viento y temperatura
Catemu Meteorológica	316.480	6.368.520	Viento

(*) Huso 19S, Datum WGS84

Figura 5-1: Ubicación de las estaciones meteorológicas.



Fuente: Elaboración propia, en base a Google Earth.

La disponibilidad de los datos registrados se presenta en la Tabla 5-2 donde se observa que se tiene sobre un 99% de disponibilidad de información, excepto para dirección del viento en Nuevo Amanecer.

Tabla 5-2: Caracterización de los datos meteorológicos, % de completitud Año 2018.

Estación	Velocidad del viento	Dirección del viento	Temperatura
Nuevo Amanecer	99,3%	92,0 %	99,8 %
Catemu Meteorológica	99,9%	99,9%	-

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados del monitoreo de variables meteorológicas medidos durante el año 2018 en la zona del proyecto.

5.1 Velocidad del Viento

En la Tabla 5-3 se presenta la velocidad promedio de las estaciones, en ella se observa que la velocidad promedio del viento para el año 2018 de la estación Nuevo Amanecer es de 1,25 (m/s) con un máximo horario de 4,80 (m/s), en tanto la estación Catemu Meteorológica presenta velocidades mucho más altas con un promedio 4,07 (m/s) y un valor máximo horario mayor con 12,7 (m/s).

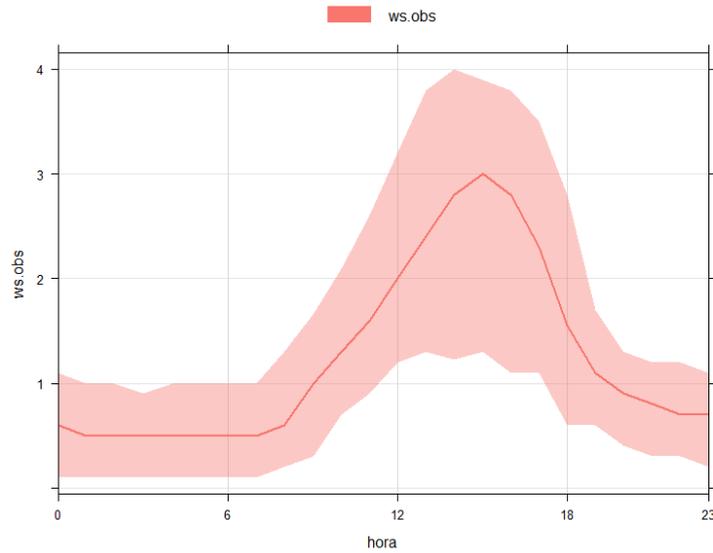
Tabla 5-3: Resumen Velocidad del viento, estaciones Nuevo Amanecer y Catemu Meteorológica.

Variable	Nuevo Amanecer	Catemu Meteorológica
Promedio (m/s)	1,25	4,07
Mediana (m/s)	0,90	3,50
Máximo (m/s)	4,80	12,70
Porcentaje de calmas	26,3%	1,7%

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5-2 muestra el ciclo diario del viento observado en la estación Nuevo Amanecer, donde las máximas diarias se presentan entre las 15:00 y 16:00 horas con una mediana de 3 (m/s), horario en que además aumenta la desviación estándar de las magnitudes de viento.

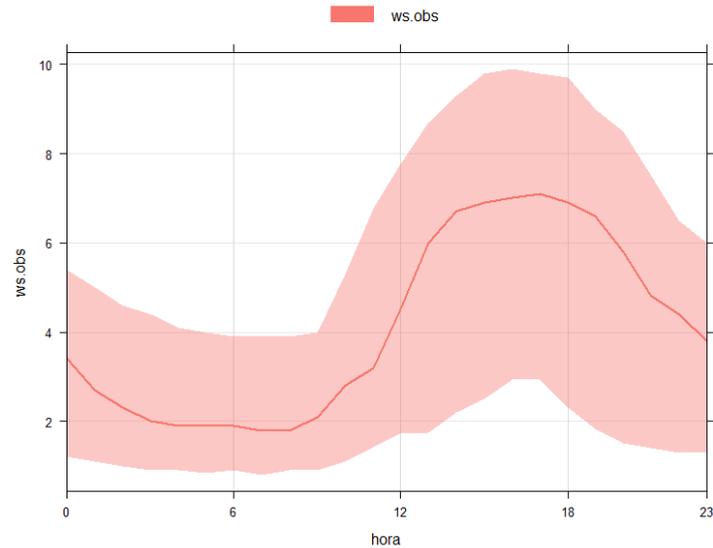
Figura 5-2: Ciclo diario de la velocidad del viento observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

La estación Catemu Meteorológica presentada en la Figura 5-3 muestra magnitudes de viento considerablemente mayores que la estación Nuevo Amanecer, donde las horas de mayor magnitud del viento presentan una mediana de 7 m/s entre las 13:00 y 19:00 horas.

Figura 5-3: Ciclo diario de la velocidad del viento observada. Estación Catemu Meteorológica. Año 2018



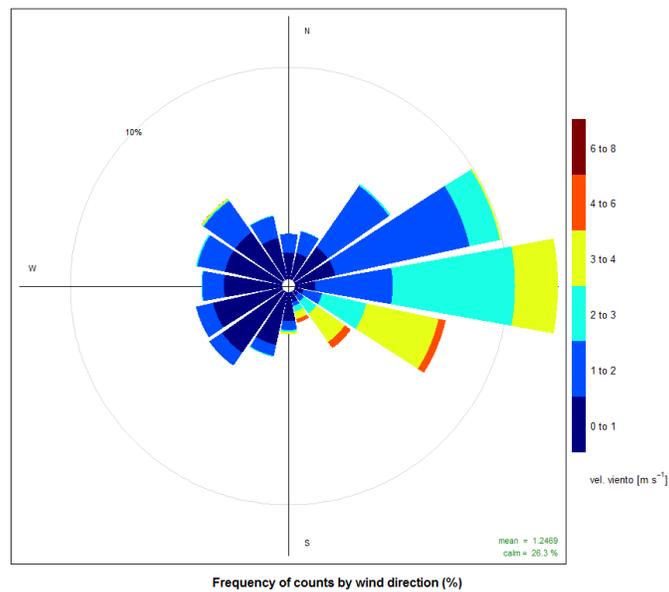
Fuente: Elaboración propia.

5.2 Dirección del Viento

Estación Nuevo Amanecer

La Figura 5-4 muestra que la estación Nuevo Amanecer presenta una clara predominancia de viento este (E) durante el día y viento oeste (O) durante la noche.

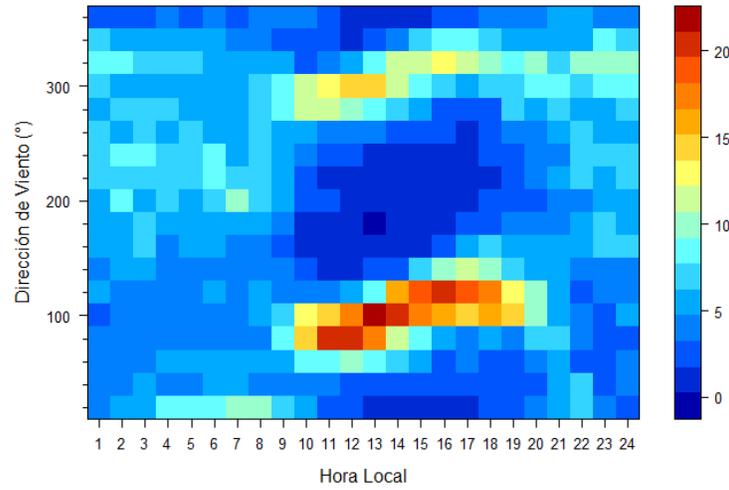
Figura 5-4: Rosas de viento observado. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5-5 confirma la gran frecuencia de viento este (E) que se presenta durante las horas del día, frecuencia que disminuye considerablemente en horas de la madrugada y primeras horas de la mañana, entre las 22:00 y las 10:00 horas, donde se observa mayor frecuencia de viento oeste (O).

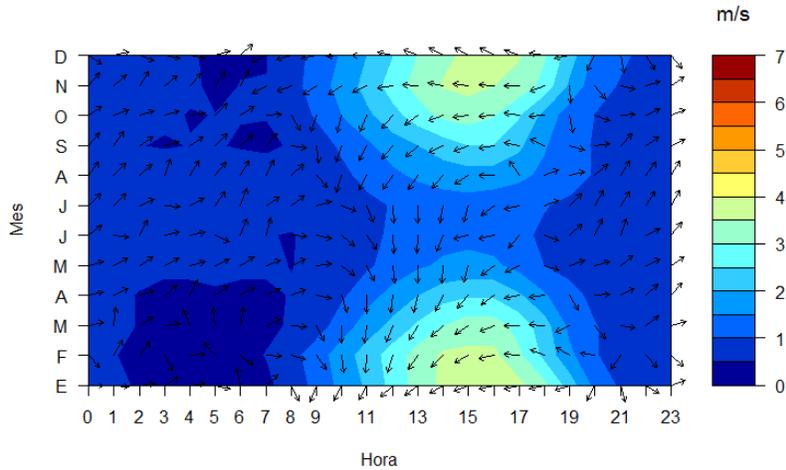
Figura 5-5: Ciclo Diario de la Dirección del Viento Observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5-6 muestra la predominancia del viento este (E) durante todo el año en especial en los meses de primavera y verano en gran parte del día, en tanto para los meses de invierno la dirección del viento tiende a revertirse.

Figura 5-6: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.

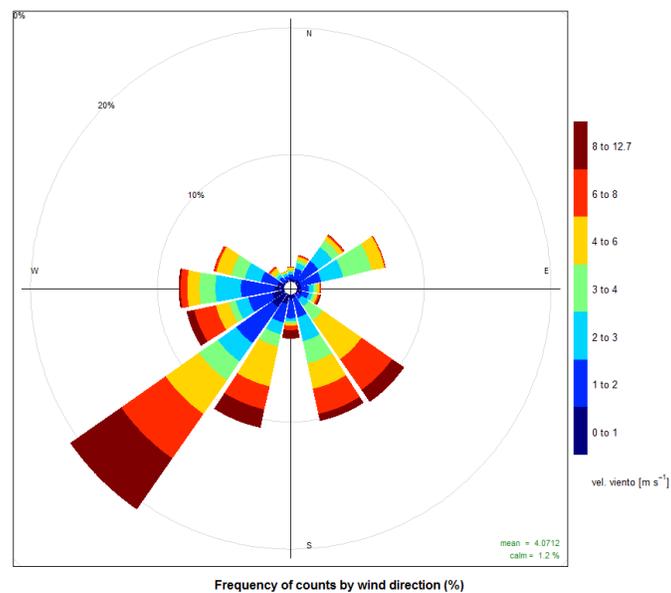


Fuente: Elaboración propia.

Estación Catemu Meteorológica

En la Figura 5-7 se presentan la rosa de viento anual obtenida a partir de la serie de datos. En esta se observa un predominio de los vientos provenientes desde el suroeste (SO), durante 20% del tiempo, con un 40 % de frecuencia al considerar las componentes vecinas, esta componente sigue del valle en la zona de la estación y es viento que proviene del océano. Existe una segunda componente que corresponde al viento montaña valle por efecto del cordón montañoso ubicado al sureste (SE) de la estación meteorológica, esta componente sureste tiene una frecuencia de un 20%.

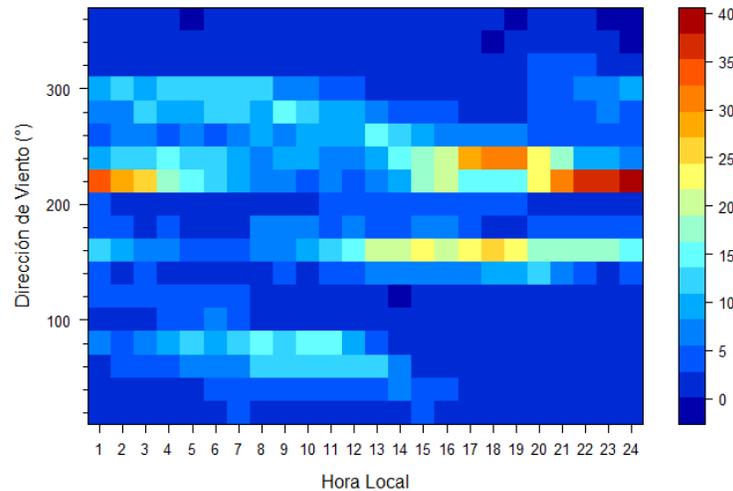
Figura 5-7: Rosas de viento observado. Estación Catemu Meteorológica. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-8 se presenta el ciclo diario de dirección del viento observada, en dicho gráfico, se puede corroborar que las componentes de viento principales ocurren entre las 12:00 y 24:00 horas.

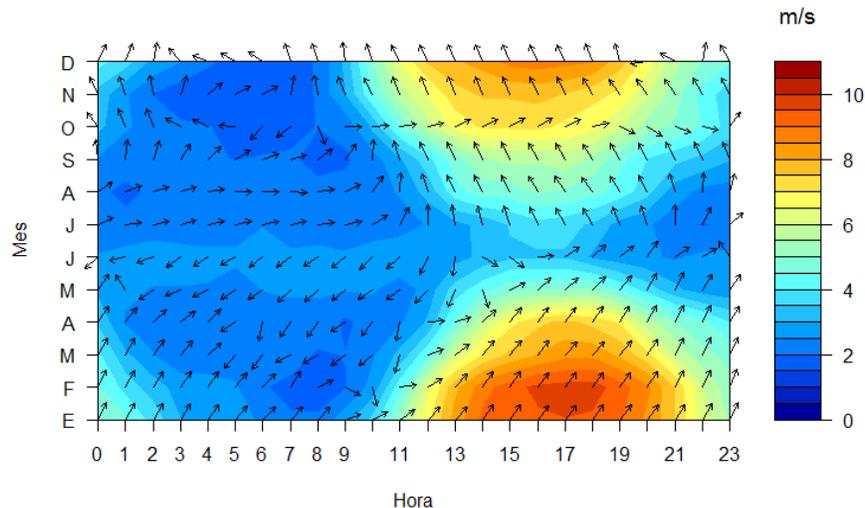
Figura 5-8: Ciclo diario de la dirección del viento observada. Estación Catemu Meteorológica. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-9, se muestra el ciclo estacional de dirección y velocidad del viento observada. En dicho gráfico, se observa una gran variabilidad en la dirección del viento tanto diaria como estacional. Las principales componentes descritas anteriormente ocurren principalmente entre las 12:00 y 24:00 horas, la componente suroeste (SO) predomina entre enero y mayo y la sureste (SE) entre julio y diciembre.

Figura 5-9: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento observada. Estación Catemu Meteorológica. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

5.3 Temperatura

Estación Nuevo Amanecer

La Tabla 5-4 muestra el resumen de los datos de temperatura en las estaciones Nuevo Amanecer. Donde la temperatura promedio es de 16,9 (°C) y el máximo anual es 38,0 (°C).

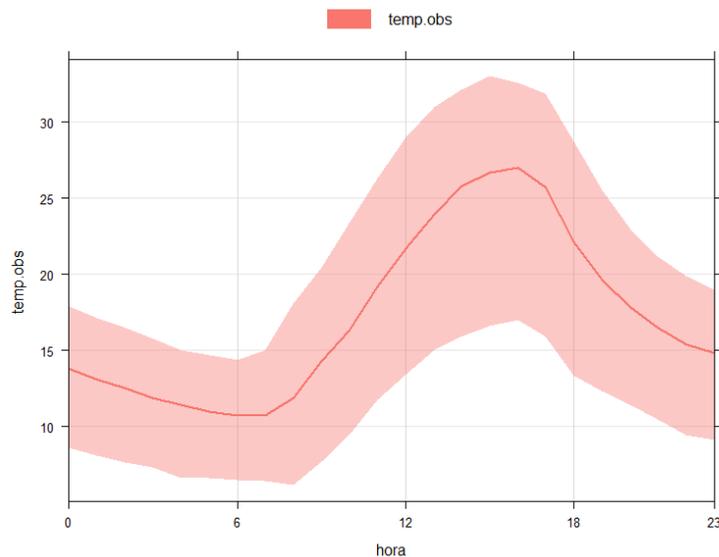
Tabla 5-4: Resumen temperatura, estaciones Nuevo Amanecer. Año 2018.

Variable	Nuevo Amanecer
Promedio (°C)	16,9
Mediana (°C)	15,6
Máxima (°C)	38,0
Mínimo (°C)	0,4

Fuente: Elaboración propia.

El ciclo diario promedio junto con su variabilidad en término de los percentiles 5 y 95 se presenta en la Figura 5-10. La hora en que se registra la mayor mediana horaria de temperatura, correspondiente a las 16:00 horas, con un valor de 26 °C, mientras que la mediana de la temperatura mínima es de 10,5 °C obtenida a las 07:00 horas.

Figura 5-10: Ciclo diario de temperatura observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia

6 CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE

La caracterización de calidad del aire se realiza en base a las concentraciones de material particulado y gases, monitoreadas en estaciones ubicadas en el área de influencia del Proyecto, contrastando dichas concentraciones con la normativa vigente de calidad del aire, tanto primaria como secundaria, para cada contaminante evaluado.

6.1 Normativa de Calidad del Aire Vigente

La Tabla 6-1 presenta las normas de calidad del aire vigentes en Chile y los límites establecidos para cada una de ellas, de acuerdo a los contaminantes medidos disponibles.

Tabla 6-1: Normas calidad del aire vigentes en Chile

Contaminante	Tipo de Norma	Estadístico	Límite Norma ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Referencia
MP10	Primaria anual	Promedio aritmético de los valores de concentración anual de 3 años calendario consecutivos.	50	D.S. N°59/1998 MINSEGPRES
	Primaria diaria	Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual.	150	
MP2,5	Primaria anual	Promedio aritmético de los valores de concentración anual de 3 años calendario consecutivos.	20	D.S. N°12/2011
	Primaria diaria	Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual.	50	
SO ₂	Primaria anual	Promedio aritmético de 3 años calendario sucesivos de los valores de concentración anual.	60	D.S. N°104/2019 MMA
	Primaria diaria	Promedio aritmético de 3 años calendario sucesivos de los valores del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año	150	
	Primaria horaria	Promedio aritmético de 3 años calendario sucesivos de los valores del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año	350	
	Secundaria anual	Promedio aritmético de 3 años calendario sucesivos de los valores de concentración anual	80	D.S. N°22/2010 MMA

Contaminante	Tipo de Norma	Estadístico	Límite Norma ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Referencia
	Secundaria diaria	Promedio aritmético de 3 años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año	365	
	Secundaria horaria	Promedio aritmético de 3 años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año	1000	

A continuación en la Tabla 6-2 se presentan las normas de referencia para evaluación del material particulado sedimentable MPS.

Tabla 6-2: Normas de referencia

Contaminante	Tipo de Norma	Estadístico	Límite Norma ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$)	Referencia
MPS	Anual	Promedio anual	200	Norma Confederación Suiza
MPS	Mensual	Promedio mensual	333	Norma Argentina

6.2 Monitoreo de calidad del aire

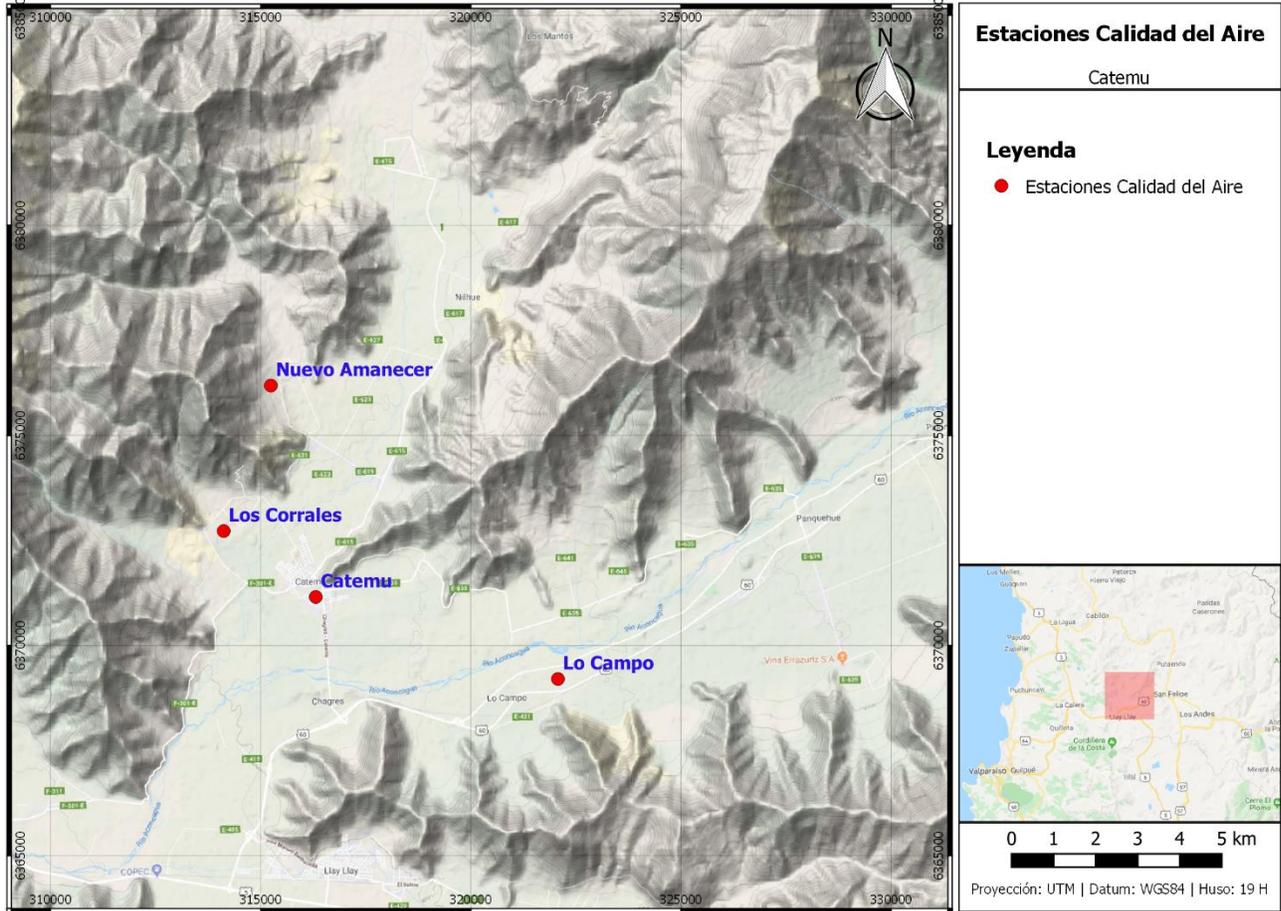
La Tabla 6-3 y Figura 6-1 muestran las coordenadas y ubicación de las estaciones de calidad del aire consideradas.

Tabla 6-3: Coordenadas de ubicación de las estaciones de calidad del aire.

Estación	WGS84-Huso 19		Variable monitoreada	Periodo de monitoreo
	UTM - E (m)	UTM - N (m)		
Catemu	316.307	6.371.159	MP10	Ene. 2015 a dic. 2018
			SO ₂	Ene. 2015 a dic. 2017
Lo Campo	322.075	6.369.208	MP10	Ene. 2015 a dic. 2017
Los Corrales	314.121	6.372.729	MP10	Nov. 2018 a sep. 2019
Nuevo Amanecer	315.243	6.376.191	MP10	Ene. 2015 a sep. 2019
			MP2,5, MPS	Ago. 2017 a sep. 2019

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-1: Ubicación de las estaciones de calidad del aire.



*Estaciones Nuevo Amanecer y Los Corrales pertenecen a Cemin.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 6-4 se muestra la completitud de datos medidos de calidad del aire para los periodos monitoreados en estaciones Catemu, Lo Campo, Los Corrales y Nuevo Amanecer, y posteriormente se muestran los resultados para las normas de calidad del aire vigentes o de referencia respectivas.

Tabla 6-4: Completitud de datos medidos de calidad del aire

Estación	Contaminante	Completitud de datos (%)				
		2015	2016	2017	2018	2019
Catemu	MP10	98	99	100	100	-
	SO ₂	95	98	93	-	-
Lo Campo	MP10	99	100	100	-	-
Los Corrales	MP10	-	-	-	16 (*)	74 (**)
Nuevo Amanecer	MP10	100	100	98	98	75 (**)
	MP2,5	-	-	39 (***)	94	75 (**)
	MPS	-	-	42 (***)	100	75 (**)

(*) Corresponde a periodo comprendido entre noviembre y diciembre de 2018.

(**) Corresponde a periodo comprendido entre enero y septiembre de 2019.

(***) Corresponde a periodo comprendido entre agosto y diciembre de 2017.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 6-5 muestra los promedios anuales en las estaciones monitoras, donde se puede apreciar que la estación Catemu y, en menor medida, la estación Los Corrales, superan la norma anual de MP10, mientras que las estaciones Lo Campo y Nuevo Amanecer están bajo el umbral de la norma. En la Tabla 6-6 se muestra el cumplimiento de la norma diaria de MP10 donde se verifica que la estación Catemu presenta superación de la norma para el año 2015, mientras que el resto de las estaciones no exceden el umbral de la norma para el percentil 98.

Tabla 6-5: MP10 promedio anual

Estación	Promedio anual MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Catemu	78	73	66	68	-
Lo Campo	44	42	36	-	-
Los Corrales	-	-	-	-	55
Nuevo Amanecer	44	38	45	46	50
Norma primaria	50				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-6: MP10 diario percentil 98

Estación	Percentil 98 24 horas MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Catemu	173	120	132	132	-
Lo Campo	76	73	63	-	-
Los Corrales	-	-	-	-	100
Nuevo Amanecer	89	65	100	93	89
Norma primaria	150				

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 6-7 y Tabla 6-8 muestra los promedios anuales y percentil 98 de 24 horas, respectivamente, para el MP2,5 en la estación Nuevo Amanecer, donde se puede apreciar que los valores se encuentran por debajo del umbral de las normas respectivas.

Tabla 6-7: MP2,5 promedio anual

Estación	Promedio anual MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	2017	2018	2019
Nuevo Amanecer	16 (*)	11	12
Norma primaria	20		

(*) Promedio del periodo agosto a diciembre de 2017.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-8: MP2,5 diario

Estación	Percentil 98 24 horas MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	2017	2018	2019
Nuevo Amanecer	31 (*)	26	29
Norma primaria	50		

(*) Percentil 98 de 24 horas del periodo agosto a diciembre de 2017.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 6-9 muestra los valores promedios anuales de MPS en estación Nuevo Amanecer las cuales se encuentran a menos del 66% del umbral de la norma de referencia suiza. La Tabla 6-10, por su parte, muestra los valores promedios mensuales de MPS en la misma estación, encontrándose a menos del 60% del límite establecido en la norma argentina de referencia.

Tabla 6-9: MPS anual

Estación	Promedio anual MPS ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$)		
	2017	2018	2019
Nuevo Amanecer	76 (*)	99.2	133
Norma de referencia	200		

(*) Promedio del periodo agosto a diciembre de 2017.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-10: MPS mensual

Estación	Máximo promedio mensual MPS ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$)		
	2017	2018	2019
Nuevo Amanecer	122 (*)	162	197
Norma de referencia⁸	333		

⁸ Debido a la presencia de flora y fauna nativa en los sectores cercanos al proyecto, se ha evaluado el impacto del material particulado sedimentable. Para lo anterior se consideró como referencia la norma argentina para valores de depositación mensual. Lo anterior de acuerdo con los valores obtenidos de documento del SEIA "Normas de calidad primarias e Información complementaria" (<http://www.sea.gob.cl/documentacion/normas-de-calidad-y-valores-referenciales>).

(*) Máximo promedio mensual del periodo agosto a diciembre de 2017.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del SO₂, la siguiente tabla presenta un resumen de los valores calculados para la concentración promedio anual, percentil 99 de concentraciones diarias, percentil 98,5 de concentraciones de 1 hora, percentil 99,7 de concentraciones diarias y percentil 99,73 de concentraciones de 1 hora, para los años 2015 al 2017, para la estación Catemu. Se observa cumplimiento de todas las normas de SO₂ tanto primarias como secundarias.

Tabla 6-11: Resultados de monitoreo de SO₂ en estación Catemu, años 2015 a 2017

(µg/m ³)	2015	2016	2017	Promedio trianual	Norma	Tipo de norma
Percentil 99,73 1 hora	131,0	157,0	178,0	155,3	1000	Secundaria
Percentil 98,5 1 hora	66,0	76,0	92,0	78,0	350	Primaria
Percentil 99,7 24 horas	35,6	44,3	53,5	44,5	260	Secundaria
Percentil 99 24 horas	30,0	40,7	49,4	40,0	150	Primaria
Promedio anual	14,4	16,0	16,9	15,8	60/80	Primaria/Secundaria

Fuente: Elaboración propia.

7 MODELO METEOROLÓGICO

7.1 Justificación del Modelo Meteorológico

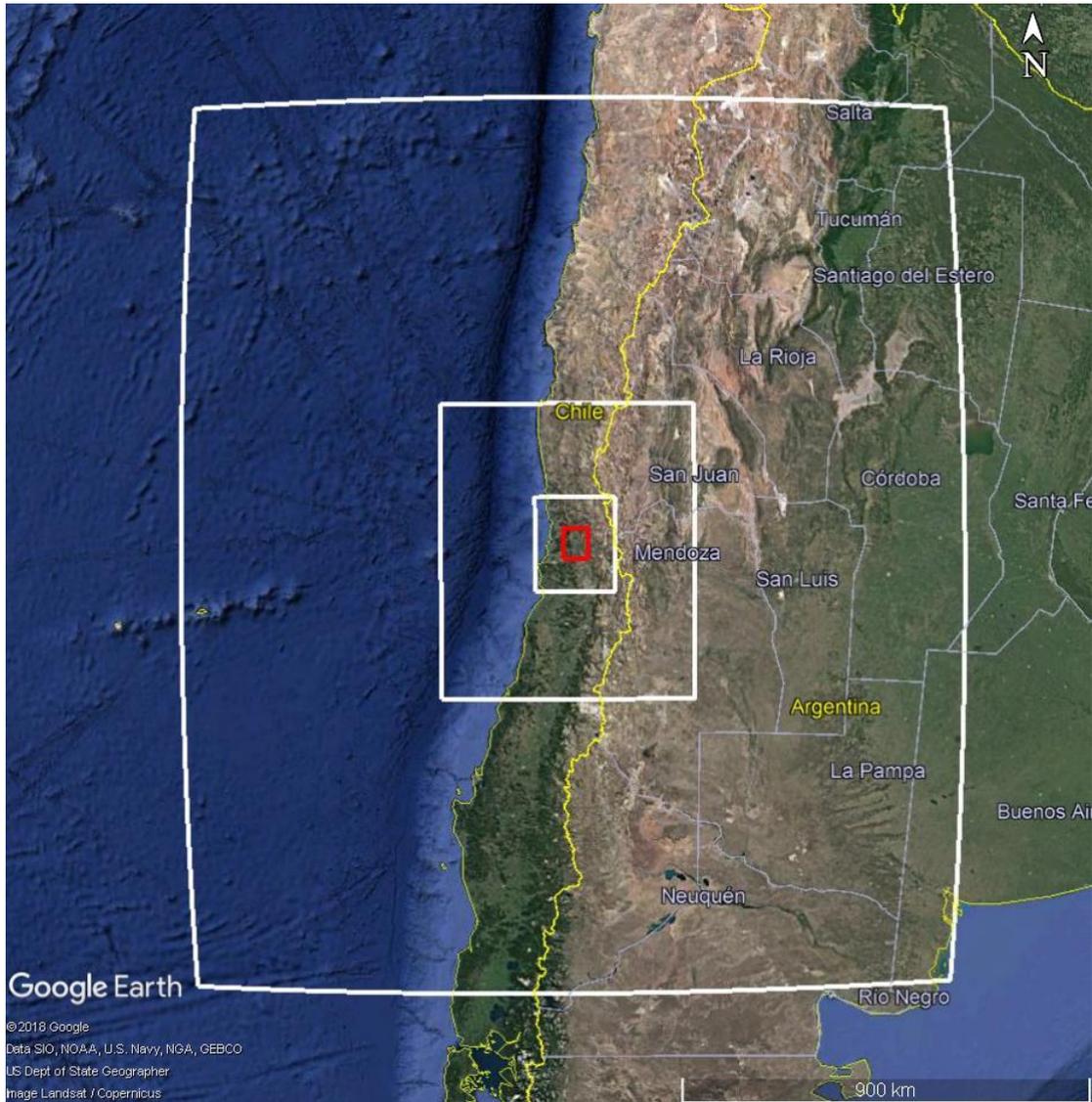
Según lo establecido por la Guía para el uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA, la selección del modelo meteorológico utilizado en el presente estudio se realizó fundamentándose en las condiciones del dominio de modelación del área entorno al proyecto, motivo por el cual la Guía recomienda un modelo que permita simular una meteorología heterogénea. Por esta razón, el campo meteorológico tridimensional horario del año 2018 completo fue generado utilizando el modelo meteorológico WRF, en su versión 4.0.3, y procesado con MMIF v3.2. Posteriormente esta información fue utilizada en el modelo de calidad de aire CALPUFF.

7.2 Descripción del Modelo Meteorológico

El modelo de investigación y pronóstico del tiempo (Weather Research and Forecasting - WRF) es un sistema de predicción numérico de mesoscala de nueva generación, diseñado para servir pronósticos operacionales y para estudio de la atmósfera.

Se crearon cuatro dominios anidados con resoluciones de grilla de 27, 9, 3 y 1 kilómetro correspondientemente, los cuales se muestran en la Figura 7-1, en rojo se indica el dominio de modelación más pequeño, el cual se utilizará para alimentar el modelo de dispersión CALPUFF. La Tabla 7-1 y la Tabla 7-2 muestran la definición de los dominios anidados utilizados en WRF y la proyección geográfica, respectivamente.

Figura 7-1: Extensiones de los dominios 1, 2, 3 y 4 en WRF.



Fuente: Elaboración propia, en base a Google Earth.

Tabla 7-1: Definición de dominio de modelación.

	DX	DY	NX	NY	KMx	KMy	Nº Celdas
Dominio 1	27	27	58	67	1566	1809	3886
Dominio 2	9	9	55	64	495	576	3520
Dominio 3	3	3	52	61	156	183	3172
Dominio 4	1	1	49	58	49	58	2842

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-2: Definición proyección dominios de modelación.

Origen centro Dominio 1 y proyección LCC	
ref_lat	-32,75
ref_lon	-70,96
truelat1	-27,75
truelat2	-37,75
stand_lon	-71,96

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la simulación con el modelo WRF se obtuvo la información de uso de suelos a partir de información satelital de MODIS⁹ de la NASA con resolución de 15 segundos de grado, información que fue refinada con Wtools utilizando imágenes satelitales e información de elevación de terreno a partir de la información topográfica del SRTM (Misión de Radar Topográfico del Transbordador Espacial de la NASA¹⁰) con resolución de 3 segundos de grado, es decir 90 metros aproximadamente. Condiciones iniciales y de borde fueron generadas a partir de los “datos operacionales de análisis global”¹¹ de NCEP¹² con un grado de resolución espacial de 1° y temporal de 6 horas, complementada con información de temperaturas de la superficie del mar obtenidas a partir de archivos en tiempo real de “Sea Surface Temperature” de NCEP con resolución de 1/12 de grado.

Se utilizó la configuración publicada por el SEA pero con las siguientes modificaciones: se seleccionó la opción Noah Land Surface Model para poder usar información de uso de suelo de mayor resolución. Además se activaron para todos los dominios de la simulación las opciones de "slope_rad", "topo_shading" y "topo_wind", la primera opción considera el efecto de la pendiente del terreno en el flujo de la radiación solar superficial, la segunda considera los efectos de sombra que pueden generar las celdas circundantes que posean elevación terreno mayor a la celda considerada y la última considera una corrección topográfica para vientos de superficie para representar resistencia adicional de la topografía de la subgrilla y además el cálculo de flujo mejorado en las cimas de las colinas, respectivamente. La opción “topo_wind”

⁹ <https://modis.gsfc.nasa.gov/>

¹⁰ <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

¹¹ FNL (Final) Operational Global Analysis data

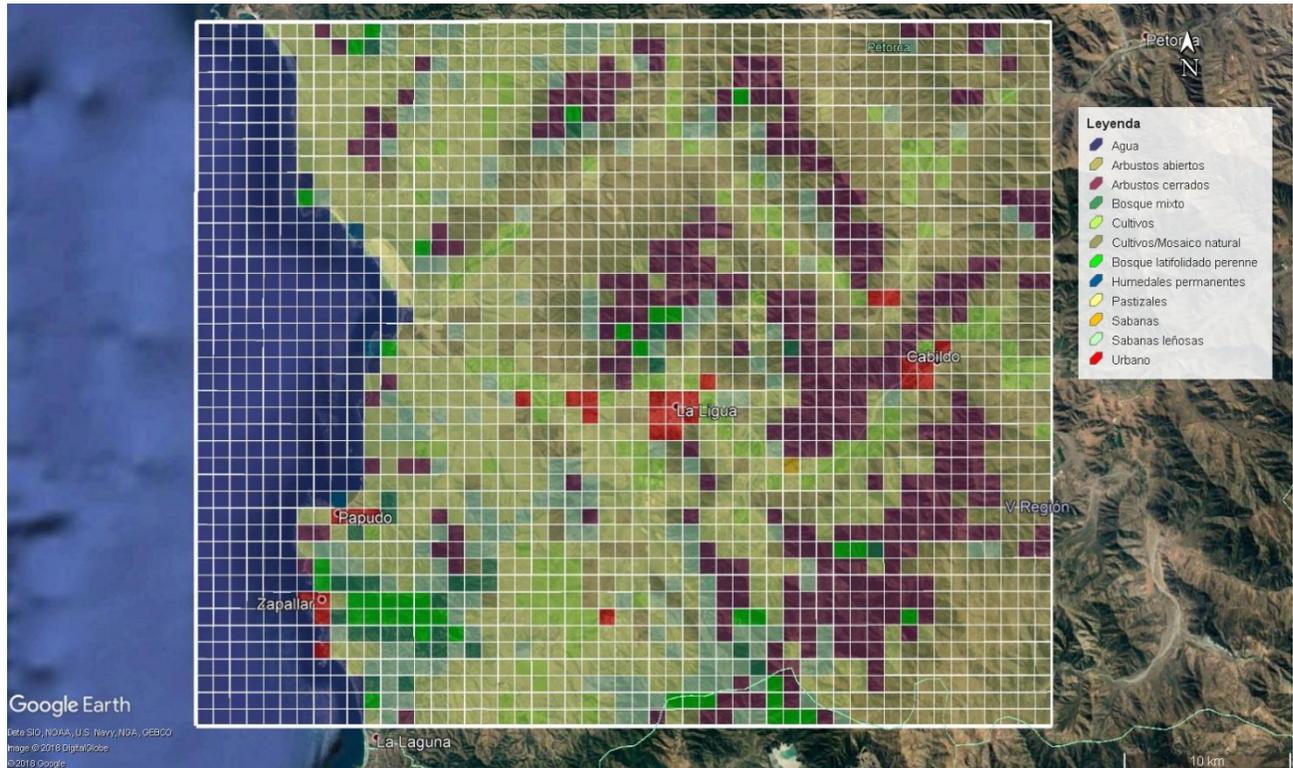
¹² U.S. National Center of Environmental Prediction perteneciente a la NOAA

(Jimenez and Dudhia, JAMC 2012) fue utilizada ya que en en la zona predominan los vientos superficiales de baja magnitud, en parte debido a la complicada geomorfología de la zona, esto vientos superficiales de baja magnitud no son resueltos fácilmente por el modelo WRF.

Las principales parametrizaciones y configuraciones de las opciones físicas del modelo son las siguientes:

- a) Se utilizaron 45 niveles verticales ETA.
- b) Para la estimación de la capa límite planetaria se utilizó el esquema de la universidad de Yonsei, ya que este es el único esquema que permite utilizar la opción "topo_wind". Este es un esquema no local de coeficientes de difusión K con capa de arrastre explícita y perfil de coeficientes K parabólico en capa mixta inestable.
- c) Para la estimación de la capa límite superficial se utilizó el esquema de similaridad de MM5. Basado en Monin-Obukhov con subcapa viscosa de Carlson-Boland y funciones estándar de similitud.
- d) Para la simulación de los intercambios de calor entre superficie y atmosfera se utilizó el "Noah Land Surface Model", opción compatible con la clasificación de uso de suelos utilizada en la información satelital de MODIS de la NASA.
- e) Por último, para la estimación de formación de nubes se utilizó el esquema convectivo de Betts-Miller-Janjic (Betts and Miller 1986, Janjic 1994)

Figura 7-2: Uso de suelo dominio 4 WRF.



Fuente: Elaboración propia, en base a Google Earth y Wtools.

7.3 Dominio Modelación

El dominio de modelación considerado para el presente Proyecto corresponde a una grilla rectangular de 75 x 55 km, compuesta por celdas de 1 km por lado, la cual tiene la misma proyección utilizada por el modelo WRF y corresponde a un subdominio del dominio 4 modelado con WRF, eliminando 5 celdas por borde, siguiendo la recomendación de la guía de MMIF, el cual es el post-procesador utilizado para extraer datos de WRF a CALPUFF. En la Tabla 7-3 se presentan las características del área correspondiente al dominio de modelación. El dominio elegido abarca a lo menos el área de influencia del Proyecto para los distintos componentes ambientales que pueden verse afectados por las emisiones atmosféricas de éste, lo que se corrobora más adelante en las gradientes de concentraciones estimadas por el modelo.

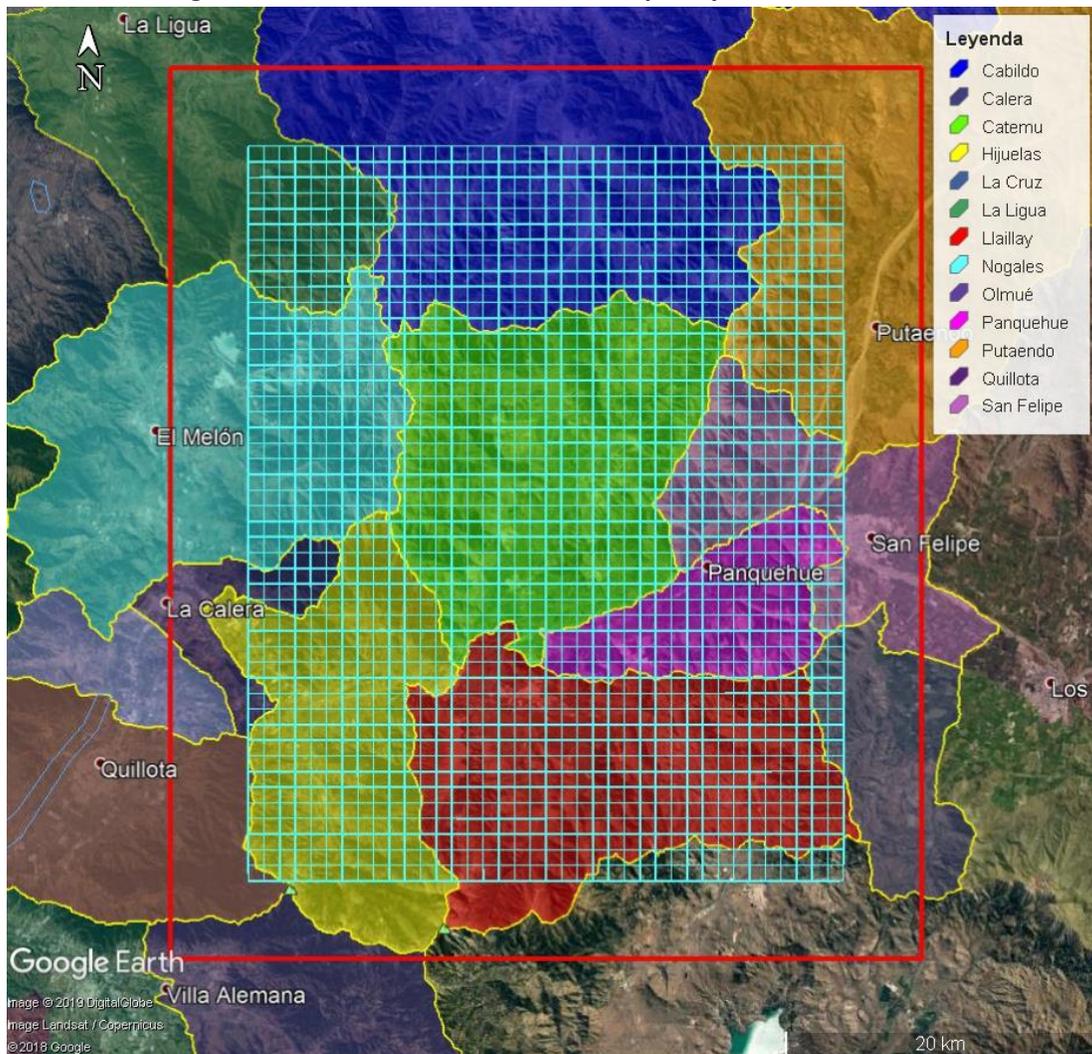
Tabla 7-3: Características del Dominio de Modelación.

Característica	Eje X (km)	Eje Y (km)
Espaciamiento	1	1
Longitud	36	47

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 7-4 muestra la grilla de modelación utilizada en el modelo CALPUFF respecto al dominio 4 del modelo WRF, el cual se muestra en color rojo. La grilla de modelación abarca parte de las Región de Valparaíso, incluyendo gran parte las Provincias de San Felipe de Aconcagua, Quillota y Petorca, abarcando principalmente las comunas de Catemu, Panquehue, Hijuelas y Llaillay; y parte de las comunas de Cabildo, Putaendo, El Melón, San Felipe y la Calera. Cabe mencionar que el área de modelación corresponde al área de estudio, el área de influencia del componente aire se obtendrá de los resultados del modelo de dispersión.

Figura 7-4: Dominio de Modelación del Proyecto y límites comunales.



Fuente: Elaboración propia.

7.4 Topografía y Uso de Suelos

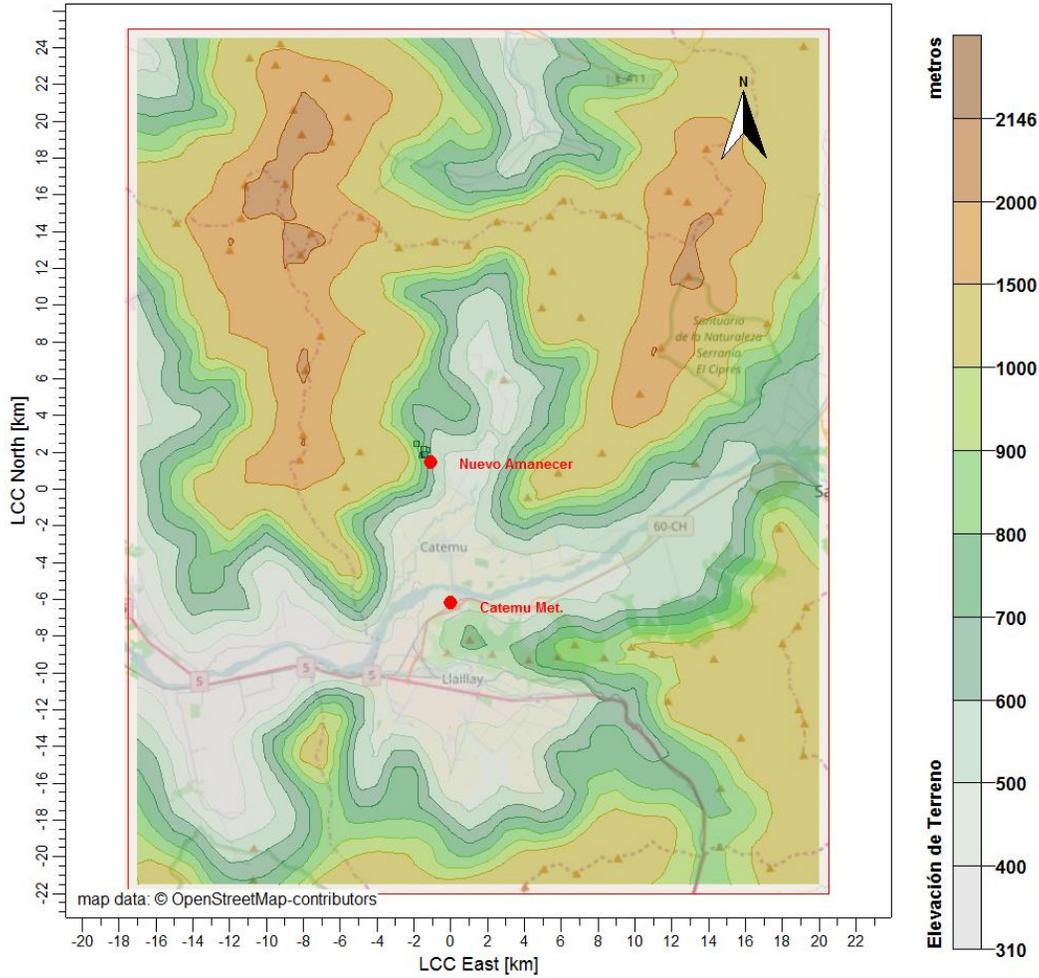
La fuente de información topográfica del dominio de modelación considerado en CALPUFF corresponde a cartas topográficas digitales SRTM3¹³ de 90 metros de resolución, las cuales se utilizan el modelo WRF. En CALPUFF se utilizó la información topográfica considerada por el modelo WRF. A continuación, se presenta una imagen de la topografía, que corresponde al SRTM3 interpolado a la resolución de grilla de 1 kilómetro que utilizan los modelos WRF y CALPUFF en este caso.

La información relacionada con el uso de suelo, de igual manera que la elevación de terreno es utilizada directamente del modelo WRF, la cual corresponde a información satelital de MODIS de la NASA con resolución de 15 segundos de arco, la caracterización de uso de suelos para cada celda del dominio 4 de WRF se puede observar en la Figura 7-2.

A continuación, en la Figura 7-5, se presenta gráficamente la topografía del dominio modelado, donde se destacan en rojo las estaciones meteorológicas utilizada en el análisis de incertidumbre del modelo WRF, cuyas coordenadas se muestran en la Tabla 7-4. Cabe destacar la gran complejidad de la geomorfología de la zona.

¹³ <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

Figura 7-5: Topografía del dominio de modelación.



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por NASA.

Tabla 7-4: Coordenadas estaciones meteorológicas

Estación	WGS84-Huso 19	
	UTM - E (m)	UTM - N (m)
Nuevo Amanecer	315.243	6.376.191
Catemu Meteorológica	316.480	6.368.520

Fuente: GAC

7.5 Evaluación del Modelo Meteorológico

Para evaluar el desempeño de la modelación meteorológica utilizada en el modelo, se han analizado estadísticamente los datos medidos de vientos en el año 2018 en la estación Nuevo Amanecer, ubicada a menos de 500 metros al sureste de Mina Patricia, la cual es la mina más cercana del Proyecto a la estación monitorea y en la estación Catemu, ubicada a 8 kilómetros al sur del proyecto, las coordenadas se presentan en la Tabla 7-4. Para ello se han extraído los resultados del modelo meteorológico para la coordenada (x,y) donde se emplazan las estaciones meteorológicas, a 10 metros de altura, coincidente con la altura del anemómetro de la estación. Las variables consideradas para la evaluación corresponden a: velocidad del viento y dirección del viento y temperatura. Para cada una, se evaluó el ciclo diario y la serie de tiempo. Es importante tener en cuenta que los datos de la estación monitorea corresponden a datos medidos en un punto, mientras que los datos obtenidos del modelo corresponden a datos representativos de una celda de 1 x 1 kilómetros, especialmente en este caso donde la configuración geomorfológica de la zona es muy compleja.

Para la evaluación del modelo, además de comparaciones gráficas, se han utilizado distintos estadígrafos, los que se describen a continuación:

- **n** corresponde al número total de pares completos
- **Sesgo:** Corresponde a la diferencia entre el promedio modelado y el promedio observado
- **FAC2:** Predicción fraccionada, o factor de predicciones dentro de un factor de dos de las observaciones

$$0,5 \leq \frac{M_i}{O_i} \leq 2$$

- **Sesgo medio (SM):** Éste representa la tendencia del modelo a sobrestimar o subestimar las condiciones reales, cuantificando así el error sistemático del modelo. Para valores negativos el modelo tiende a subestimar el valor de las variables modeladas, y para valores positivos, el modelo tiende a sobreestimar.

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

- **Error absoluto medio (MAE):** Este coeficiente se utiliza para medir el desempeño de modelos y consiste en el promedio de los errores absolutos, este coeficiente ignora punto a punto si el error es una subestimación o sobreestimación del modelo.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|}{n}$$

- **Sesgo medio normalizado (SMN):** Sesgo medio pero normalizado respecto a los valores observados.

$$SMN = \frac{\sum_{i=1}^n (M_i - O_i)}{\sum_{i=1}^n (O_i)}$$

- **Error absoluto medio normalizado (NMAE):** Corresponde al MAE pero normalizado respecto a los valores observados.

$$NMAE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|M_i - O_i|}{O_i}}{n}$$

- **Error Cuadrático Medio (ECM):** Éste entrega la diferencia promedio entre los valores modelados y observados.

$$ECM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - O_i)^2}{n}}$$

- **Coefficiente de Correlación (r):** Este coeficiente entrega una medida de la relación lineal entre la variable modelada y la observada. El valor del coeficiente varía en el intervalo [-1,1]. Para el caso de la modelación, entre más cercano a 1, mejor es la capacidad del modelo de representar las condiciones atmosféricas.

$$r = \frac{1}{(1-n)} \sum_{i=1}^N \frac{(M_i - \bar{M})}{\sigma_M} \frac{(O_i - \bar{O})}{\sigma_O}$$

- **Índice de concordancia (IOA):** Éste corresponde al índice de concordancia revisado (Willmott et al. 2011). El valor del coeficiente varía en el intervalo [-1,1], donde 1 representa un modelo perfecto, un valor de 0,5 indica que la suma de las magnitudes de error son la mitad de la suma de las magnitudes de las desviaciones observadas, por lo general un IOA mayor que 0,5 indica un modelo con buen desempeño. Un coeficiente con valor de 0,0 indica que la suma de las magnitudes de error es equivalente a la suma de las magnitudes de las desviaciones observadas y un valor de -0,5 indica que son el doble.

$$IOA = 1,0 - \frac{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|}{c \sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|} \text{ cuando } \sum_{i=1}^n |M_i - O_i| \leq c \sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|$$

$$IOA = \frac{c \sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|}{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|} - 1,0 \text{ cuando } \sum_{i=1}^n |M_i - O_i| > c \sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|$$

Con $c = 2$.

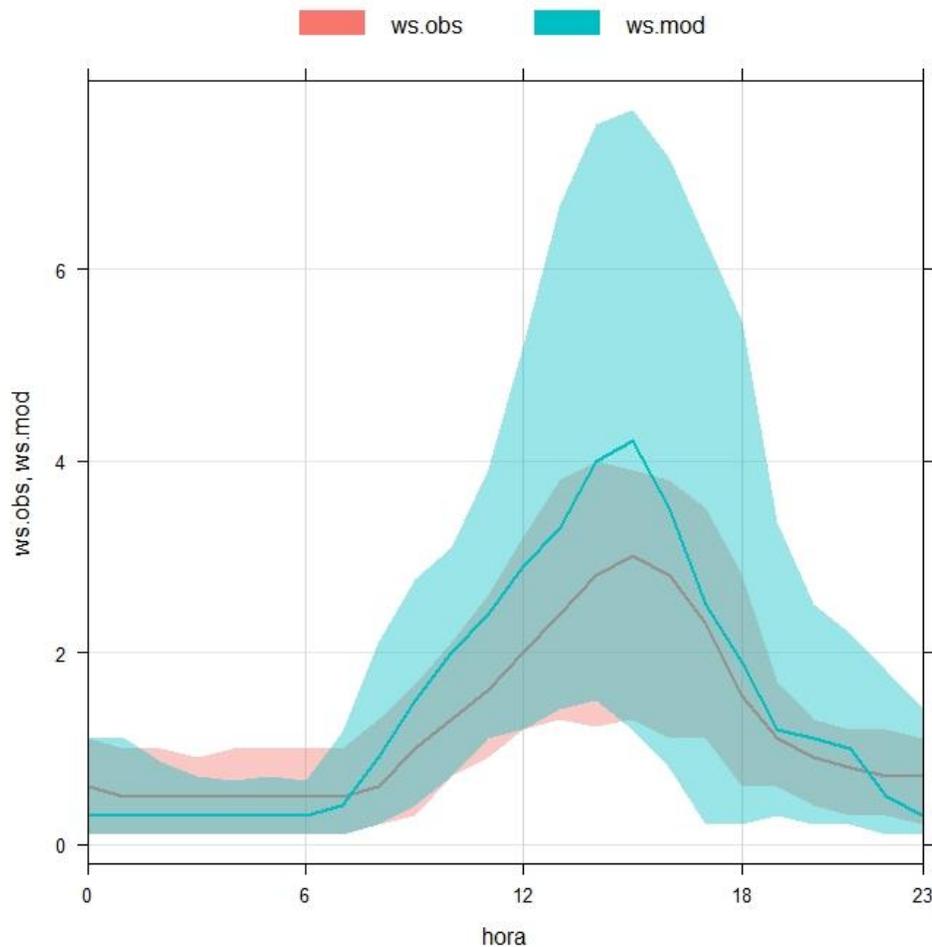
A continuación, se presentan los resultados para las variables consideradas.

7.5.1 Velocidad del Viento

Nuevo Amanecer

En la Figura 7-6 se presenta el ciclo diario de la mediana de la velocidad del viento horaria modelada y observada junto con los percentiles 5 y 95 de los datos en el punto correspondiente a la estación Nuevo Amanecer. En ella, se puede observar que la mediana modelada esta por sobre la observada entre las 10 y 19 horas, alcanzando un sesgo de hasta 1 m/s, pero durante las horas de la noche y madrugada la situación se revierte, es decir el modelo estima velocidades más bajas de viento que los valores observados durante esas horas. La amplitud entre los percentiles 5 y 95 de los datos modelados es mayor respecto a la amplitud de los datos observados durante casi todas las horas del día.

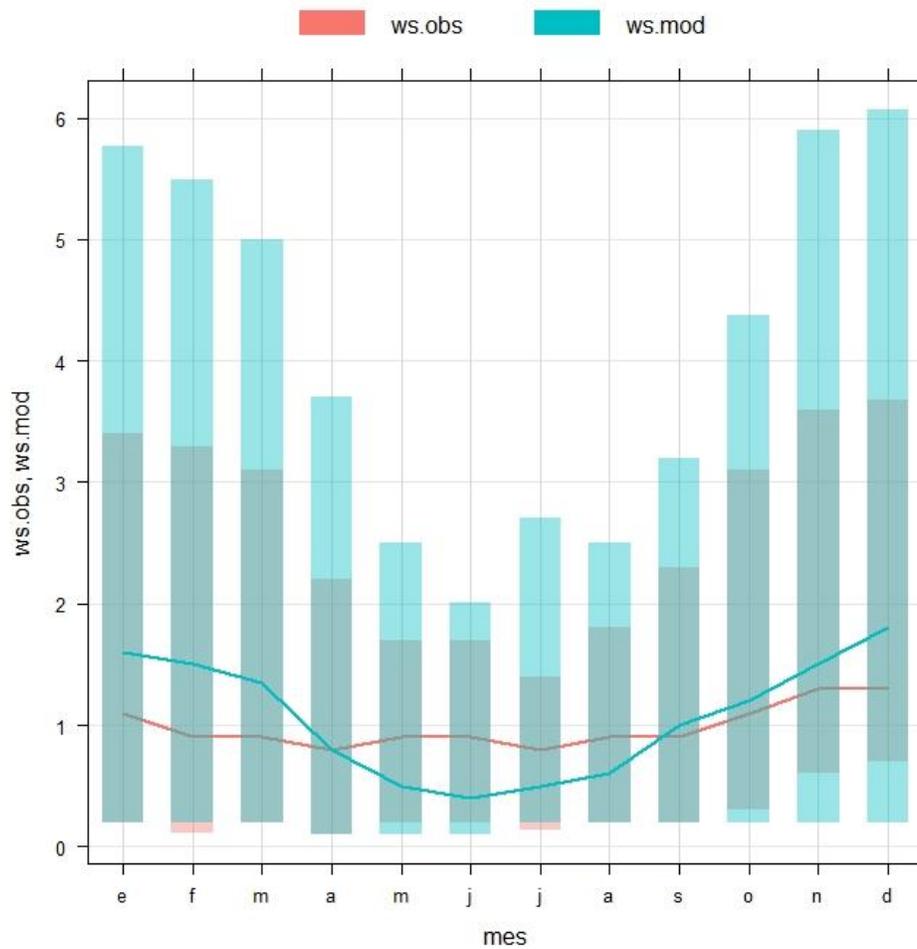
**Figura 7-6: Ciclo diario de la velocidad del viento modelada y observada.
Estación Nuevo Amanecer, año 2018.**



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7-7 se presenta el ciclo anual de la mediana de la velocidad del viento observada y modelada con los percentiles 5 y 95 en la estación Nuevo Amanecer, donde es posible apreciar que el modelo estima velocidades del viento mayores a las registradas en la estación monitorea durante horas del verano y menores que los datos observados en los meses de invierno. La estacionalidad de la velocidad del viento es mucho más acentuada en la serie de tiempo modelada que en la de los registros medidos en la estación. Cabe mencionar que la baja estacionalidad de la velocidad del viento medida no es típica de una zona alejada de la costa.

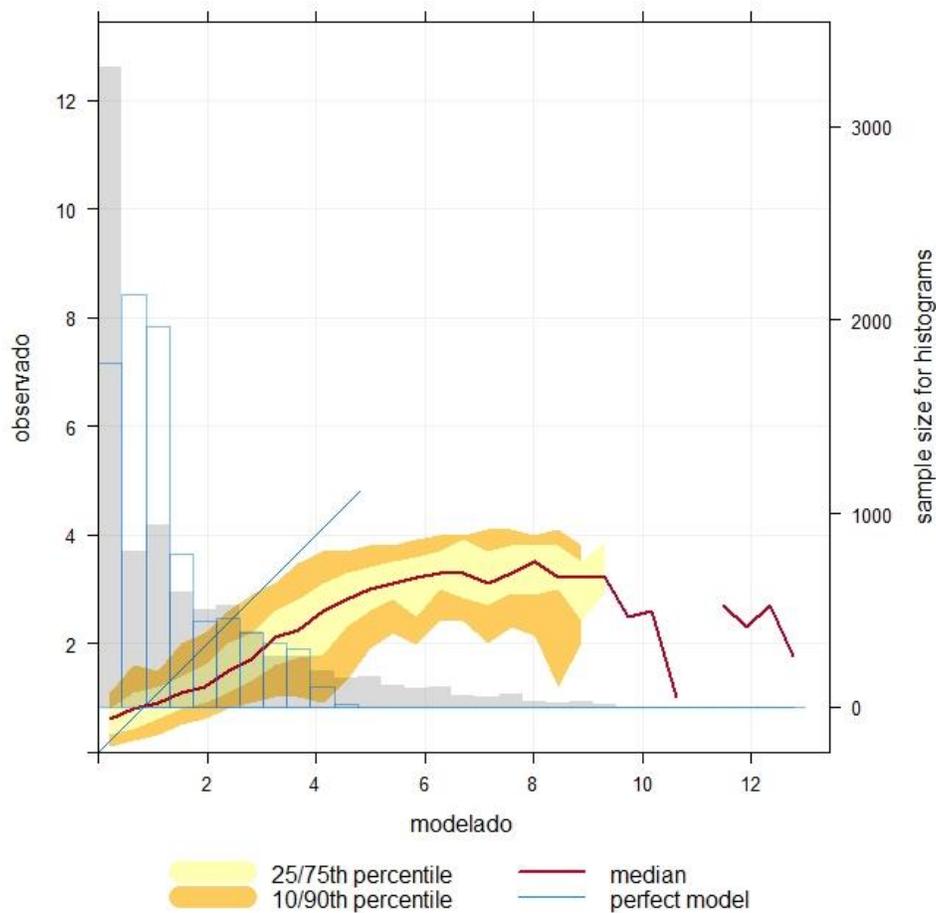
**Figura 7-7: Ciclo mensual de la velocidad del viento modelada y observada.
Estación Nuevo Amanecer, año 2018.**



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7-8 es posible corroborar que el modelo estima velocidades del viento muy similares a las medidas por la estación monitoras para magnitudes que van entre los 2 m/s y 4 m/s, pero el modelo estimar menores velocidades de vientos que los registros medidos en la estación monitor para velocidades medidas menores a 2 m/s y estima mayores velocidades de vientos respecto a los registros medidos para velocidades de vientos mayores a 4 m/s.

Figura 7-8: Cuantiles condicionales e histograma de velocidad del viento observada y modelada, estación Nuevo Amanecer, año 2018.

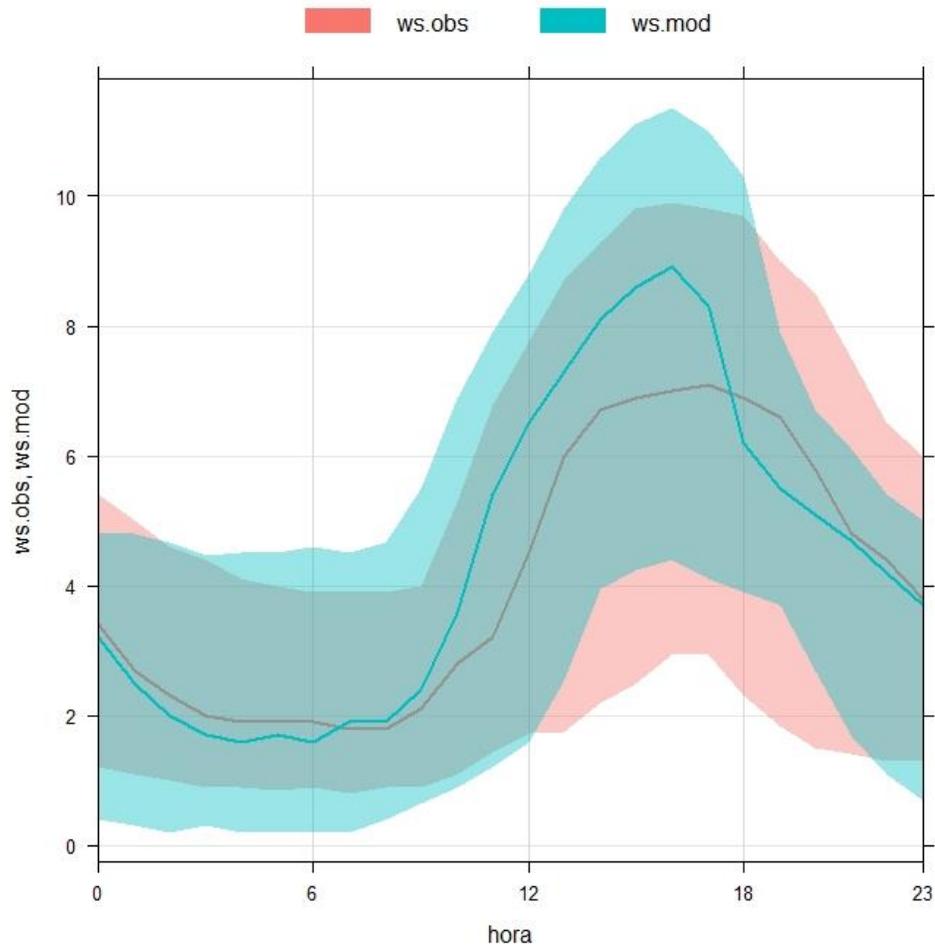


Fuente: Elaboración propia.

Catemu

Como se muestra en la sección de evaluación de dirección del viento, la concordancia de la dirección del viento modelado y observado no es muy alta, por esta razón se evalúa el modelo WRF en un segundo punto correspondiente a la estación meteorológica Catemu. En la Figura 7-9 se presenta el ciclo diario de la mediana de la velocidad del viento horaria modelada y observada junto con los percentiles 5 y 95 de los datos en el punto correspondiente a la estación meteorológica Catemu. En ella, se puede observar que existe una muy alta correlación entre los ciclos diarios modelados y observados, con la única excepción de que el modelo estima mayores velocidades en horas punta que los registros medidos en la estación.

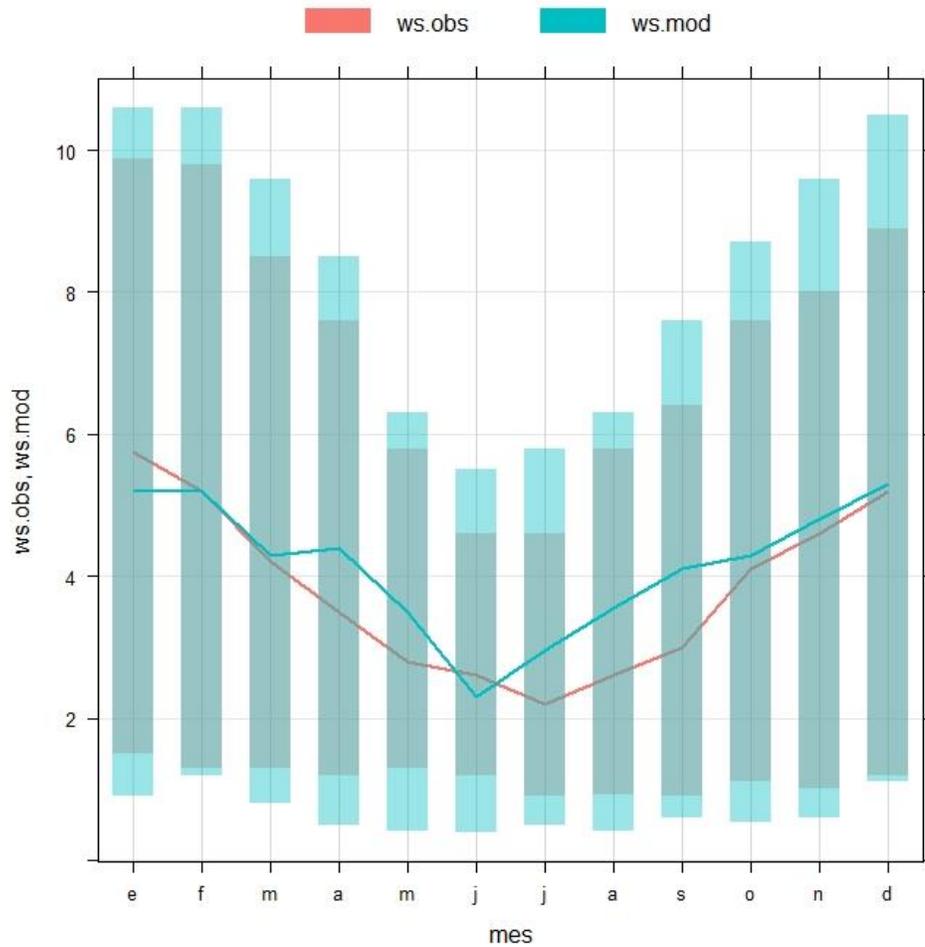
**Figura 7-9: Ciclo diario de la velocidad del viento modelada y observada.
Estación Catemu, año 2018.**



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7-10 se presenta el ciclo anual de la mediana de la velocidad del viento observada y modelada con los percentiles 5 y 95 en la estación meteorológica Catemu, donde si bien se aprecian algunas diferencias entre ambos ciclos, en algunos meses específicos que presentan sesgos, se observa que tanto el ciclo mensual de los datos modelados como los observados presentan una clara estacionalidad de la velocidad del viento. A diferencia de los datos medidos en estación Nuevo Amanecer, la estación meteorológica Catemu presenta una clara estacionalidad en la velocidad de los vientos.

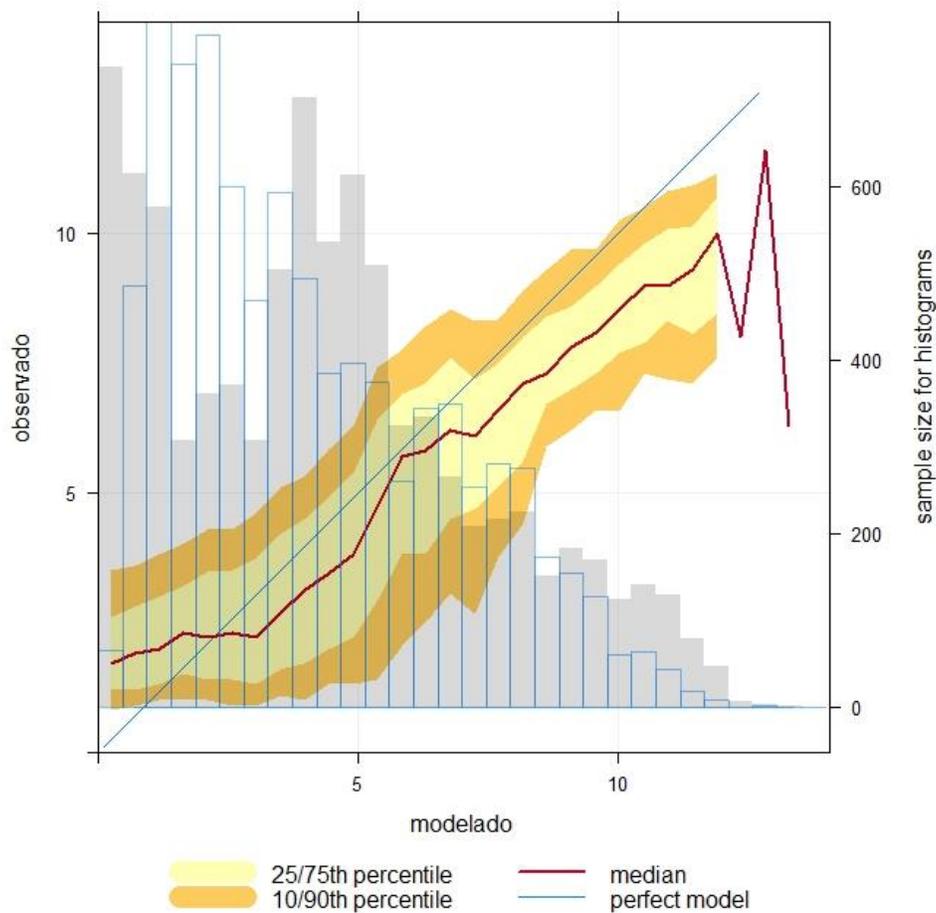
**Figura 7-10: Ciclo mensual de la velocidad del viento modelada y observada.
Estación Catemu, año 2018.**



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de Figura 7-11 muestra una muy alta correlación entre las velocidades del viento observadas y modeladas en estación meteorológica Catemu, ya que el diagrama de dispersión muestra una mediana muy cercana a la recta de 45 grados. En el histograma es posible apreciar frecuencias de vientos muy similares para los distintos intervalos de velocidades, solo con la excepción entre los 2 y 3,4 m/s donde el modelo presenta menor frecuencia de estas velocidades que los registros medidos.

Figura 7-11: Cuantiles condicionales e histograma de velocidad del viento observada y modelada, estación Catemu, año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7-5 muestra los promedios y máximos de la velocidad del viento en conjunto con el porcentaje de calmas, observado y modelado para ambas estaciones. El modelo estima velocidades de viento levemente mayores a las observadas, tanto para en el caso de los promedios como para las medianas, pero no superando sesgos de un 20%. Por otra parte, el modelo estimar mayores frecuencias de condiciones de calma (vientos menores a 0,5 m/s) que los registros de las estaciones monitoras.

Tabla 7-5: Estadígrafos velocidad del viento, estaciones Nuevo Amanecer y Catemu.

Variable	Nuevo Amanecer		Catemu Met	
	Observado	Modelado	Observado	Modelado
Promedio (m/s)	1,25	1,69	4,07	4,38
Mediana (m/s)	0,90	1,00	3,50	4,20
Máximo (m/s)	4,80	12,80	12,70	13,40
Porcentaje de calmas	26,3%	40,7%	1,7%	9,6%

Fuente: Elaboración propia.

El análisis presentado anteriormente de los datos medidos y modelados en las estaciones Nuevo Amanecer y meteorológica Catemu muestran, al igual como se puede observar en la Tabla 7-6, que el modelo se asimila mucho más a los datos medidos en la estación meteorológica Catemu que en la estación Nuevo Amanecer. Ya que, si bien ambas en ambas estaciones los datos modelados y observados presentan una alta correlación con índices de correlación r superiores a 0,75 en ambos casos, el sesgo normalizado (NMAE) es considerablemente menor en Catemu, estación que presenta un índice de concordancia IOA también considerablemente mayor a la de la estación Nuevo Amanecer. En resumen, el modelo presenta una alta concordancia con el monitoreo de velocidad del viento en estación Catemu y una concordancia media-alta en estación Nuevo Amanecer.

Tabla 7-6: Estadígrafos de desempeño velocidad del viento. Año 2018.

Estación	n	Sesgo	FAC2	SM	MAE	SMN	NMAE	ECM	r	IOA
Nuevo Amanecer	8697	0,44	0,58	0,45	0,89	35,9%	71,2%	1,38	0,76	0,44
Catemu	8753	0,31	0,68	0,31	1,59	7,5%	38,9%	1,98	0,77	0,64

Fuente: Elaboración propia.

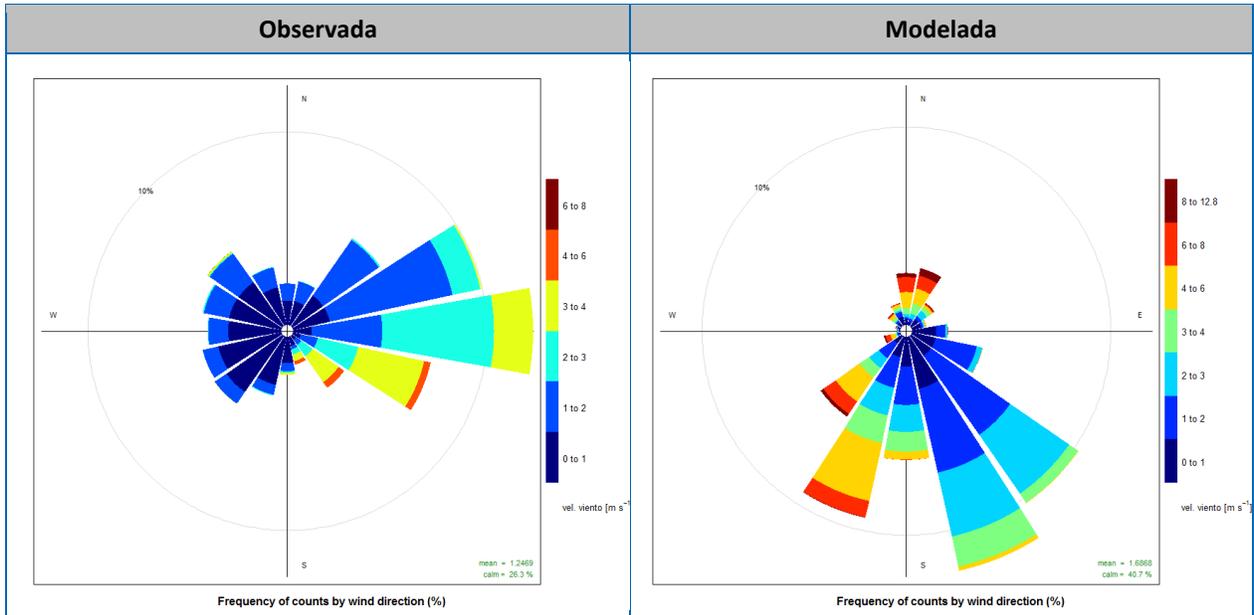
7.5.2 Dirección del Viento

Nuevo Amanecer

En la Figura 7-12 se presenta la rosa de los vientos correspondiente a los valores de dirección del viento modelada y observada en el punto correspondiente a la estación Nuevo Amanecer. Es posible verificar que el nivel de concordancia entre las direcciones modeladas y observadas no es alto, el modelo presenta una rotación de casi 90 grados respecto a los datos observados. Esto se puede deber a la alta complejidad de la geomorfología de la zona de la estación Nuevo Amanecer, la cual puede ser complicada para ser resuelta por el modelo WRF y también probablemente suavizada al considerar una resolución horizontal de celda de 1 km por 1 km. Una segunda razón puede deberse a un problema en el instrumento de medición de dirección del viento, por esta razón en la Figura 7-13 se muestran las rosas de vientos de los datos registrados en la estación Nuevo Amanecer desde el año 2014 al 2018, donde es posible verificar una gran diferencia entre las rosas de vientos de los años 2014 y 2015 respecto a las rosas de vientos de los años 2016, 2017 y 2018. Debido a la incertidumbre generada por la diferencia en las rosas de vientos entre los

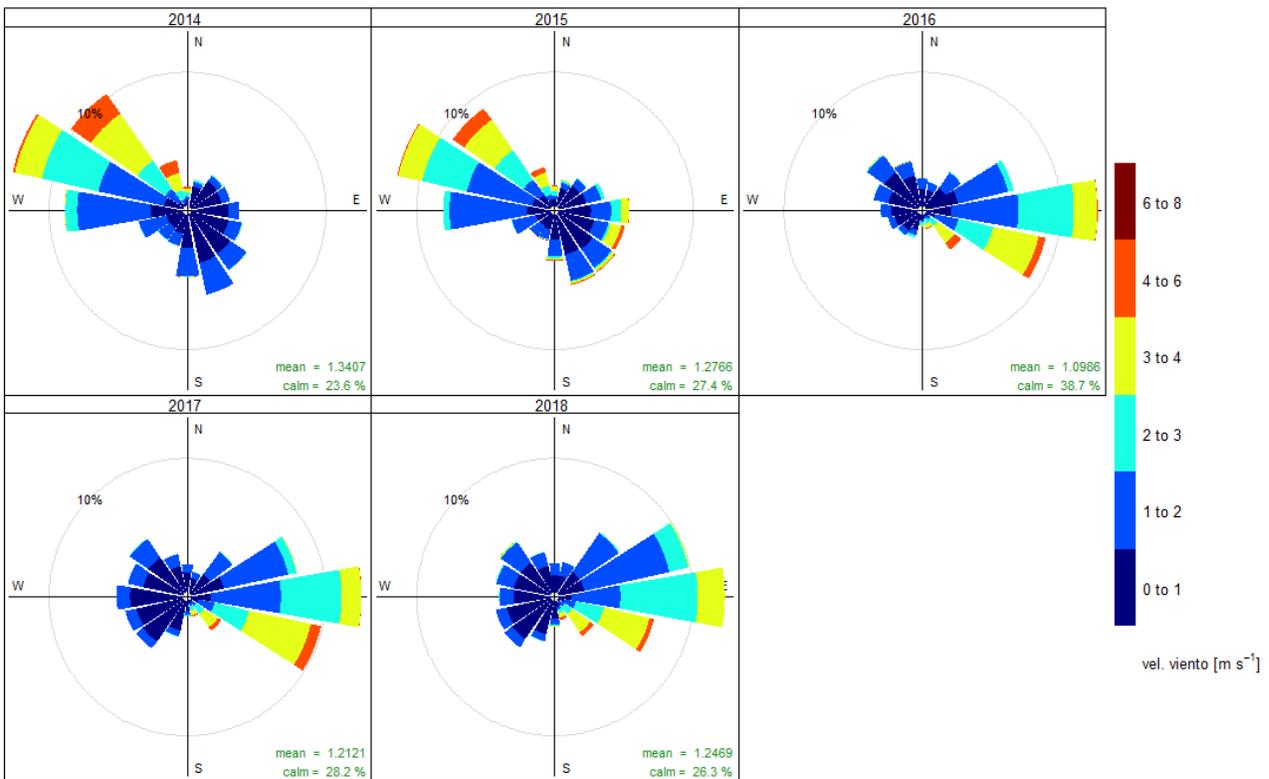
años mencionados se decidió evaluar el modelo en un segundo punto, el cual corresponde a la estación meteorológica Catemu.

**Figura 7-12: Rosa de los vientos observada y modelada año 2018.
Estación Nuevo Amanecer.**



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7-13: Rosa de los vientos observada años 2014 al 2018.
Estación Nuevo Amanecer.

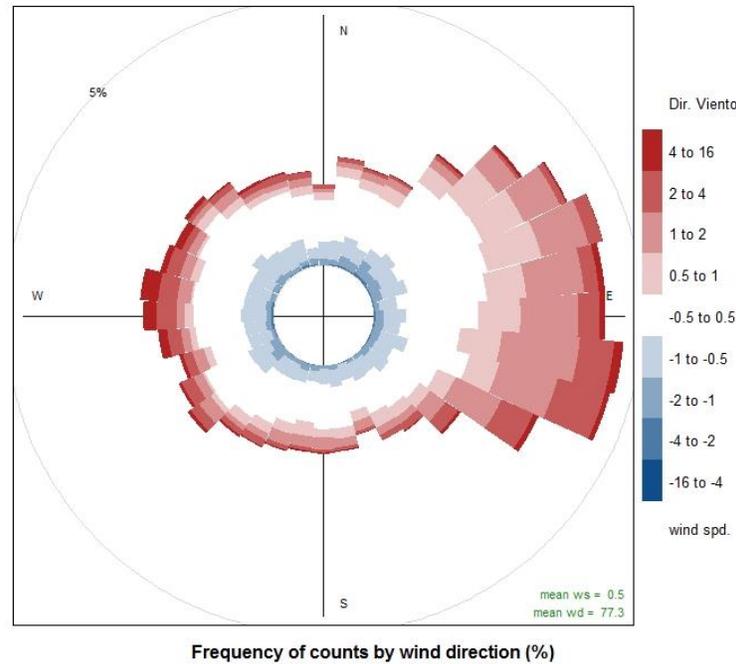


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7-14 se presenta un gráfico polar que indica la frecuencia de datos para la desviación del viento modelado en grados respecto a la dirección del viento observado, es decir para las 8760 horas del año se obtiene la diferencia (o delta) entre el viento modelado y observado, además en tonos de rojo se indica frecuencia de datos con magnitudes de viento sobreestimadas respecto a lo observado y en tonos de azul frecuencia de datos con magnitudes de viento subestimadas respecto a lo observado. A modo de explicación, un modelo con direcciones de viento que coincidieran perfectamente con lo observado presentaría un solo componente norte (0°) con una frecuencia del 100 % en el gráfico polar expuesto.

El gráfico muestra una mayor cantidad de frecuencia de datos en tonos burdeos que azules, pero también una gran frecuencia de datos en color blanco, lo que indica en promedio una diferencia moderada de velocidades de viento modeladas respecto a las observadas, el delta promedio de la magnitud del viento modelado es de un 0,5 m/s respecto al promedio observado. Respecto a las direcciones de viento se puede ver observar que existe una rotación muy marcada entre los datos observados y modelados, donde las direcciones modeladas presentan una rotación promedio de 77,3 grados respecto a las direcciones medidas. Las posibles razones de esto ya se discutieron antes en el presente documento.

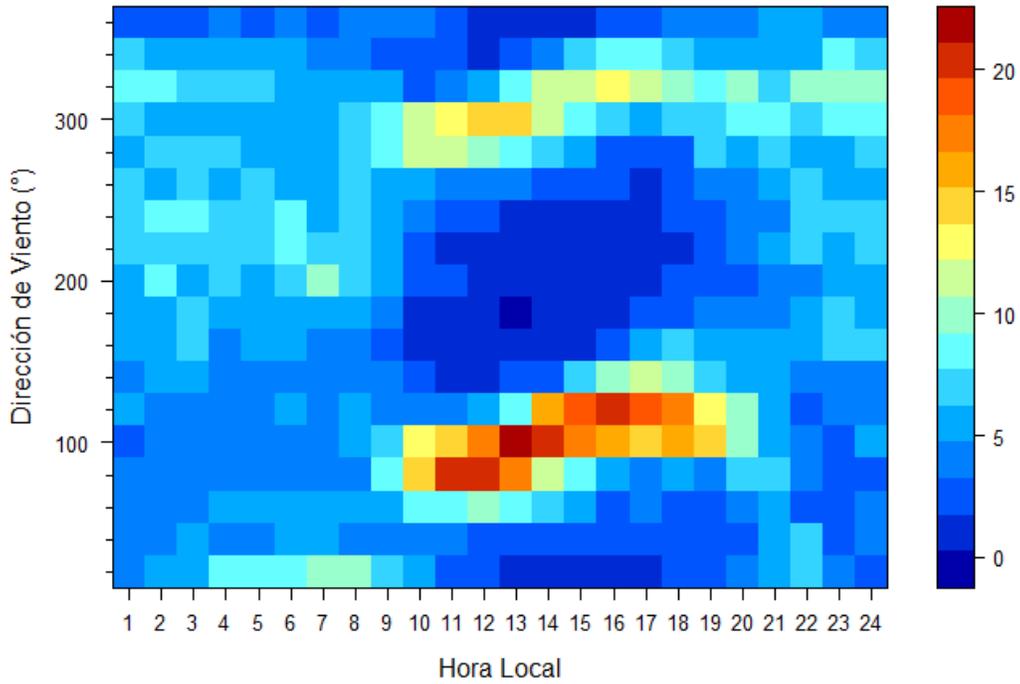
Figura 7-14: Gráfico polar con frecuencia de desviación entre direcciones de viento modeladas y observadas por intervalos de diferencia en magnitud de velocidad del viento. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

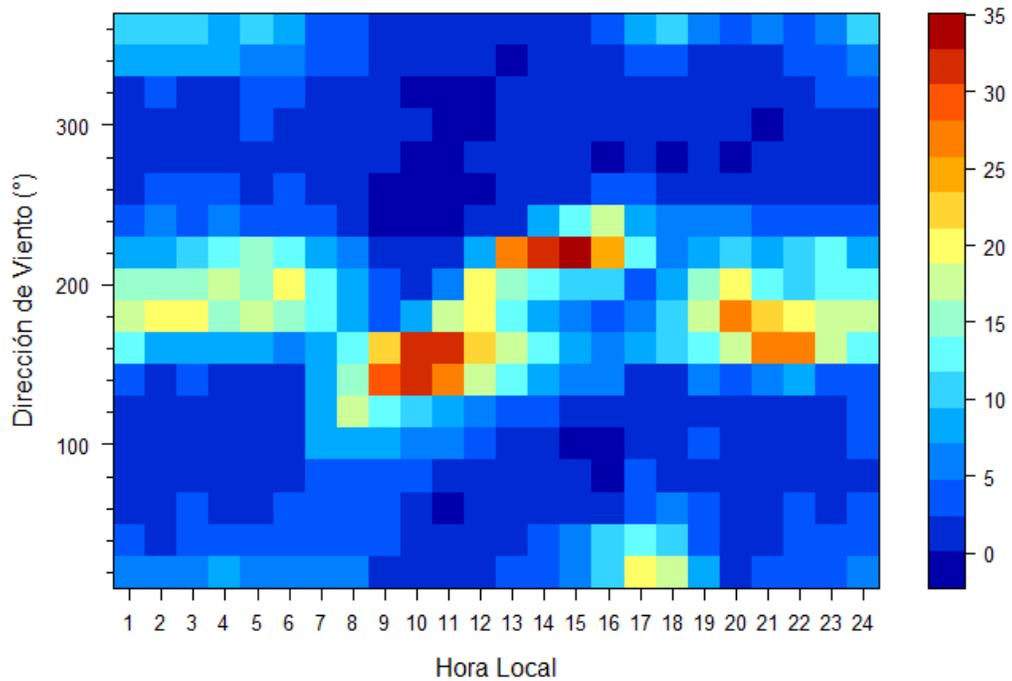
La Figura 7-15 y la Figura 7-16 muestran las frecuencias de vientos observadas y modeladas para distintas horas del día, donde es posible observar que durante el periodo diurno el modelo presenta con mayor frecuencia una rotación de 70–90 grados respecto a los datos observados en sentido horario y con menor frecuencia una rotación de la misma magnitud pero contrasentido horario. Durante horas de la noche y madrugada la rotación es menor del modelo respecto a lo datos observados.

Figura 7-15: Ciclo diario de la dirección del viento observada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

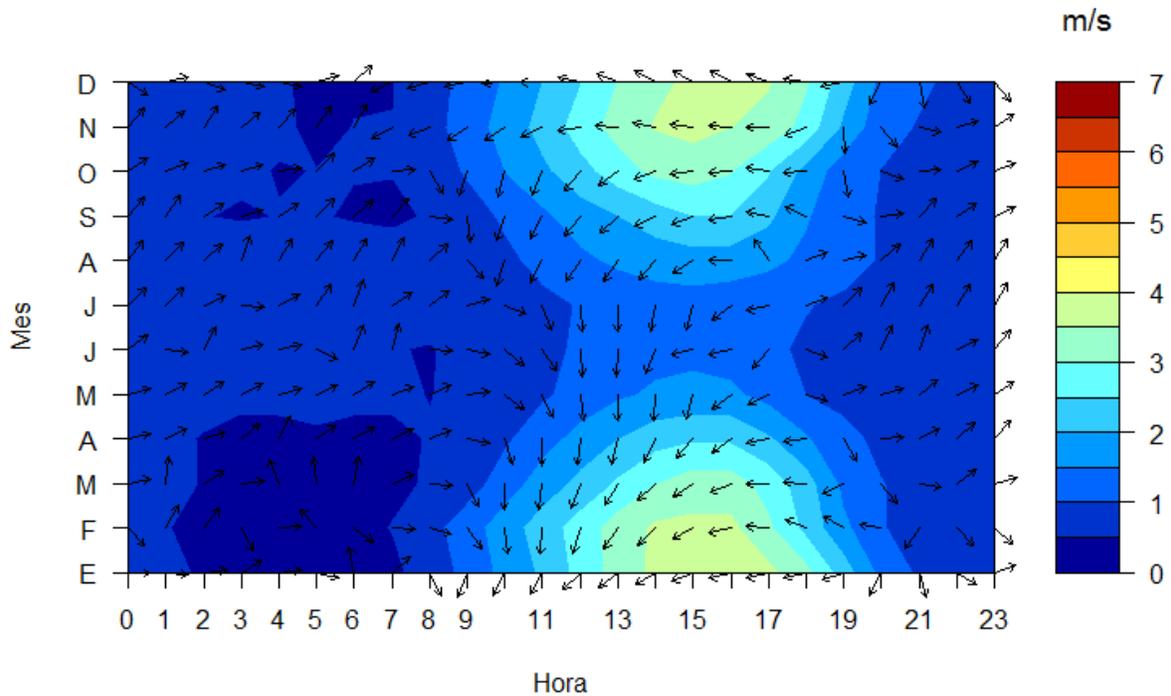
Figura 7-16: Ciclo diario de la dirección del viento modelada. Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

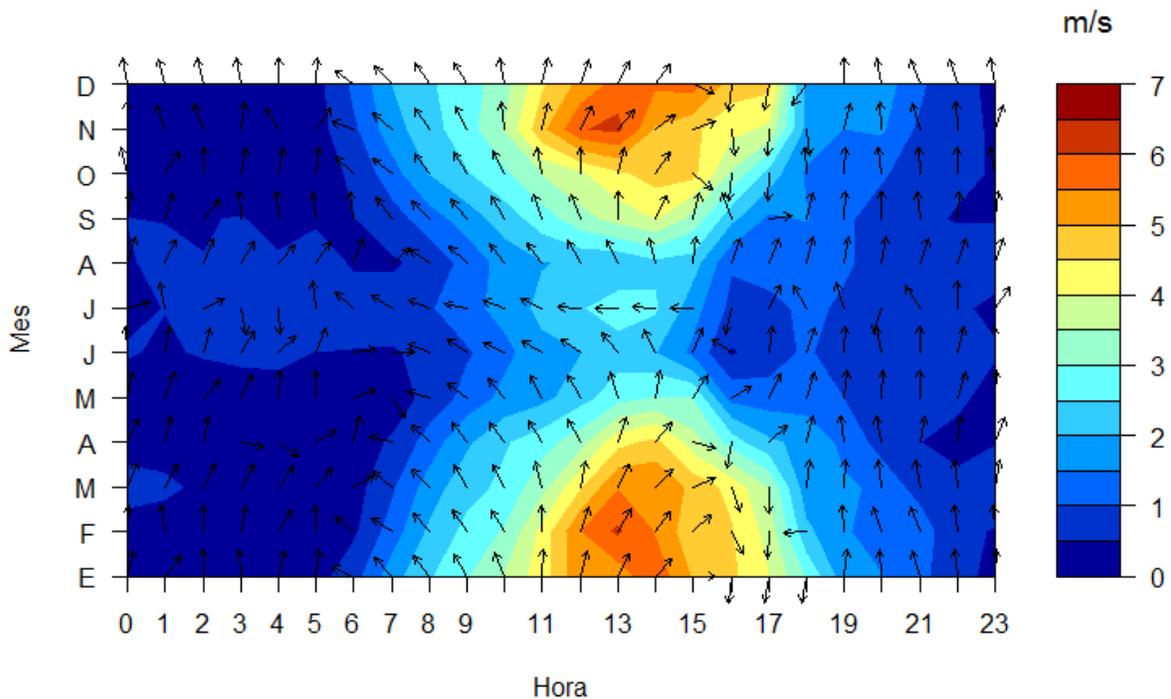
La Figura 7-17 y la Figura 7-18 muestran que tanto la velocidad del viento observada y modelada presentan máximos durante horas de la tarde, los cuales son más acentuados durante los meses de verano, es posible ver que el modelo presenta ciclos diarios según mes del año muy similares a los medidos pero estima vientos de mayor magnitud que las observadas, especialmente en horas del mediodía y tarde en los meses de verano.

**Figura 7-17: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento observada.
Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7-18: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento modelada.
Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.**

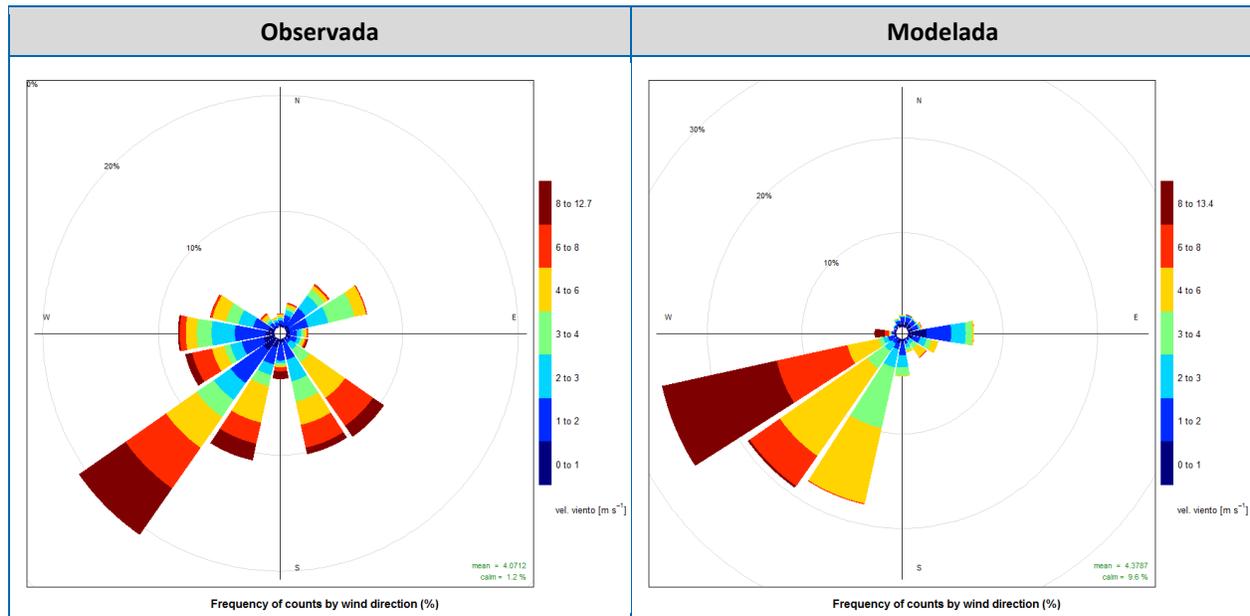


Fuente: Elaboración propia.

Catemu

En la Figura 7-19 se presenta la rosa de los vientos correspondiente a los valores de dirección del viento modelada y observada en el punto correspondiente a la estación meteorológica Catemu. Es posible observar que en este punto las direcciones modeladas se asemejan mucho más a las observadas que en el caso de Nuevo Amanecer. La rosa de vientos observada y modelada presentan el mismo componente predominante de vientos suroeste (SO) con una pequeña rotación, sin embargo, los datos medidos presentan una mayor variación en las direcciones de vientos que los vientos estimados por WRF, esto se puede deber al efecto local en la dirección viento de los cerros ubicados al sur de la estación meteorológica Catemu, los cuales WRF no es capaz de resolver con una resolución de celda de 1 km.

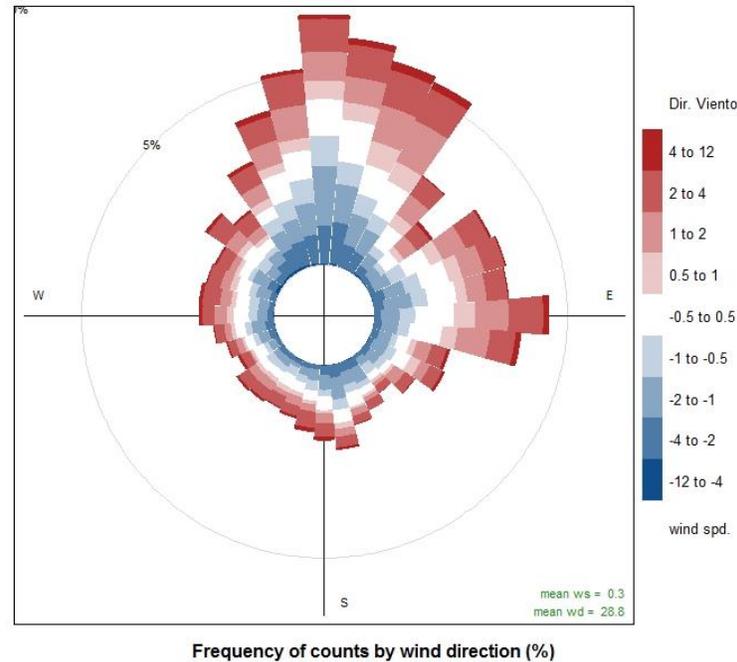
**Figura 7-19: Rosa de los vientos observada y modelada año 2018.
Estación Catemu.**



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico polar de la Figura 7-20 muestra una frecuencia similar de datos en tonos burdeos y azules, pero también una gran frecuencia de datos en color blanco, lo que indica en promedio una diferencia moderada de velocidades de viento modeladas respecto a las observadas, el delta promedio de la magnitud del viento modelado es de un 0,3 m/s respecto al promedio observado. Respecto a las direcciones de viento se puede ver que la mayoría de los datos no presentan desviaciones en la dirección de viento mayores a los 45 grados respecto a los datos observados, pero existe un número de datos no menor con desviaciones de 90 grados, a pesar de lo anterior, es posible observar que de todas maneras existe una rotación promedio de solo en 28,8 grados en sentido horario.

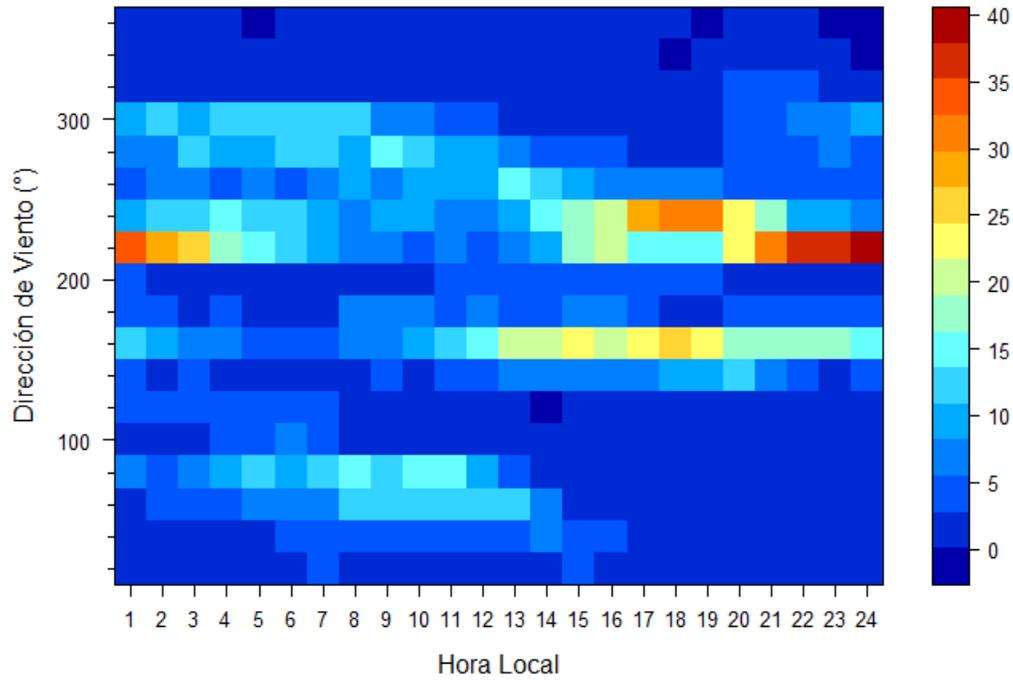
Figura 7-20: Gráfico polar con frecuencia de desviación entre direcciones de viento modeladas y observadas por intervalos de diferencia en magnitud de velocidad del viento. Estación Catemu. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

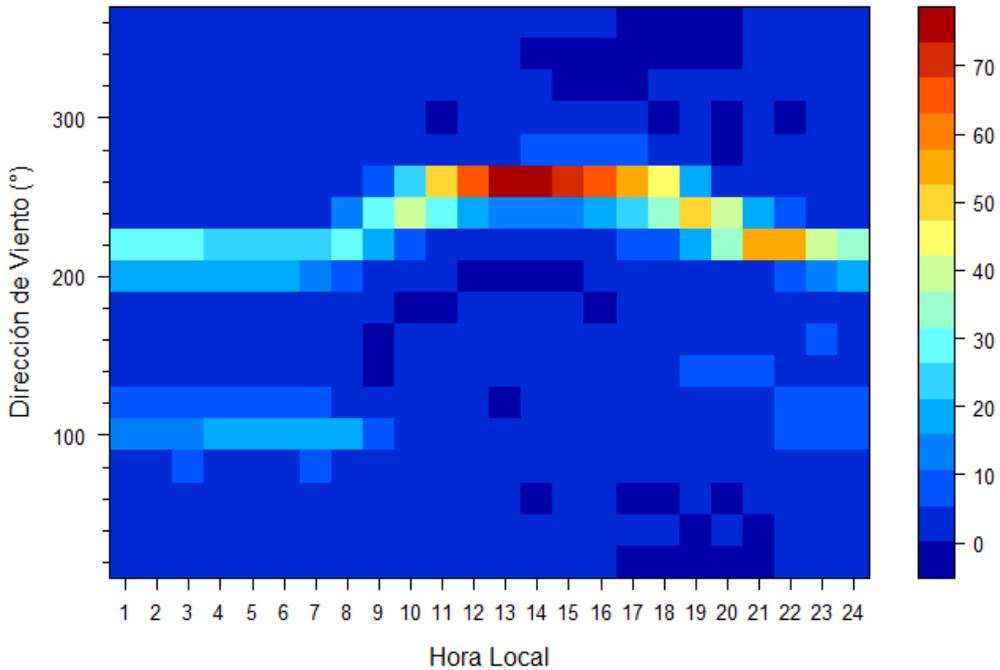
La Figura 7-21 y Figura 7-22 muestran las frecuencias de vientos observadas y modeladas para distintas horas del día, donde es posible observar una alta correlación entre las direcciones de viento modeladas y observadas más predominantes, predominantemente suroeste (SO), con la principal excepción de que en horas de la tarde la estación meteorológica registra cierta frecuencia de vientos sureste (SE).

Figura 7-21: Ciclo diario de la dirección del viento observada. Estación Catemu. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

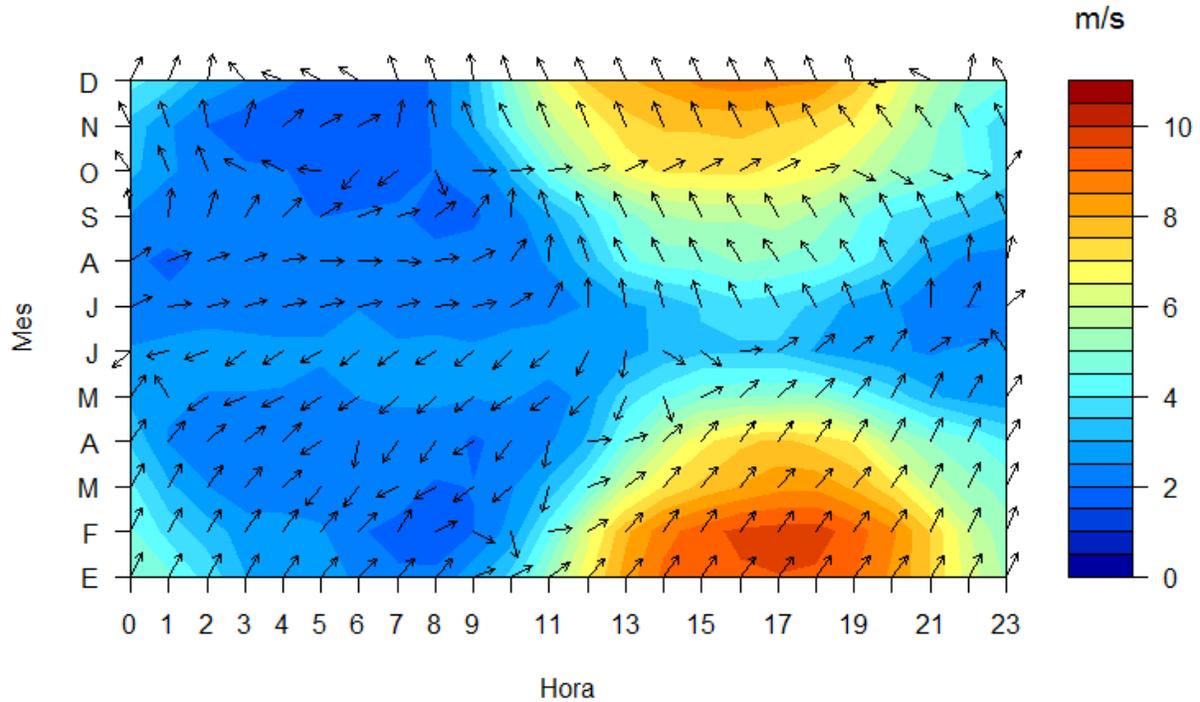
Figura 7-22: Ciclo diario de la dirección del viento modelada. Estación Catemu. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia.

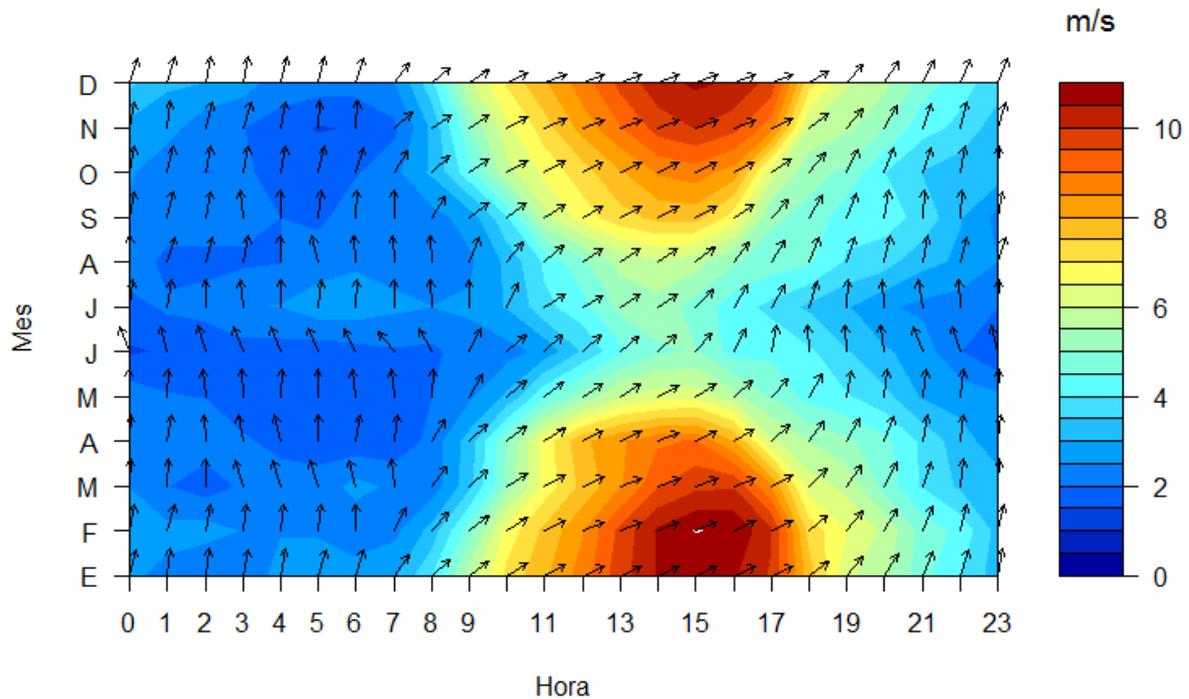
La Figura 7-23 y la muestran que tanto la velocidad del viento observada y modelada presentan máximos durante horas de la tarde, los cuales son más acentuados durante los meses de verano, es posible ver que el modelo presenta ciclos diarios según mes del año muy similares a los medidos. Se ve cierta diferencia entre los vectores promedio modelados y observados, especialmente en invierno.

**Figura 7-23: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento observada.
Estación Catemu. Año 2018.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7-24: Ciclo estacional de la dirección y velocidad del viento modelada.
Estación Catemu. Año 2018.**



Fuente: Elaboración propia.

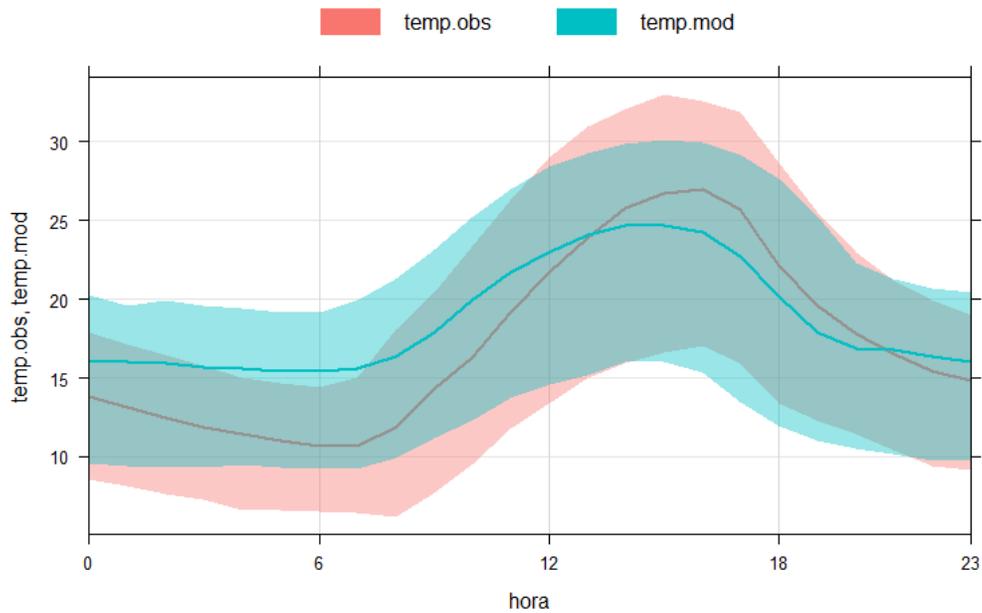
7.5.3 Temperatura

A continuación, se analizan los ciclos diarios y mensuales de la temperatura observada y modelada en la estación Nuevo Amanecer

Estación Nuevo Amanecer

En la Figura 7-25 se presenta el ciclo diario de las medianas de la temperatura horaria modelada y observada junto con los percentiles 5 y 95 de los datos en el punto correspondiente a la estación Nuevo Amanecer. En ella se puede ver que el ciclo diario presenta buena correlación entre los datos observados y modelados pero el modelo estima una amplitud térmica diaria menor a la observada.

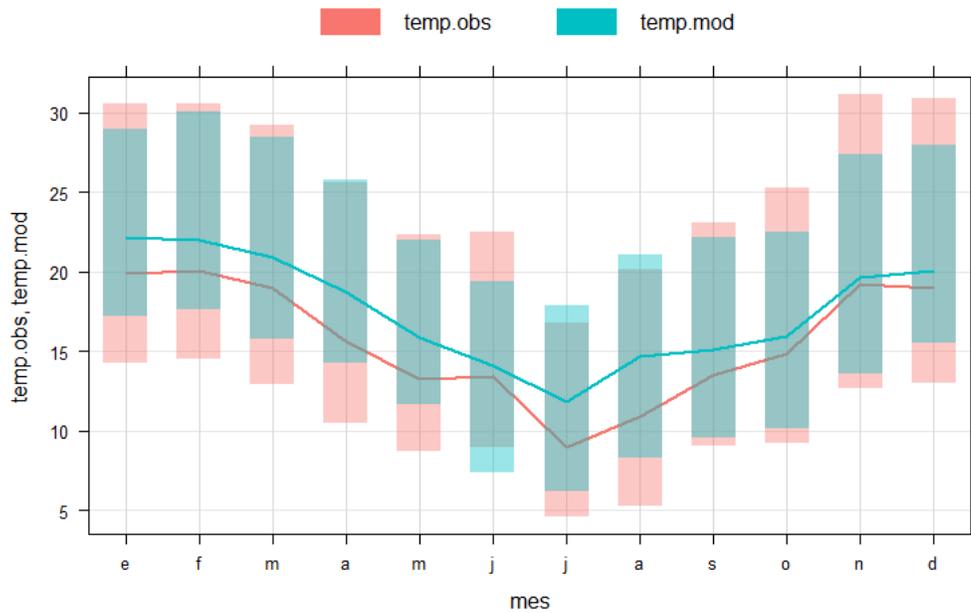
**Figura 7-25: Ciclo diario de la temperatura modelada y observada,
Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.**



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7-26 se presenta el ciclo mensual de temperatura observada y modelada con los percentiles 5 y 95 en la estación Nuevo Amanecer, donde es posible apreciar que el ciclo mensual de temperatura estimado por el modelo presenta una alta correlación respecto a los datos observados pero con un sesgo mensual positivo.

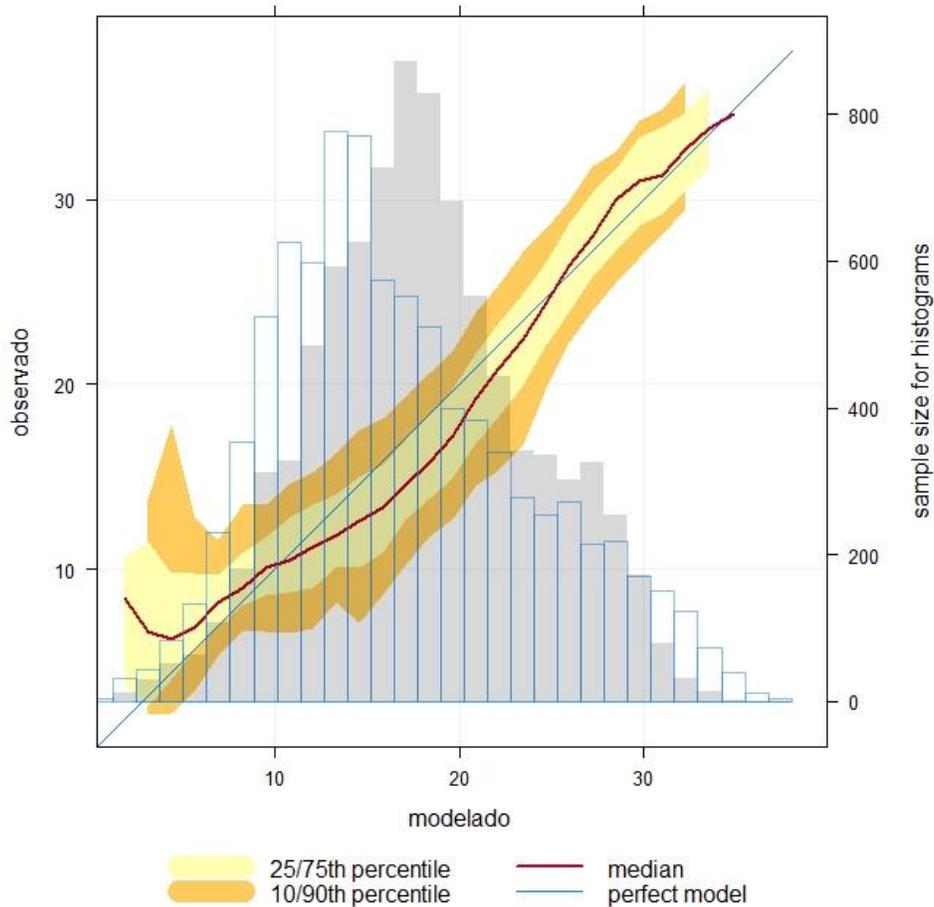
**Figura 7-26: Ciclo mensual de la temperatura modelada y observada,
Estación Nuevo Amanecer, año 2018.**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico de dispersión de la Figura 7-27 muestra una muy alta correlación entre las temperaturas observadas y modeladas en estación la estación Nuevo Amanecer, por otra parte, los diagramas en la misma figura indican que el modelo estima temperaturas en general de 1 °C a 2 °C más altas que las medidas en la estación monitora.

Figura 7-27: Cuantiles condicionales e histograma de velocidad del viento observada y modelada, estación Catemu, año 2018.



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7-7 muestra el promedio, mediana máximo y mínimo de temperatura observada y modelada para la estación Nuevo Amanecer, donde el modelo presenta un sesgo de 1,2 °C y 2,1 °C para el promedio y mediana respectivamente. Por otra parte, la Tabla 7-8 muestra un coeficiente de correlación (r) e índice de concordancia altos, con valores de 0,84 y 0,73 respectivamente.

Tabla 7-7: Estadígrafos de temperatura, estación Nuevo Amanecer.

Variable	Nuevo Amanecer	
	Observado	Modelado
Promedio (°C)	16,9	18,1
Mediana (°C)	15,6	17,7
Máximo (°C)	38,0	34,3
Mínimo (°C)	0,4	1,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-8: Estadígrafos desempeño por temperatura, estación Nuevo Amanecer, datos observados y modelados.

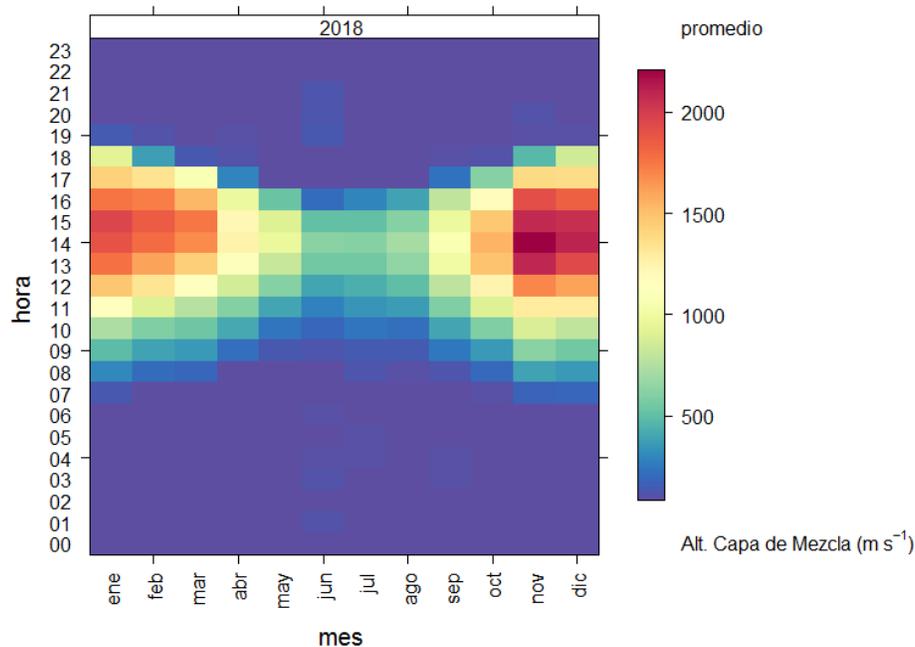
Estación	n	Sesgo	FAC2	SM	MAE	SMN	NMAE	ECM	r	IOA
Nuevo Amanecer	8743	1,17	0,95	1,18	3,09	7,0%	18,3%	3,93	0,84	0,73

Fuente: Elaboración propia

7.5.4 Altura capa de mezcla en zona modelada

A continuación, se presenta un análisis cualitativo del comportamiento estacional y horario de la altura de capa de mezcla modelada con el modelo WRF, se realiza un análisis cualitativo ya que no existen datos medidos para dicho parámetro. La Figura 7-28 muestra el perfil diario promedio por mes del año de la altura de capa de mezcla modelada en la estación Cuerpo de Bomberos. Se puede apreciar que los máximos diarios para todos los meses se alcanzan entre las 13:00 y 15:00 horas, alcanzando un máximo diario promedio de unos 2000 metros de altura entre los meses de diciembre a febrero y un valor máximo diario considerablemente más bajo durante los meses de invierno, donde el promedio del máximo diario en el mes de julio alcanza solo unos 700 metros de altura, se presenta una alta amplitud estacional de la altura capa de mezcla debido a la lejanía de la costa. Se puede apreciar que la altura de capa de mezcla se eleva más temprano y baja más tarde durante los meses de verano, mientras que en los meses de invierno la capa de mezcla se mantiene durante más horas en niveles bajos, debido principalmente a que las horas de luz diurna son menores en invierno. La variación temporal de la altura de capa de mezcla modelada, tanto estacional como horaria, presenta un patrón típico de este parámetro.

Figura 7-28: Ciclo diario modelado altura de capa de mezcla.
Estación Nuevo Amanecer. Año 2018.



Fuente: Elaboración propia

7.5.5 Análisis de la necesidad del uso de un factor de ajuste al modelo meteorológico en base a la velocidad del viento observada y modelada

A partir de los datos observados y modelados en las estaciones Nuevo Amanecer y Catemu, se obtiene un factor de corrección para las concentraciones estimadas con el modelo de dispersión, suponiendo de manera conservadora, que las concentraciones atmosféricas presentan una relación lineal inversa con la mediana de la velocidad del viento anual, en razón de 1:1. De esta manera se obtiene un factor de corrección a partir del promedio de las razones entre la mediana de la velocidad del viento modelada y la mediana de la velocidad del viento observada en ambas estaciones, obteniendo un factor de corrección de 1,16, se repite lo mismo pero utilizando los promedio de velocidades, en este caso se obtiene un factor de corrección de 1,21, los detalles se muestran en la Tabla 7-9. Como este factor es levemente mayor a 1 y por otra parte el modelo estima una frecuencia de calmas considerablemente más alta que la de los datos observados, tal como se muestra en la misma tabla, se desestima la necesidad de utilizar un factor de corrección en las concentraciones estimadas por el modelo.

Tabla 7-9: Estadígrafos velocidad del viento, estaciones Nuevo Amanecer y Catemu.

Variable	Nuevo Amanecer		Catemu Met	
	Observado	Modelado	Observado	Modelado
Promedio (m/s)	1,25	1,69	4,07	4,38
Mediana (m/s)	0,90	1,00	3,50	4,20
Máximo (m/s)	4,80	12,80	12,70	13,40
Porcentaje de calmas	26,3%	40,7%	1,7%	9,6%

Tabla 7-10: Factor de corrección.

	Nuevo Amanecer	Catemu Met.	Promedio
Razón VV mod/obs promedio	1,35	1,08	1,21
Razón VV mod/obs mediana	1,11	1,20	1,16

Fuente: Elaboración propia

7.5.6 Conclusiones modelo meteorológico

Se realiza una modelación con el modelo WRF para el año 2018, cuyo desempeño para la estimación de vientos y temperatura se evaluó en la estación Nuevo Amanecer, la que está ubicada a menos de 500 metros al sureste de Mina Patricia y de manera complementaria se evaluaron los vientos en estación meteorológica Catemu ubicada a 8 kilómetros al sur del proyecto. En la estación Nuevo amanecer el modelo presenta un sesgo normalizado para el promedio de la magnitud del viento de un 11% y para la mediana y de un 35% para promedio y en la estación Catemu este sesgo de un 20% para la mediana y de un 8% para el promedio, en conclusión el sesgo entre las velocidades modeladas y observadas en las dos estaciones evaluadas es bajo. Las rosas de vientos modeladas y observadas presentan una baja

concordancia en estación Nuevo Amanecer y un nivel de concordancia mucho más alto en el caso de la estación meteorológica Catemu. La poca concordancia de la dirección del viento en Nuevo Amanecer en mayor o menor manera se debe a dos razones: una situación meteorológica de microescala que el modelo no es capaz de resolver debido a la alta complejidad geomorfológica de la zona o a la incertidumbre en el monitoreo de la dirección del viento, respecto a esto último, al comparar las rosas de vientos medidas entre los años 2014 y 2018, estas presentan diferencias importantes, lo que puede indicar una alta incertidumbre en la dirección de vientos que se está midiendo en esa estación monitorea. Para el caso de la temperatura el modelo presenta un sesgo positivo de 1,2 °C en Nuevo Amanecer y una correlación alta.

A partir de los datos de la magnitud del viento observados y modelados en las estaciones Nuevo Amanecer y meteorológica Catemu se obtuvo un factor de corrección de 1,16. Como este factor es levemente mayor a 1 y por otra parte el modelo estima una frecuencia de calmas considerablemente más alta que la de los datos observados, se desestima la necesidad de utilizar un factor de corrección en las concentraciones estimadas por el modelo.

Finalmente se analizó cualitativamente el comportamiento de la altura de capa de mezcla promedio horaria por mes del año, cualitativamente ya que no existen datos medidos del parámetro, la cual presenta un comportamiento estimado satisfactorio respecto al ciclo diario y estacional de dicho parámetro.

8 MODELO CALIDAD DEL AIRE

8.1 Justificación modelo calidad del aire

De acuerdo con lo establecido en la Guía para el uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA, la selección del modelo de Calidad del Aire se basa en la topografía compleja del área donde se emplaza el proyecto y al alcance de las emisiones. Por esta razón, el modelo utilizado fue un modelo tipo “Puff” como lo es CALPUFF.

8.2 Descripción modelo de calidad del aire

La simulación del aporte del proyecto a las concentraciones de contaminantes se realizará mediante el modelo CALPUFF, recomendado por la U.S. EPA para la evaluación de dispersión de contaminantes desde fuentes continuas.

CALPUFF es un sistema de modelación avanzado para calidad del aire que considera además la meteorología de carácter no permanente. Su desarrollo estuvo a cargo del “Sigma Research Corporation”, mientras que su mantenimiento actual es responsabilidad de Exponent¹⁴. Debido a su desempeño, CALPUFF fue catalogado por la USEPA como modelo recomendado¹⁵ para la evaluación del impacto en la calidad del aire de distintos tipos de proyectos, especialmente aquellos donde es necesario considerar la variación en el tiempo y en el espacio de las condiciones meteorológicas y su incidencia en el transporte, transformación y remoción de contaminantes.

El sistema de modelación está compuesto por los siguientes componentes principales:

- CALMET: es un modelo meteorológico que genera campos de viento tridimensionales horarios, en base a registros superficiales y del perfil de altura. Además, las salidas de este modelo entregan información en el dominio de la modelación sobre alturas de la capa de mezcla, características superficiales y propiedades de dispersión.
- CALPUFF: corresponde a un modelo Lagrangiano-Gaussiano de transporte y dispersión de soplos o “puff” emitidos por las fuentes consideradas por el proyecto. De esta forma, a partir de la información de emisiones y meteorología proporcionada, el programa simula el proceso de dispersión y transformación de los contaminantes, en un rango de validez desde metros hasta cientos de kilómetros.

¹⁴ www.src.com/calpuff/calpuff1.htm

¹⁵ Los modelos de dispersión y calidad del aire recomendados por USEPA, así como su campo de aplicación, están contenidos en el Appendix W del 40 CFR Part 51 “Directrices para Modelos de Calidad del Aire”

(http://www.epa.gov/scram001/guidance_permit.htm#appw).

- CALPOST: es un programa utilizado para el post-procesamiento de los resultados obtenidos en la modelación de CALPUFF, permitiendo calcular las concentraciones en los receptores según los promedios requeridos por cada norma. Además, es capaz de gestionar los datos de cada contaminante según el período de tiempo requerido, ordenando las máximas concentraciones obtenidas e identificando el momento en que cada una de éstas suceden (hora, día, mes y año).

Dentro de las capacidades del sistema de modelación se destacan los siguientes puntos:

- Permite modelar transporte de largo alcance (hasta 200 Km).
- Simula procesos meteorológicos complejos tales como: velocidades de vientos muy bajas, estancamiento, fumigación y recirculación.
- Es capaz de incorporar efectos debidos a la proximidad al borde costero o a causa de topografía compleja.
- Modela contaminantes de forma simultánea fuentes de diverso tipo y que modifican su nivel de actividad a lo largo del tiempo.
- Permite diferenciar entre contaminantes inertes y aquellos que experimentan transformaciones de primer orden.

El modelo en esta ocasión se utilizó con el mecanismo químico Rivad/Isorropia (mech=6 en CALPUFF), este mecanismo estima la proporción entre el NO y NO₂ y además los nitratos (NO₃) y sulfatos (SO₄), éstos fueron agregados a las concentraciones de MP10 y MP2.5 estimadas por el modelo.

Cabe mencionar que, siguiendo los lineamientos de la Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA, no fue utilizado el modelo meteorológico CALMET, por esta razón la meteorología modelada por el modelo meteorológico WRF correspondiente al año 2018, fue procesada en MMIF v3.2 para ser ingresada al modelo de dispersión CALPUFF de manera directa.

9 RECEPTORES

9.1 Receptores discretos

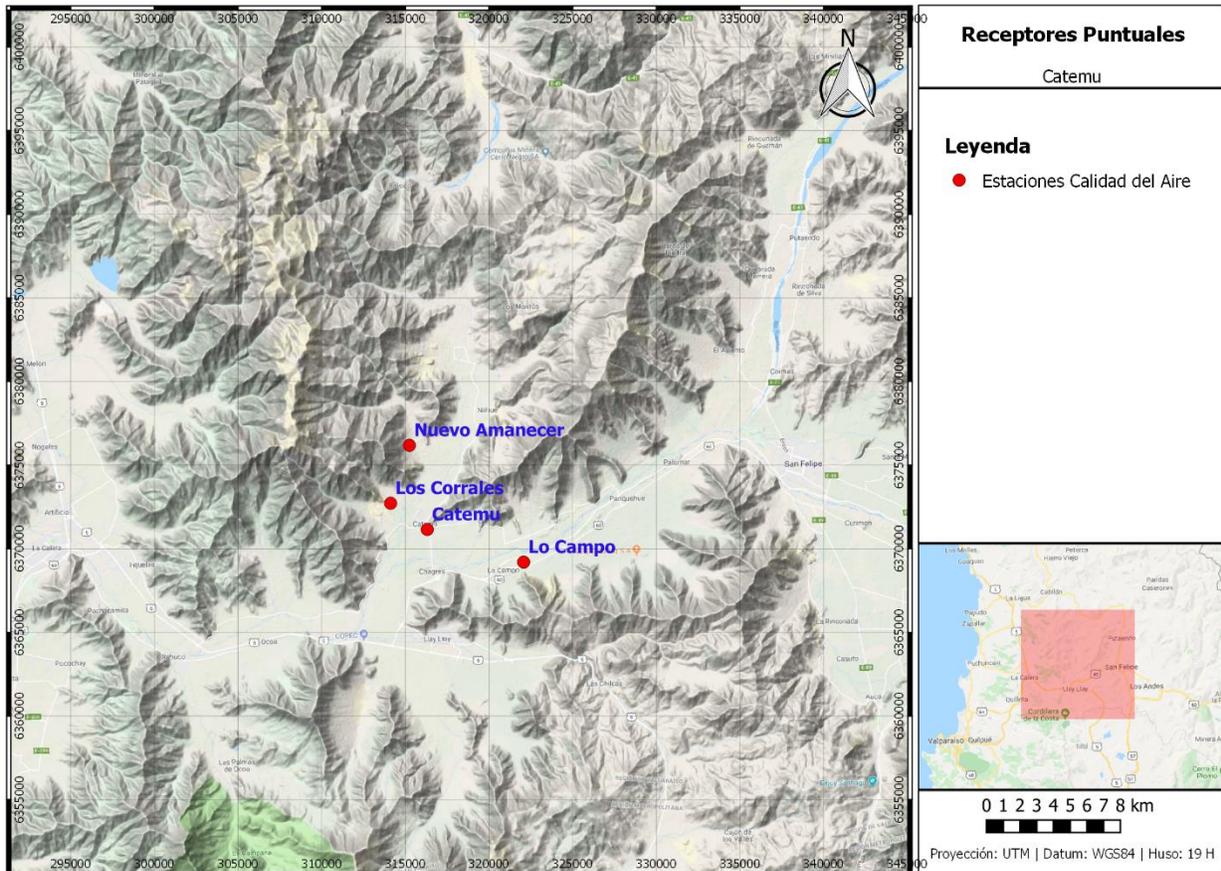
Los receptores para evaluar corresponden a 4 receptores que corresponden a estaciones de calidad del aire. La Tabla 9-1 muestra las coordenadas y la Figura 9-1 muestra la ubicación de los receptores.

Tabla 9-1: Receptores de interés definidos para la modelación

Receptor	Nombre	UTM-X	UTM-Y
R_1	E. Nuevo Amanecer	315.243	6.376.191
R_2	E. Catemu	316.310	6.371.200
R_3	E. Lo Campo	322.250	6.369.400
R_4	E. Los Corrales	314.121	6.372.729

Fuente: Elaboración propia.

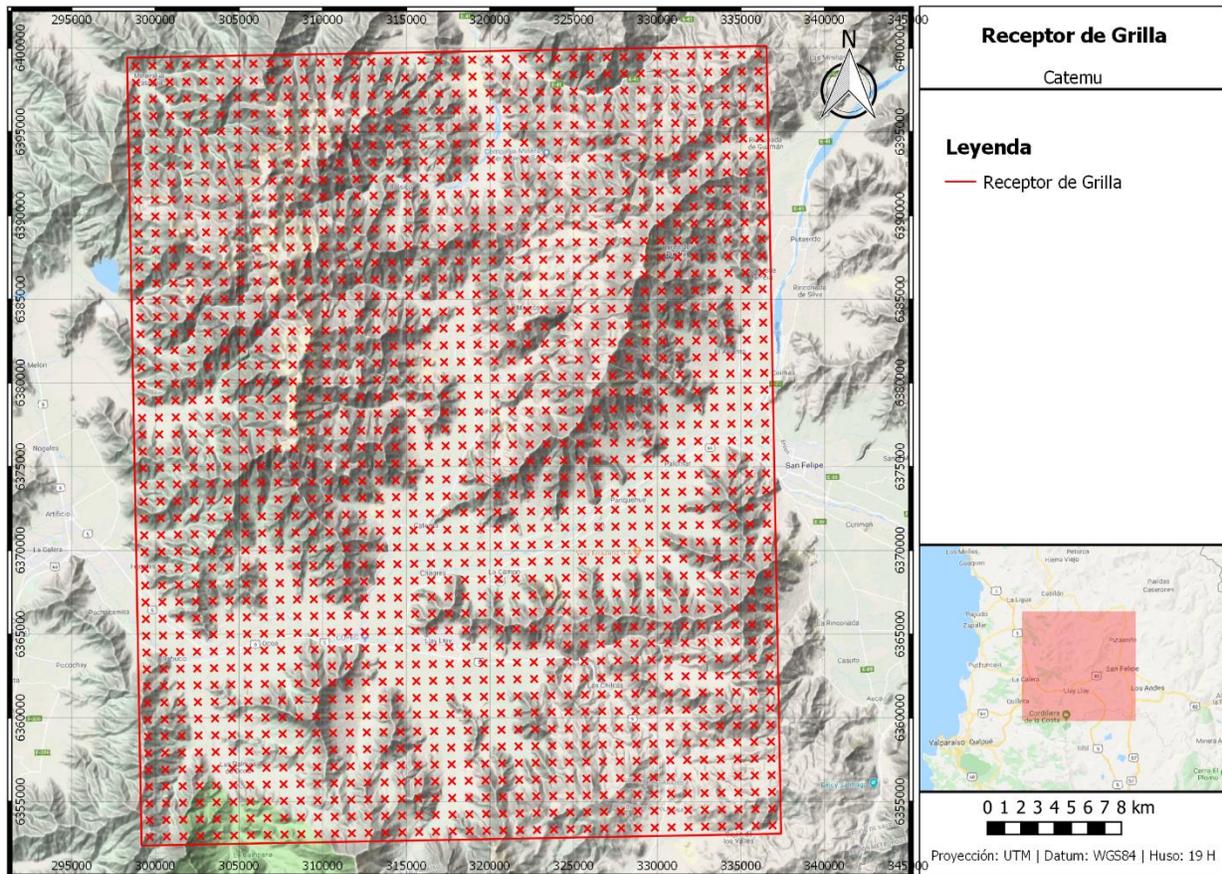
Figura 9-1: Receptores puntuales



9.2 Receptores grilla

Para la modelación de cada escenario se generó una grilla de receptores con una resolución espacial de 1.000 × 1.000 metros, resolución concordante con la resolución del modelo meteorológico, con una extensión de 38 × 47 km. Finalmente, el área de modelación considerada y la grilla de receptores se observan en la Figura 9-2. A partir de estos receptores se generan mapas de isoconcentraciones para cada uno de los contaminantes analizados.

Figura 9-2: Grilla de receptores



Fuente: Elaboración propia.

10 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de concentración ambiental de material particulado obtenidos a partir de las emisiones ingresadas al modelo de dispersión CALPUFF, considerando escenario PPDA y futuro para los distintos grupos de fuentes considerados, gráficamente se muestra la participación porcentual de cada grupo de fuentes en los 4 receptores analizados. Posteriormente se realiza una comparación entre las concentraciones generadas para el escenario PPDA versus el escenario futuro. Finalmente se muestra el aporte espacial de concentraciones de MP10 anual y diario por grupo de fuentes y para ambos escenarios mencionados. Los grupos de fuentes emisoras considerados corresponden a: Planta Catemu, UVA, 3H y terceros.

10.1 Participación por grupo de fuentes.

A continuación se muestran los resultado en concentraciones en los 4 receptores analizados y la participación porcentual en las concentraciones para cada grupo de fuentes considerado. Cabe mencionar que todos los valores medidos corresponden al año 2017 o en su defecto al año disponible más con información completa más cercano al año 2017.

10.1.1 MP10 - PPDA

La Tabla 10-1 muestra que los mayores aportes en MP10 anual para el escenario PPDA corresponden a las actividades de terceros en estación Corrales seguido por las actividades de Planta Catemu en el mismo receptor con aportes que superan los 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Posteriormente terceros presenta un aporte de 7,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seguido por el aporte de las actividades de UVA en estación Nuevo Amanecer y Corrales con 7,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 7,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

La diferencia de concentraciones entre el total de las concentraciones simuladas por el modelo de dispersión y las concentraciones medidas se asume como el aporte de otras fuentes emisoras no consideradas en la modelación, concentraciones que además incluyen el “background” natural de la zona.

Tabla 10-1: MP10 anual escenario PPDA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

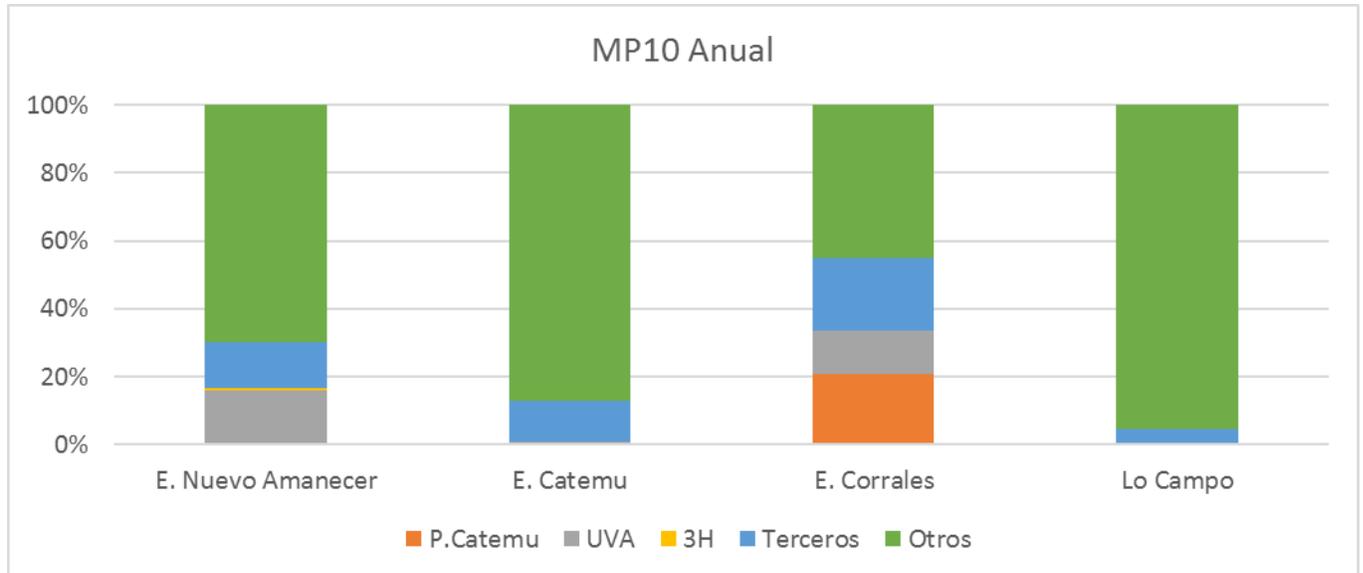
Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Otros*	Norma
E. Nuevo Amanecer	45	0,13	7,13	0,22	6,17	31,36	50
E. Catemu	66	0,22	0,45	0,02	7,78	57,53	50
E. Corrales	55	11,19	7,01	0,04	11,45	25,31	50
E. Lo Campo	36	0,02	0,10	0,00	1,52	34,37	50

* Otros corresponde a la concentración medida menos el aporte total las fuentes modeladas

Fuente: Elaboración propia

La Figura 10-1 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de los distintos grupos de fuentes en los 4 receptores analizados donde el grupo “otros” corresponde a la diferencia entre el total modelado para el escenario 2017 y lo medido ese mismo año de MP10 promedio anual. Es posible apreciar que la participación de otras fuentes es importante en los 4 receptores y que el receptor con mayores aportes de actividades emisoras asociadas a Planta Catemu, UVA y 3H corresponde a estación Corrales.

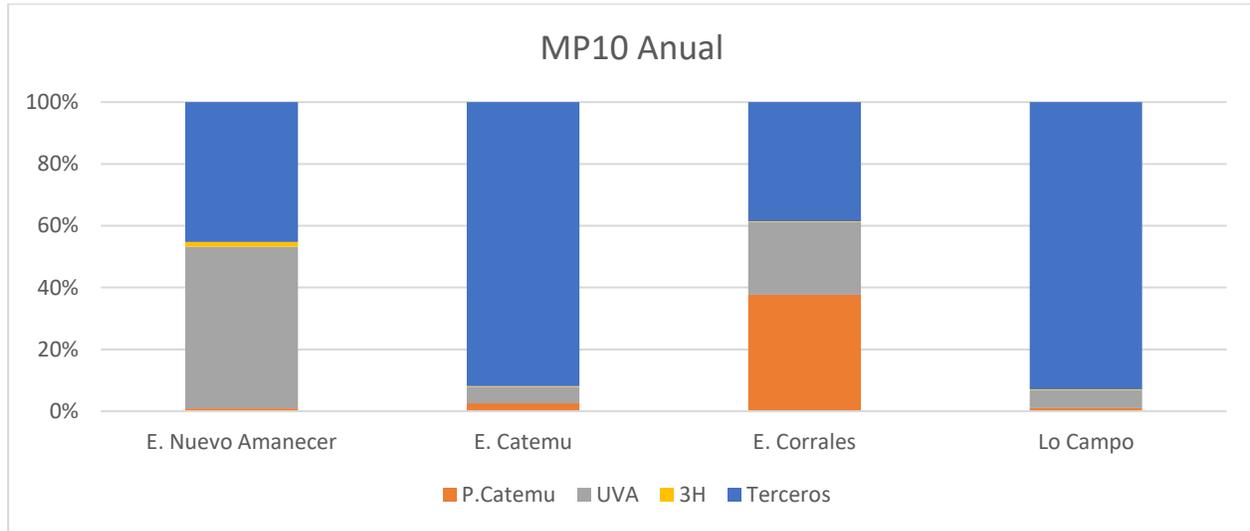
Figura 10-1: MP10 anual escenario PPDA (%).



Fuente: Elaboración propia

La Figura 10-2 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de los distintos grupos de fuentes en los 4 receptores analizados, pero solo considerando los grupos modelados. Es posible apreciar que la mayor participación porcentual en concentraciones de las actividades de Planta Catemu junto a UVA corresponde al receptor en estación Corrales alcanzando un 60% de participación, posteriormente se puede observar una participación de más de un 50% en estación Nuevo Amanecer donde el aporte es casi exclusivo de las actividades de Planta Catemu. El aporte en concentraciones de actividades asociadas a Cemin (Planta Catemu y UVA) en estación Catemu y Lo Campo no superan el 10 % de las concentraciones totales modeladas. En los 4 receptores modelados el aporte en concentraciones de las actividades de 3H es muy bajo.

Figura 10-2: MP10 anual escenario PPDA sin grupo otros (%).



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 10-1 Tabla 10-2 muestra que los mayores aportes en MP10 diario para el escenario PPDA corresponden a las actividades de terceros en estación Corrales con aportes que superan los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido por los aportes del mismo grupo "terceros" de $31,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Catemu. Posteriormente Planta Catemu presenta un aporte de $26,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Corrales seguido por el aporte de las actividades de UVA en estación Nuevo Amanecer y Corrales con $23,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $21,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. El modelo sobreestima el aporte total de concentraciones de MP10 diario en estación Corrales, por esta razón en este receptor el aporte de "otros" es 0.

Tabla 10-2: MP10 diario escenario PPDA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

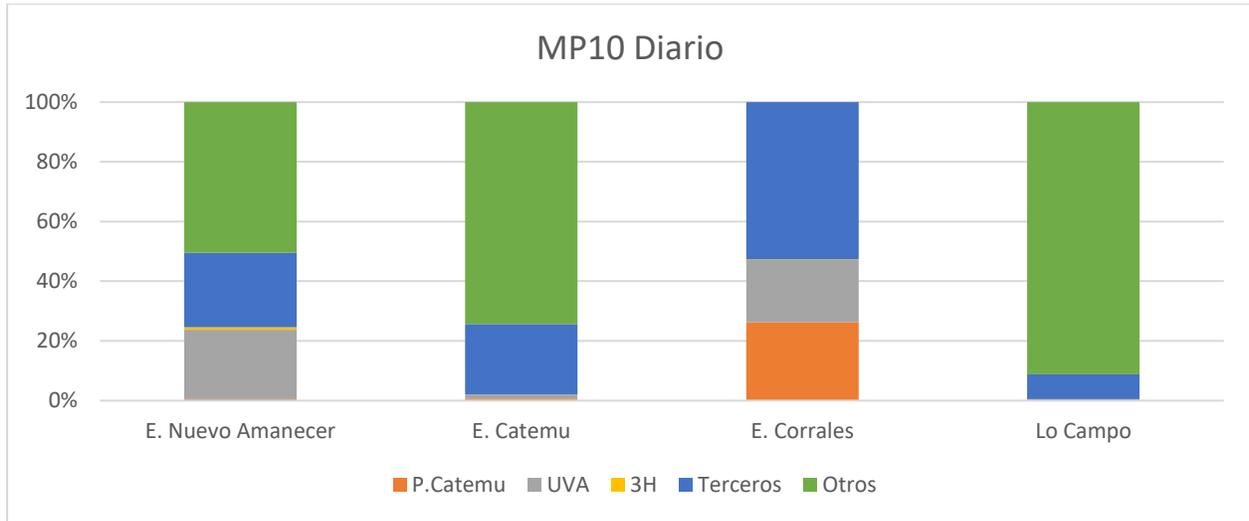
Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Otros*	Norma
E. Nuevo Amanecer	100	0,46	23,30	0,87	24,88	50,49	150
E. Catemu	131,7	0,97	1,56	0,16	31,14	97,88	150
E. Corrales	100	26,93	21,33	0,17	54,05	0,00	150
E. Lo Campo	63	0,06	0,25	0,01	5,26	57,42	150

* Otros corresponde a la concentración medida menos el aporte total las fuentes modeladas

Fuente: Elaboración propia

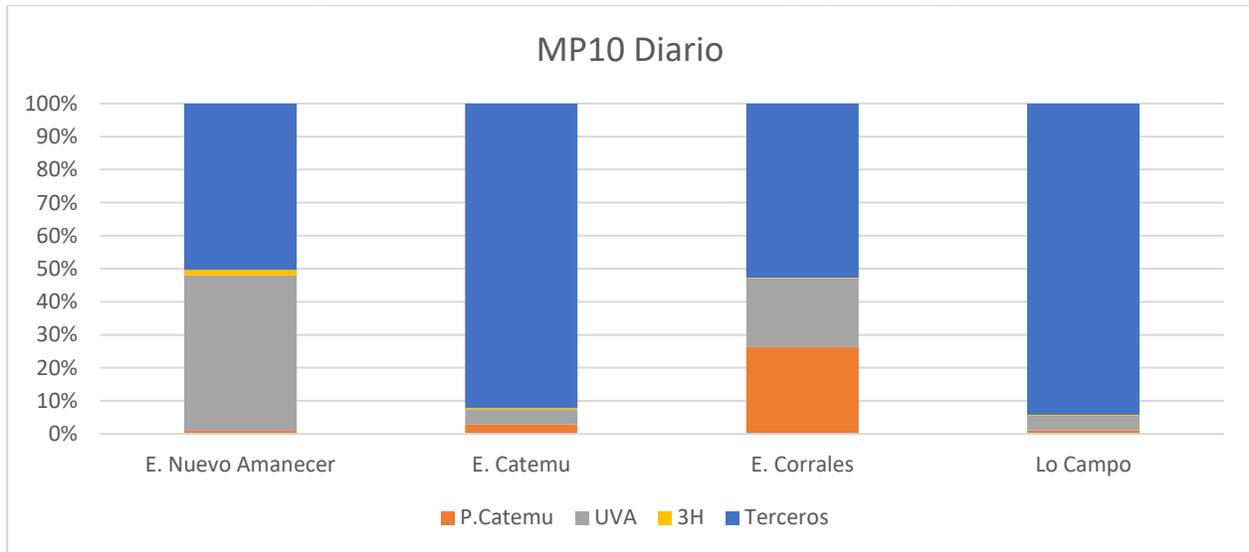
La Figura 10-3 muestra que el aporte porcentual de grupo de fuentes para el MP10 diario el cual es muy similar al caso del MP10 anual (Figura 10-1), con la excepción de la estación Corrales donde el modelo estima mayores concentraciones que las medidas, por lo que no se considera un aporte de "otros" en esta estación. Para el caso de la Figura 10-4, aporte de MP10 diario de grupo de fuentes sin grupo "otros", también el aporte es muy similar al caso del MP10 anual (Figura 10-2) solo con la diferencia de que el aporte de terceros es más importante en este caso, lo que se explica por la estacionalidad del uso de la leña como fuente de calefacción.

Figura 10-3: MP10 diario escenario PPDA (%).



Fuente: Elaboración propia

Figura 10-4: MP10 diario escenario PPDA sin grupo otros (%).



Fuente: Elaboración propia

10.1.2 MP10 - Futuro

La Tabla 10-1 Tabla 10-3 muestra que los mayores aportes en MP10 anual para el escenario PPDA corresponden a las actividades de terceros en estación Corrales con aportes que superan los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido por los aportes del mismo grupo "terceros" de 7,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Catemu y 6,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Nuevo Amanecer. Posteriormente Planta Catemu presenta un aporte de 6,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Corrales. Los aportes de las actividades de UVA disminuyen de manera muy importante respecto al escenario PPDA, donde UVA presentaba aportes mayores al 10 % de la norma en estación Nuevo Amanecer y estación Corrales, en el caso del escenario futuro el aporte de UVA no supera el 1% de las normas en estas estaciones. Las actividades de 3H generan un aumento en concentraciones leve, en el escenario futuro, superando muy levemente el 1% de la norma anual de MP10 en la estación Nuevo Amanecer.

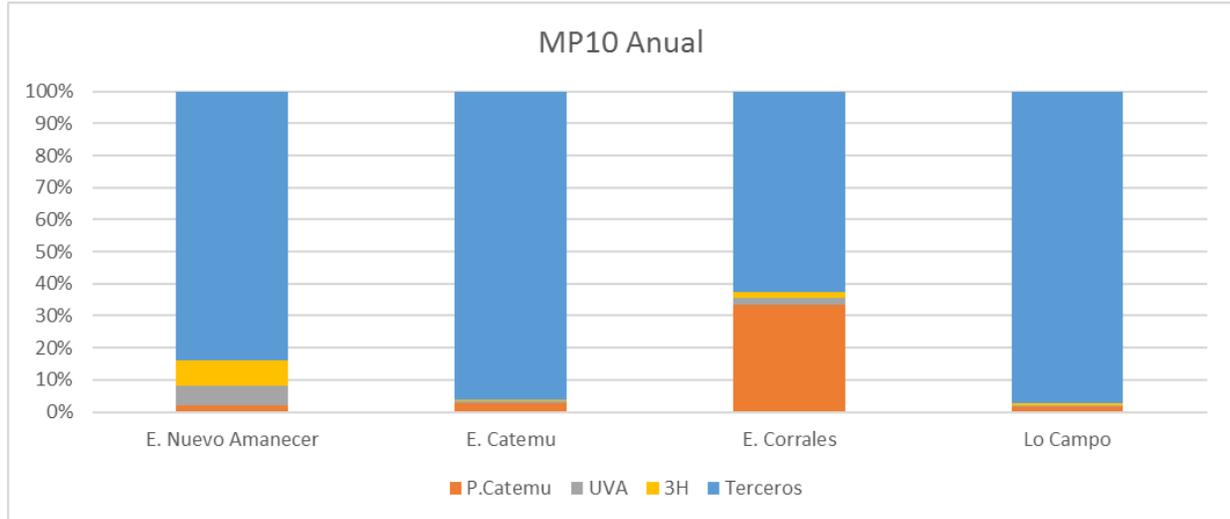
Tabla 10-3: MP10 anual escenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Norma
E. Nuevo Amanecer	45	0,1	0,45	0,58	6,17	50
E. Catemu	66	0,2	0,03	0,04	7,78	50
E. Corrales	55	6,2	0,37	0,35	11,45	50
E. Lo Campo	36	0,0	0,01	0,01	1,52	50

Fuente: Elaboración propia

La Figura 10-5 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MP10 anual del escenario futuro de los distintos grupos de fuentes en los 4 receptores analizados. Es posible apreciar que el aporte en concentraciones MP10 anual de las actividades de UVA disminuyen de manera muy importante en Estación Catemu y en Estación Corrales, en esta última también se aprecia una disminución importante en el aporte relativo de las actividades de la Planta Catemu. En los 4 receptores modelados el aporte en concentraciones de las actividades de 3H aumenta levemente respecto al escenario PPDA.

Figura 10-5: MP10 anual escenario futuro (%).



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 10-1 Tabla 10-4 muestra que los mayores aportes en MP10 diario para el escenario futuro corresponden a las actividades de terceros en estación Corrales con aportes que superan los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido por los aportes del mismo grupo "terceros" de $31,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Catemu y $24,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Nuevo Amanecer. Posteriormente Planta Catemu presenta un aporte de $14,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Corrales. Al igual que para el MP10 anual los aportes de las actividades de UVA disminuyen de manera muy importante respecto al escenario PPDA, donde UVA presentaba aportes mayores al 10 % de la norma en estación Nuevo Amanecer y estación Corrales, en el caso del escenario futuro el aporte de UVA no supera el 1% de las normas en estas estaciones.

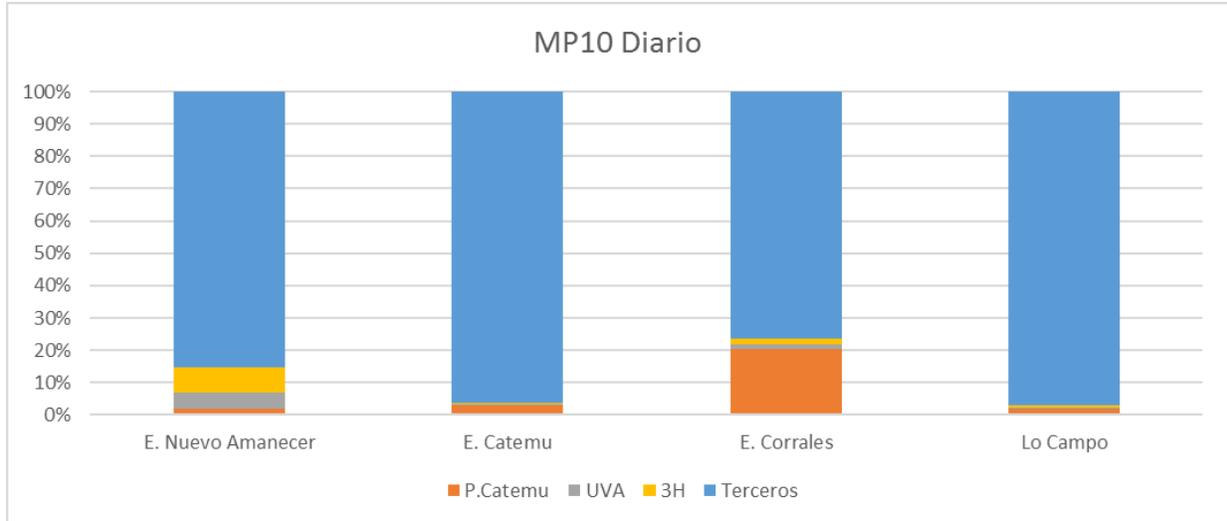
Tabla 10-4: MP10 diario escenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Norma
E. Nuevo Amanecer	100	0,57	1,43	2,31	24,88	150
E. Catemu	131,7	0,95	0,13	0,17	31,14	150
E. Corrales	100	14,45	1,10	1,09	54,05	150
E. Lo Campo	63	0,11	0,02	0,04	5,26	150

Fuente: Elaboración propia

La Figura 10-6 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MP10 diario del escenario futuro de los distintos grupos de fuentes en los 4 receptores analizados. El aporte relativo de en concentraciones de los distintos grupos de emisiones es muy similar al caso del MP10 anual (Figura 10-5), solo con la diferencia de que las emisiones de terceros cobran mayor importancia relativa, lo que se explica por la estacionalidad del uso de la leña como fuente de calefacción.

Figura 10-6: MP10 diario escenario futuro (%).



Fuente: Elaboración propia

10.1.3 MP2,5 - PPDA

La Tabla 10-5 muestra que los mayores aportes en MP2,5 anual para el escenario PPDA corresponden a Planta Catemu en el receptor estación Corrales que superan los $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Posteriormente terceros presenta un aporte de $10,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $6,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los receptores estación Corrales, estación Catemu y estación Nuevo Amanecer, respectivamente.

Tabla 10-5: MP2,5 anual escenario PPDA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

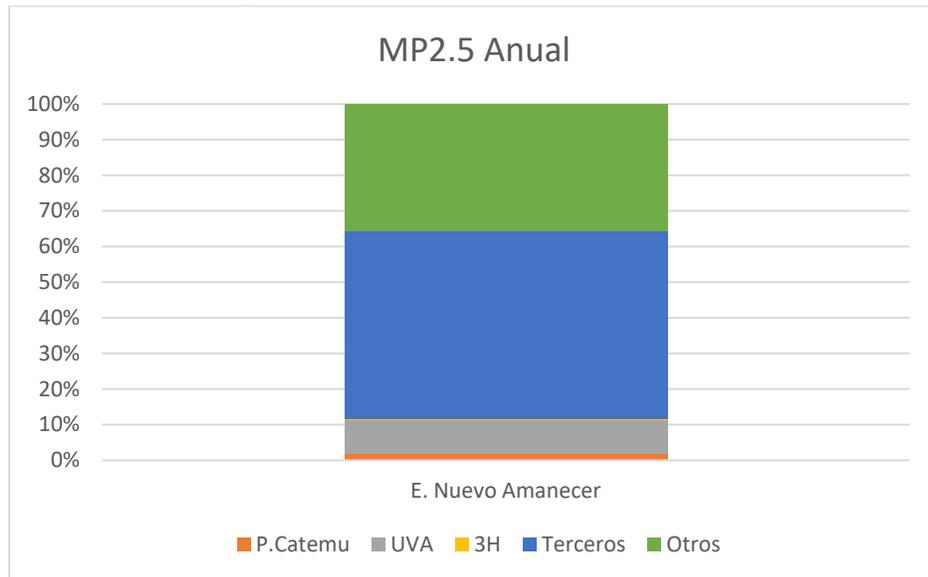
Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Otros*	Norma
E. Nuevo Amanecer	10,8	0,22	1,00	0,04	5,70	3,84	20
E. Catemu	-	0,39	0,08	0,01	6,66	-	20
E. Corrales	-	14,65	0,81	0,01	10,60	-	20
E. Lo Campo	-	0,03	0,02	0,00	1,00	-	20

* Otros corresponde a la concentración medida menos el aporte total las fuentes modeladas

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-7 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MP2,5 anual de los distintos grupos de fuentes solo en el receptor con mediciones disponibles de MP2,5, donde el grupo "otros" corresponde a la diferencia entre el total modelado para el escenario 2017 y lo medido ese mismo año de MP2,5 promedio anual. Es posible apreciar que la participación de otras fuentes alcanza un 36% y que el aporte mayoritario corresponde a terceros con más de un 50% de aporte.

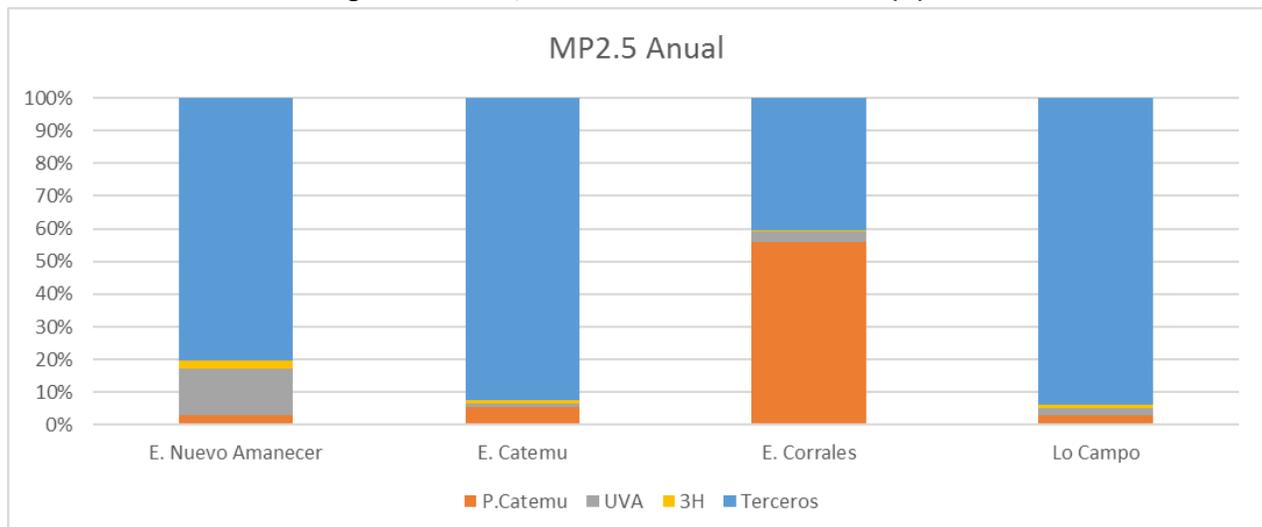
Figura 10-7: MP2,5 anual escenario PPDA (%).



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-8 muestra que el aporte porcentual de grupo de fuentes para el MP2,5 anual el cual es muy similar al caso del MP10 anual (Figura 10-1), con la excepción de la estación Corrales donde el aporte relativo de la Planta Catemu es mayor en este caso en comparación con el MP10 anual.

Figura 10-8: MP2,5 anual escenario PPDA sin otros (%).



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10-6 muestra que los mayores aportes en MP2,5 diario para el escenario PPDA corresponden las actividades de terceros en estación Corrales con aportes que superan los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, posteriormente Planta

Catemu presenta un aporte de 39,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Corrales seguido por el aporte de terceros en estación Catemu y Nuevo Amanecer con 28,88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 24,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. El modelo sobreestima el aporte total de concentraciones de $\text{MP}_{2,5}$ diario en estación Nuevo Amanecer, por esta razón en este receptor el aporte de “otros” es 0.

Tabla 10-6: $\text{MP}_{2,5}$ diario escenario PPDA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

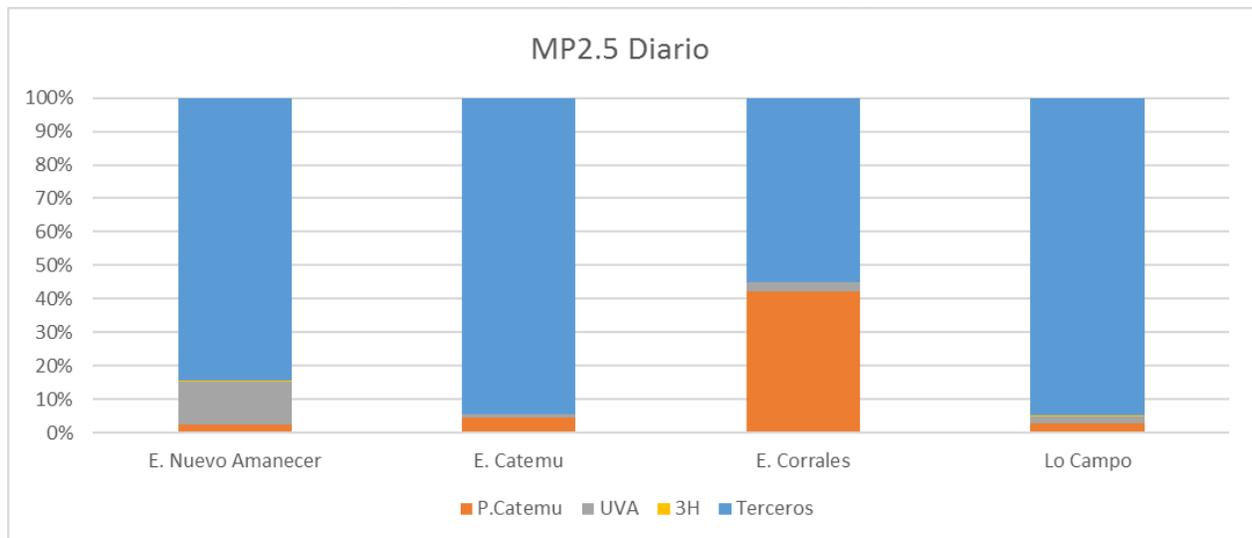
Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Otros	Norma
E. Nuevo Amanecer	26,0	0,73	3,59	0,18	24,17	0,00	50
E. Catemu	-	1,36	0,28	0,07	28,88	-	50
E. Corrales	-	39,70	2,60	0,06	52,06	-	50
E. Lo Campo	-	0,10	0,07	0,01	3,36	-	50

* Otros corresponde a la concentración medida menos el aporte total las fuentes modeladas

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-9 muestra que el aporte porcentual de grupo de fuentes para el $\text{MP}_{2,5}$ diario el cual es muy similar al caso del $\text{MP}_{2,5}$ anual (Figura 10-8), pero al igual que con el MP_{10} , las emisiones de terceros cobran mayor importancia relativa en comparación con la concentración promedio anual, lo que se explica por la estacionalidad del uso de la leña como fuente de calefacción.

Figura 10-9: $\text{MP}_{2,5}$ diario escenario PPDA (%).



Fuente: Elaboración propia.

10.1.4 MP2,5 - Futuro

La Tabla 10-7 muestra que los mayores aportes en MP2,5 anual para el escenario futuro corresponden a las actividades de terceros en estación Corrales y estación Catemu, con aportes de 10,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 6,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, seguido por el aporte de Planta Catemu de 6,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Corrales. Se aprecian disminuciones importantes respecto al escenario PPDA en los aportes de Planta Catemu y UVA, siendo la disminución más importante la de Planta Catemu en estación Corrales.

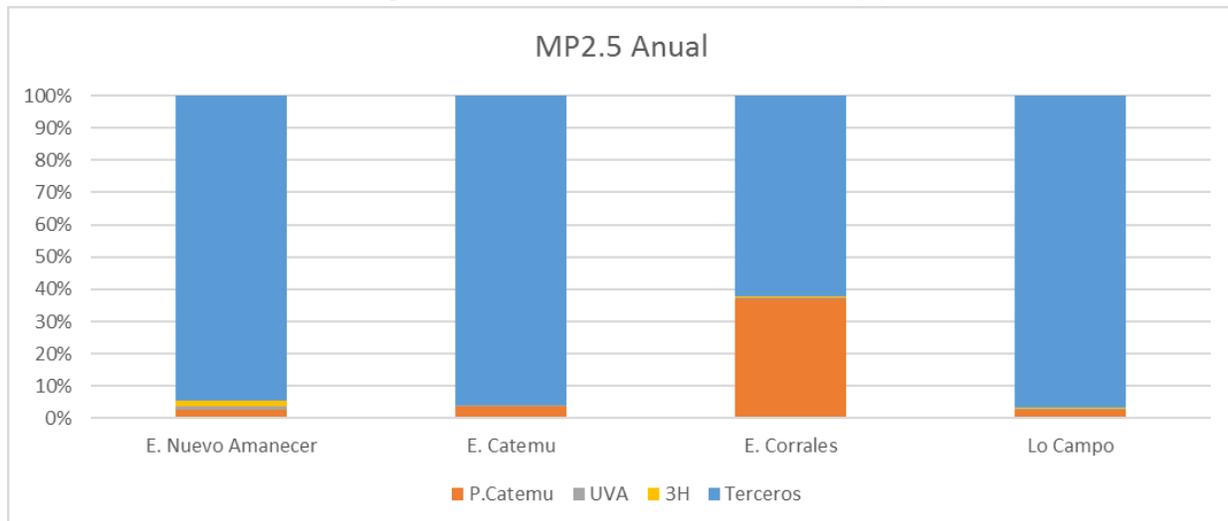
Tabla 10-7: MP2,5 anual escenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Norma
E. Nuevo Amanecer	10,8	0,15	0,07	0,10	5,70	20
E. Catemu	-	0,26	0,01	0,02	6,66	20
E. Corrales	-	6,33	0,04	0,06	10,60	20
E. Lo Campo	-	0,03	0,00	0,01	1,00	20

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-10 muestra que el aporte porcentual de grupo de fuentes para el MP2,5 anual escenario futuro el cual es muy similar al caso del MP2,5 anual escenario PPDA (Figura 10-7), con la excepción de la estación Corrales donde el aporte relativo de la Planta Catemu es mayor en este caso en comparación con el MP10 anual.

Figura 10-10: MP2,5 anual escenario futuro (%).



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10-8 muestra que los mayores aportes en MP2,5 diario para el escenario futuro corresponden a las actividades de terceros en estación Corrales, estación Catemu y estación Nuevo Amanecer, con aportes de 52,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 28,88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 24,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, seguido por el aporte de Planta Catemu de 16,98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Corrales. Al igual que para el caso del MP2,5 anual se aprecian disminuciones importantes respecto al escenario PPDA en los aportes de Planta Catemu y UVA, siendo la disminución más importante la de Planta Catemu en estación Corrales.

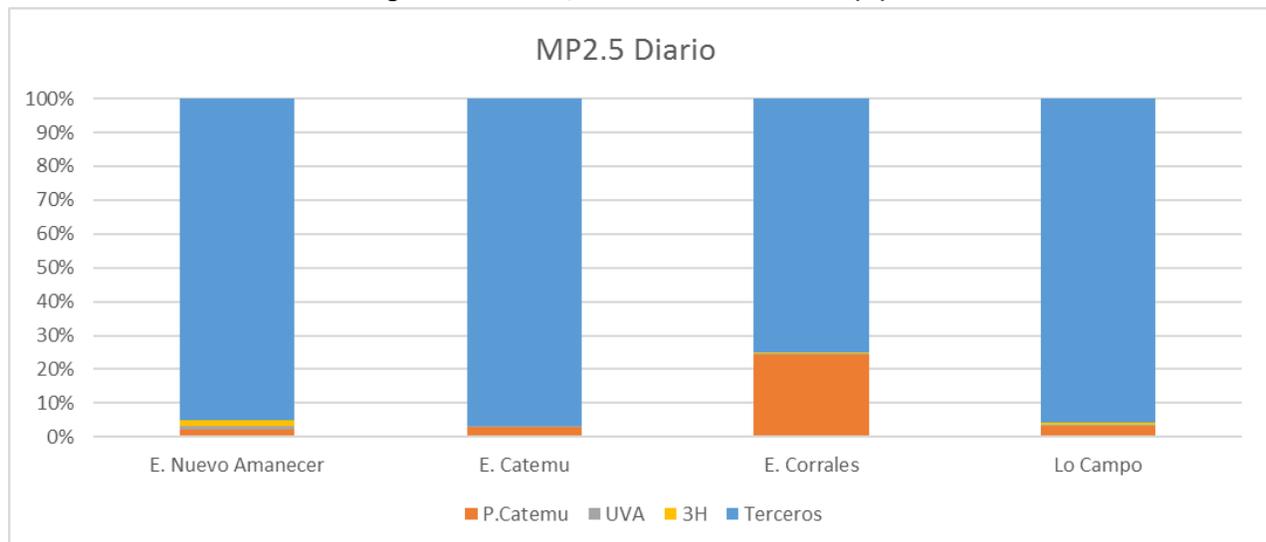
Tabla 10-8: MP2,5 diario escenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Norma
E. Nuevo Amanecer	26,0	0,57	0,25	0,43	24,17	50
E. Catemu	-	0,90	0,04	0,07	28,88	50
E. Corrales	-	16,98	0,14	0,19	52,06	50
E. Lo Campo	-	0,12	0,00	0,03	3,36	50

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-11 muestra que el aporte porcentual de grupo de fuentes para el MP2,5 diario escenario futuro el cual es muy similar al caso del MP2,5 anual escenario futuro (Figura 10-8), pero al igual que con el escenario PPDA, las emisiones de terceros cobran mayor importancia relativa en comparación con la concentración promedio anual, lo que se explica por la estacionalidad del uso de la leña como fuente de calefacción.

Figura 10-11: MP2,5 diario escenario futuro (%).



Fuente: Elaboración propia.

10.1.5 MPS – PPDA

La Tabla 10-9 muestra que los mayores aportes en MPS anual para el escenario PPDA corresponden a las actividades de Planta Catemu en estación Corrales con aportes que superan los 55 mg/m²_d, seguido por los aportes de UVA de 55,28 mg/m²_d en estación Corrales y 38,6 mg/m²_d en estación Nuevo Amanecer. Se estima que el aporte de otras fuentes y el “background” natural en estación Nuevo Amanecer es de 58,93 mg/m²_d, el resto de los aportes no supera el 1 % de la norma de referencia. El aporte del grupo de emisiones “terceros” es de muy baja consideración ya que las emisiones de este grupo son de combustión, por lo tanto la composición del MP es principalmente MP2,5 además con un promedio de diámetro de particulado pequeño, lo que es característico del MP de combustión. El particulado fino demora más en depositar, por esta razón deposita de manera más diluida espacialmente.

Tabla 10-9: MPS anual escenario PPDA (mg/m²_d).

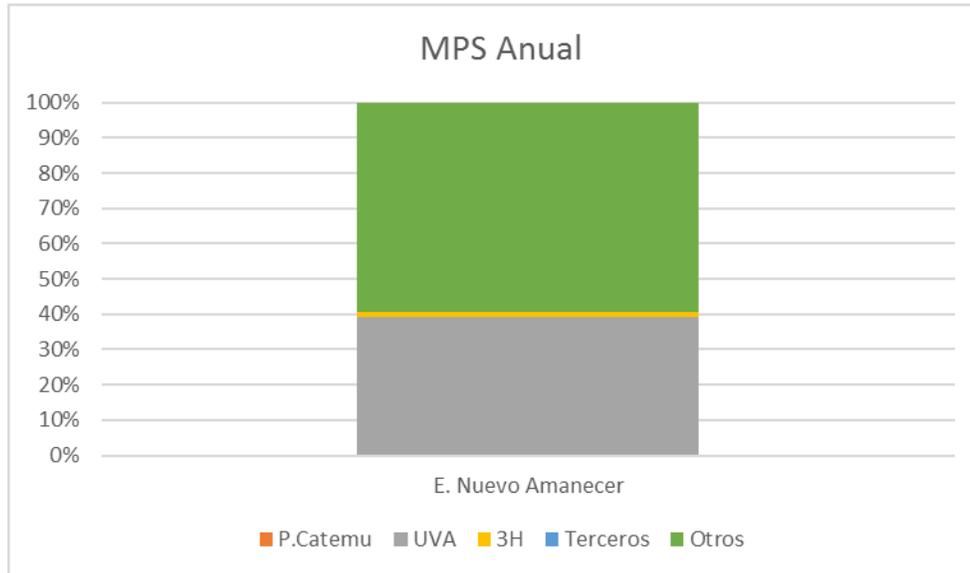
Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Otros*	Norma
E. Nuevo Amanecer	99,2	0,22	38,60	1,35	0,09	58,93	200
E. Catemu	-	0,72	2,05	0,13	0,19	-	200
E. Corrales	-	55,41	55,28	0,24	0,13	-	200
E. Lo Campo	-	0,03	0,44	0,01	0,05	-	200

* Otros corresponde a la concentración medida menos el aporte total las fuentes modeladas

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-12 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MPS anual de los distintos grupos de fuentes solo en el receptor con mediciones disponibles de MPS, donde el grupo “otros” corresponde a la diferencia entre el total modelado para el escenario 2017 y lo medido ese mismo año de MPS promedio anual. Es posible apreciar que la participación de otras fuentes, incluyendo el “background” natural, alcanza casi un 60%, posteriormente el mayor aporte es de UVA, cuyas operaciones están cerca del receptor, con un 38 % de aporte.

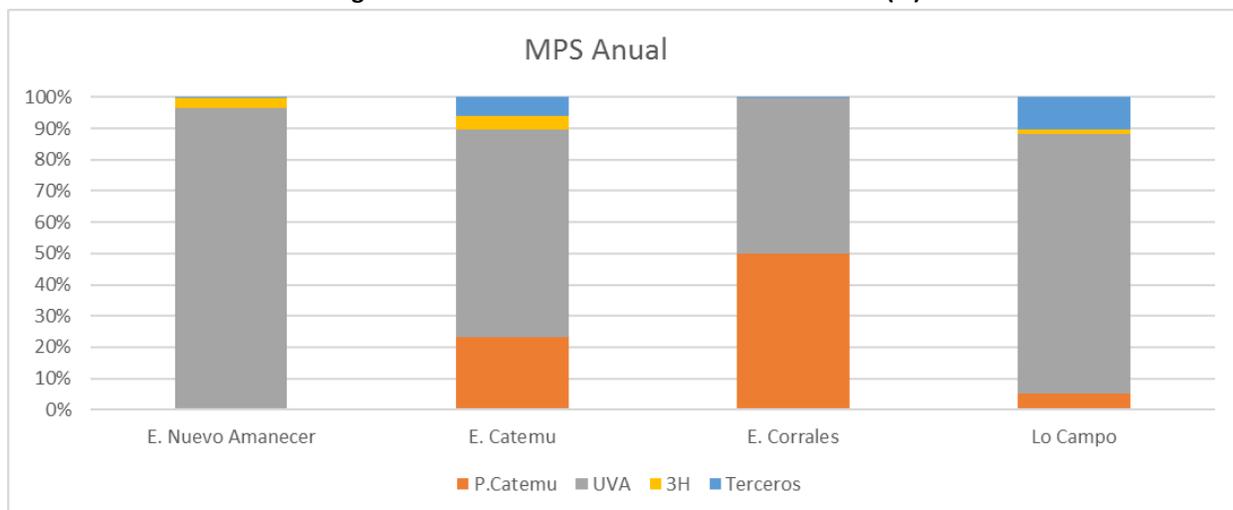
Figura 10-12: MPS anual escenario PPDA (%).



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-13 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MPS anual de los distintos grupos de fuentes en los cuatro receptores discretos analizados. Es posible apreciar que el aporte en estación Nuevo Amanecer es casi exclusivo de las actividades de UVA mientras que en estación Corrales el aporte esta compartido en 50% por Planta Catemu y 50 % por UVA. Los aportes netos en estación Catemu y estación Corrales son muy bajos (como muestra la Tabla 10-9) pero el aporte relativo de las emisiones modeladas corresponde a un 75 % de UVA y un 22 % de Planta Catemu en estación Catemu y para el caso de estación Corrales casi todo el aporte relativo en MPS es de UVA con más de un 85 %.

Figura 10-13: MPS anual escenario PPDA sin otros (%).



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10-10 muestra que los mayores aportes en MPS mensual para el escenario PPDA corresponden a las actividades de Planta Catemu en estación Corrales con un aporte de 96,49 mg/m²_d, seguido por los aportes de UVA de 62,03 mg/m²_d en estación Corrales y 53,64 mg/m²_d en estación Nuevo Amanecer. Se estima que el aporte de otras fuentes y el “background” natural en estación Nuevo Amanecer es de 104,96 mg/m²_d, el resto de los aportes no supera el 1 % de la norma de referencia.

Tabla 10-10: MPS mensual escenario PPDA (mg/m²).

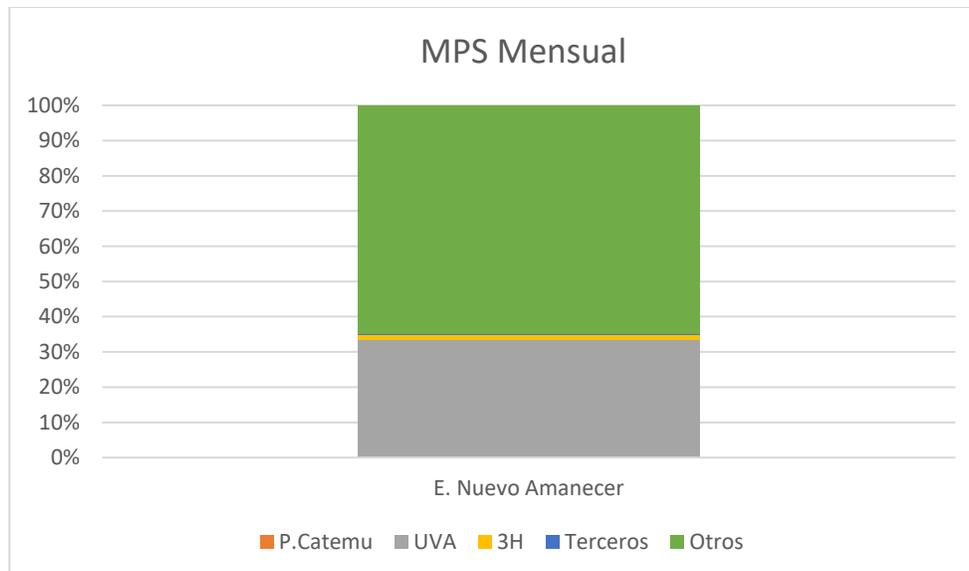
Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Otros	Norma
E. Nuevo Amanecer	162,0	0,33	53,64	2,54	0,52	104,96	333
E. Catemu	-	1,69	2,78	0,43	0,68	-	333
E. Corrales	-	96,49	62,03	0,41	0,57	-	333
E. Lo Campo	-	0,05	0,77	0,02	0,20	-	333

* Otros corresponde a la concentración medida menos el aporte total las fuentes modeladas

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-14 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MPS mensual de los distintos grupos de fuentes solo en el receptor con mediciones disponibles de MPS, donde el grupo “otros” corresponde a la diferencia entre el total modelado para el escenario 2017 y lo medido ese mismo año de MPS máximo promedio mensual. Es posible apreciar que la participación de otras fuentes, incluyendo el “background” natural, alcanza un poco más de un 60%, similar al caso del promedio anual, posteriormente el mayor aporte es de UVA, con un 34 % de aporte.

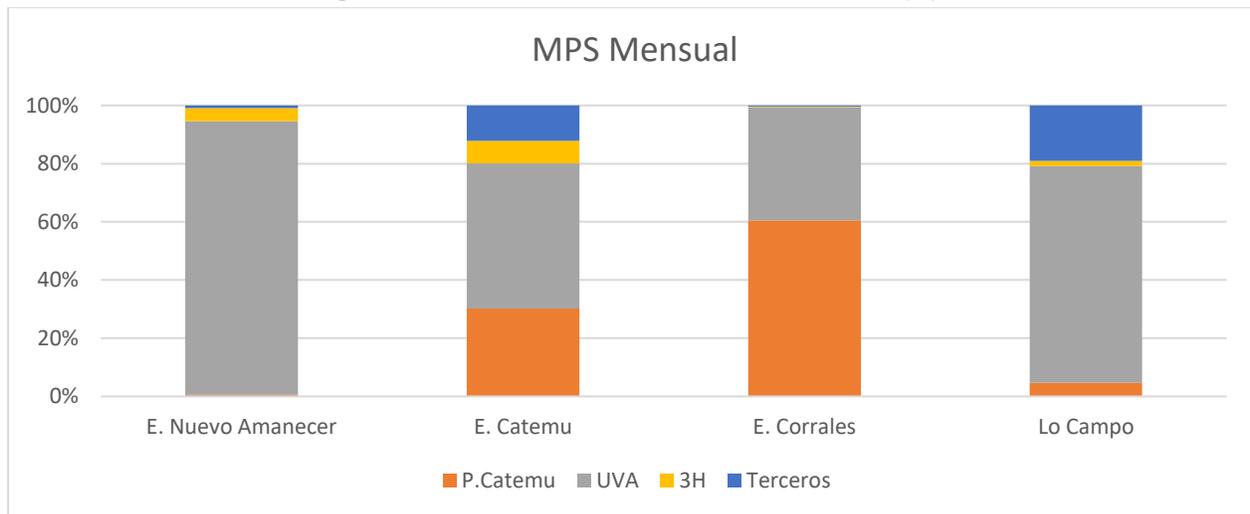
Figura 10-14: MPS mensual escenario PPDA (%).



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10-15 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MPS mensual de los distintos grupos de fuentes en los cuatro receptores discretos analizados. La situación es muy similar a la del MPS anual, donde es posible apreciar que el aporte en estación Nuevo Amanecer es casi exclusivo de las actividades de UVA mientras que en estación Corrales el aporte esta compartido en 60% por Planta Catemu y 40 % por UVA. Los aportes netos en estación Catemu y estación Corrales son muy bajos (como muestra la Tabla 10-10) pero el aporte relativo de las emisiones modeladas corresponde a un 55 % de UVA y un 30 % de Planta Catemu en estación Catemu y para el caso de estación Corrales casi todo el aporte relativo en MPS es de UVA con más de un 75 %.

Figura 10-15: MPS mensual escenario PPDA sin otros (%).



Fuente: Elaboración propia.

10.1.6 MPS - Futuro

La Tabla 10-11 muestra que los mayores aportes en MPS anual para el escenario futuro corresponden nuevamente a las actividades de Planta Catemu en estación Corrales con un aporte que no superan los 35 mg/m²_d (este aporte era de más de 55 mg/m² en el escenario PPDA), seguido por los aportes de UVA de solo 2,85 mg/m²_d en estación Corrales, aporte que disminuyó desde 55,28 mg/m²_d del escenario PPDA. En estación Nuevo Amanecer también hay una disminución importante del aporte de MPS anual de las actividades asociadas a UVA, con una disminución de MPS anual desde 38,6 mg/m²_d a 2,47 mg/m²_d.

Tabla 10-11: MPS anual escenario futuro (mg/m²).

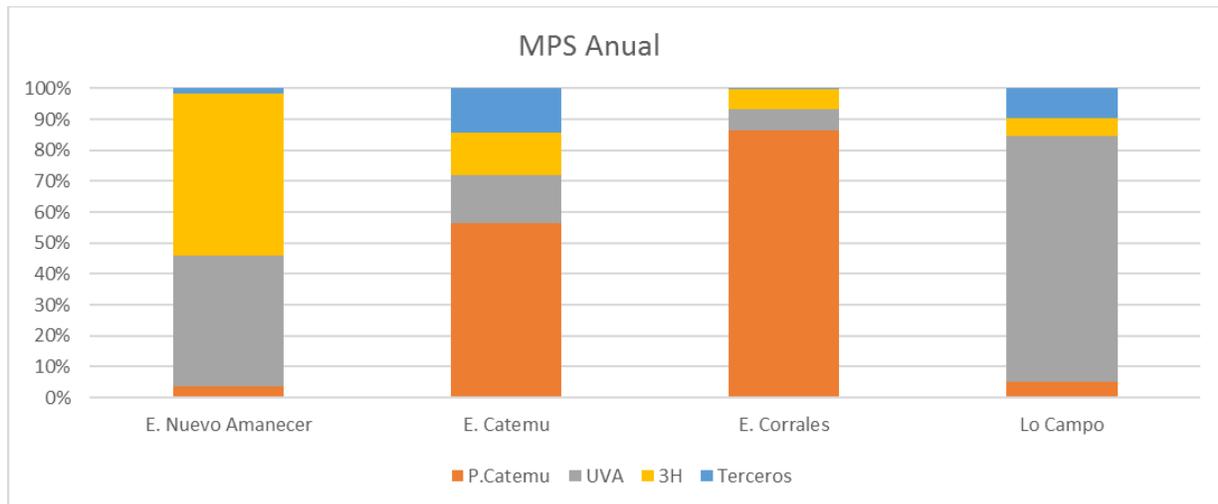
Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Terceros	Norma
E. Nuevo Amanecer	99,2	0,22	2,47	3,08	0,09	200
E. Catemu	-	0,73	0,20	0,18	0,19	200

Receptor	Medido	P.Catemu	UVA	3H	Terceros	Norma
E. Corrales	-	34,67	2,85	2,54	0,13	200
E. Lo Campo	-	0,03	0,44	0,03	0,05	200

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-18 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MPS anual de los distintos grupos de fuentes en los cuatro receptores discretos analizados en el escenario futuro. La distribución cambia bastante respecto al escenario PPDA. Es posible apreciar que el aporte en estación Nuevo Amanecer esta compartido entre las actividades de 3H y UVA, mientras que en estación Corrales el aporte es predominante de Planta Catemu con más de un 80 % de aporte, en el caso de estación Catemu el aporte relativo mayor de las emisiones modeladas en términos de depositación de MPS corresponde a Planta Catemu con más de un 50 %.

Figura 10-16: MPS anual escenario futuro (%).



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10-11 muestra de manera muy similar a su homólogo anual que los mayores aportes en MPS mensual corresponden nuevamente a las actividades de Planta Catemu en estación Corrales con un aporte de 62,03 mg/m²_d (este aporte era de 96,49 mg/m² en el escenario PPDA), seguido por los aportes de UVA de solo 3,64 mg/m²_d en estación Nuevo Amanecer, aporte que disminuyó desde 53,04 mg/m²_d del escenario PPDA. En estación Corrales también hay una disminución importante del aporte de MPS mensual de las actividades asociadas a UVA, con una disminución de MPS anual desde 62,03 mg/m²_d a 3,15 mg/m²_d.

Tabla 10-12: MPS mensual escenario futuro (mg/m²).

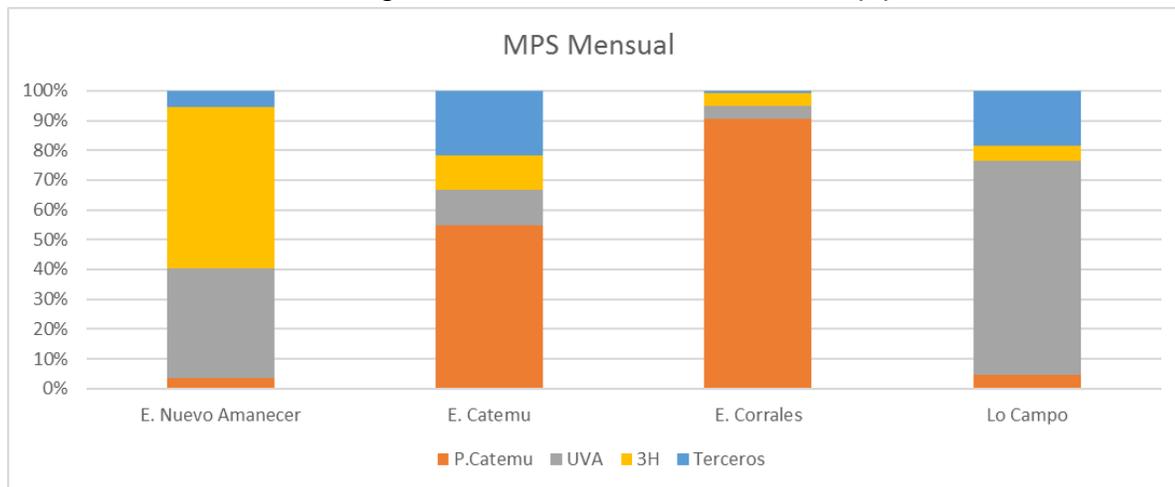
Receptor	Medido	P.Catemu	UVA	3H	Terceros	Norma
E. Nuevo Amanecer	162,0	0,33	3,64	5,33	0,52	333

Receptor	Medido	P.Catemu	UVA	3H	Terceros	Norma
E. Catemu	-	1,72	0,38	0,37	0,68	333
E. Corrales	-	62,03	3,15	2,80	0,57	333
E. Lo Campo	-	0,05	0,77	0,06	0,20	333

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10-17 muestra la participación porcentual del aporte en concentraciones de MPS mensual de los distintos grupos de fuentes en los cuatro receptores discretos analizados en el escenario futuro. La distribución es muy similar al caso del MPS anual.

Figura 10-17: MPS mensual escenario futuro (%).



Fuente: Elaboración propia.

10.2 Delta concentraciones escenario futuro vs escenario PPDA

Las siguientes tablas muestran el delta de concentraciones para los distintos grupos de emisiones en los 4 receptores de interés entre los escenarios PPDA y futuro.

La Tabla 10-13 muestra que las mayores reducciones en concentraciones de MP10 anual entre el escenario PPDA y futuro corresponden a las actividades de UVA en estación Nuevo Amanecer y estación Corrales con reducciones de $6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, seguido por las actividades de Planta Catemu con una reducción de $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Corrales.

Tabla 10-13: Delta MP10 anual.

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Norma
E. Nuevo Amanecer	45	0,0	-6,7	0,4	50
E. Catemu	66	0,0	-0,4	0,0	50
E. Corrales	55	-5,0	-6,6	0,3	50
E. Lo Campo	36	0,0	-0,1	0,0	50

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 10-14 muestra que las mayores reducciones en concentraciones de MP10 diario entre el escenario PPDA y futuro, al igual que para el MP10 anual, corresponden a las actividades de UVA en estación Nuevo Amanecer y estación Corrales pero con reducciones de 21,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 20,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, seguido por las actividades de Planta Catemu con una reducción de 12,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Corrales.

Tabla 10-14: Delta MP10 diario.

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Norma
E. Nuevo Amanecer	100	0,1	-21,9	1,4	150
E. Catemu	131,7	0,0	-1,4	0,0	150
E. Corrales	100	-12,5	-20,2	0,9	150
E. Lo Campo	63	0,1	0,02	0,04	150

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 10-15 muestra que las mayores reducciones en concentraciones de MP2,5 anual entre el escenario PPDA y futuro corresponden a las actividades de Planta Catemu en estación Corrales con una reducción de 8,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seguido por las actividades de UVA con reducciones de 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Nuevo Amanecer y estación Corrales, respectivamente.

Tabla 10-15: Delta MP2,5 anual.

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Norma
E. Nuevo Amanecer	10,8	-0,1	-0,9	0,1	20
E. Catemu	-	-0,1	-0,1	0,0	20
E. Corrales	-	-8,3	-0,8	0,0	20
E. Lo Campo	-	0,0	0,0	0,0	20

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 10-16 muestra que las mayores reducciones en concentraciones de MP2,5 diario entre el escenario PPDA y futuro corresponden a las actividades de Planta Catemu en estación Corrales con una reducción de 22,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido por las actividades de UVA con una reducción de 3,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estaciones Nuevo Amanecer y Corrales respectivamente.

Tabla 10-16: Delta MP2,5 diario.

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Norma
E. Nuevo Amanecer	26,0	-0,2	-3,3	0,2	50

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Norma
E. Catemu	-	-0,5	-0,2	0,0	50
E. Corrales	-	-22,7	-2,5	0,1	50
E. Lo Campo	-	0,0	-0,1	0,0	50

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 10-17 muestra que las mayores reducciones en concentraciones de MPS anual entre el escenario PPDA y futuro corresponden a las actividades de UVA en estación Corrales y estación Nuevo Amanecer con reducciones de 52,4 mg/m²_d y 36,1 mg/m²_d, respectivamente, seguido por las actividades de Planta Catemu con una reducción de 20,7 mg/m²_d en estación Corrales.

Tabla 10-17: Delta MPS anual.

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Norma
E. Nuevo Amanecer	99,2	0,0	-36,1	1,7	200
E. Catemu	-	0,0	-1,8	0,0	200
E. Corrales	-	-20,7	-52,4	2,3	200
E. Lo Campo	-	0,0	0,0	0,0	200

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 10-18 muestra que las mayores reducciones en concentraciones de MPS mensual entre el escenario PPDA y futuro corresponden a las actividades de UVA en estación Corrales y estación Nuevo Amanecer con reducciones de 58,9 mg/m²_d y 50,0 mg/m²_d, respectivamente, seguido por las actividades de Planta Catemu con una reducción de 34,5 mg/m²_d en estación Corrales.

Tabla 10-18: Delta MPS mensual.

Receptor	Medido	P. Catemu	UVA	3H	Norma
E. Nuevo Amanecer	162,0	0,0	-50,0	2,8	333
E. Catemu	-	0,0	-2,4	-0,1	333
E. Corrales	-	-34,5	-58,9	2,4	333
E. Lo Campo	-	0,0	0,0	0,0	333

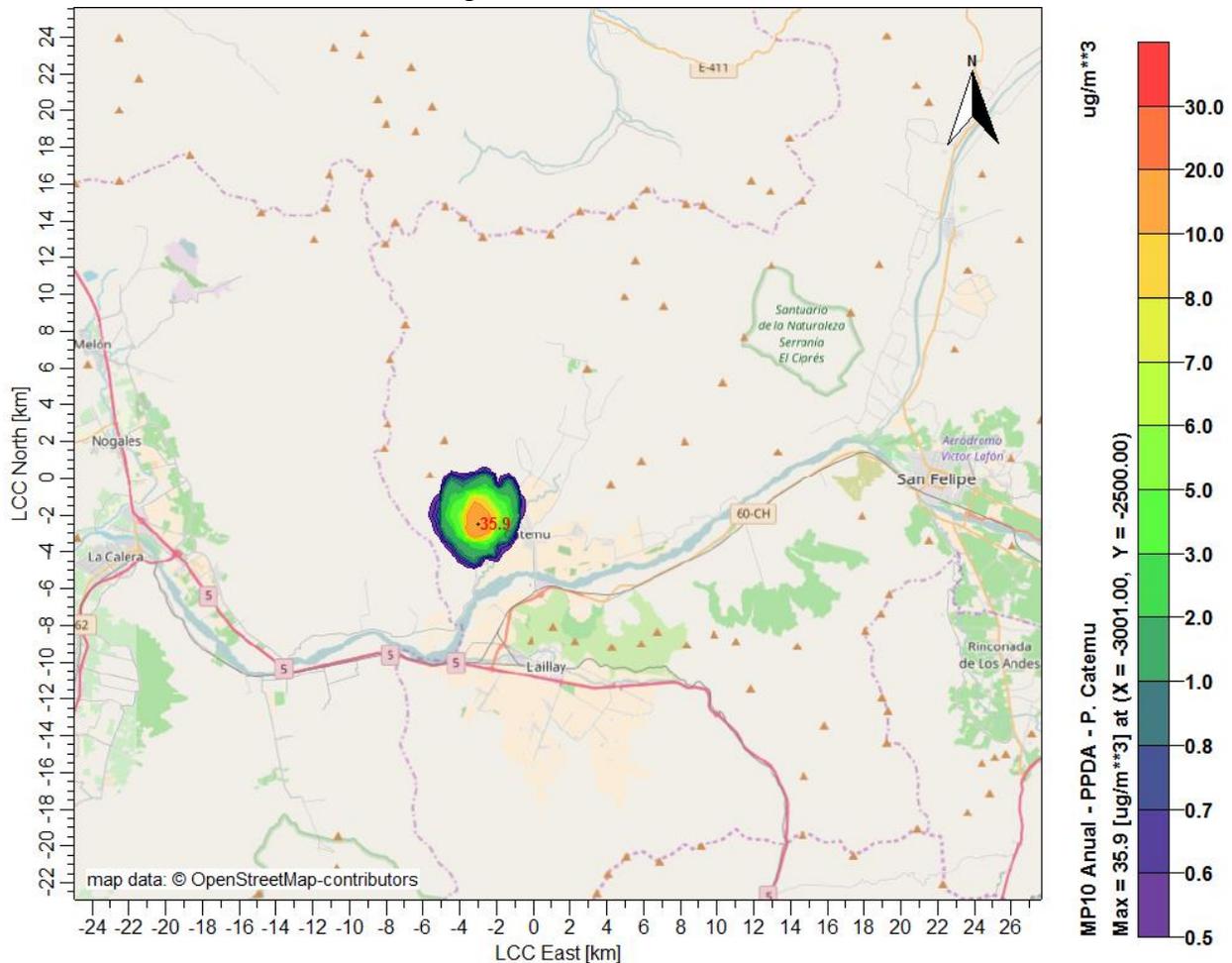
Fuente: Elaboración Propia

10.3 Mapas de gradientes espaciales de concentración de MP10 (isoconcentraciones)

A continuación se muestran los mapas de gradientes espaciales de los aportes en concentraciones de MP10 anual y diario para los distintos grupos de fuentes para los escenarios PPDA y futuro. Se utiliza como umbral de corte el 1 % de las respectivas normas. Es posible apreciar que el mayor alcance espacial se presenta para el grupo de fuentes “terceros” seguido por las fuentes asociadas a la operación de UVA y posteriormente por las actividades de Planta Catemu. El alcance espacial de las concentraciones disminuye entre los escenarios PPDA y futuro para las actividades asociadas a Planta Catemu y UVA, esta disminución es de mayor consideración para el caso de UVA. Para el caso de las actividades de 3H el alcance espacial de las concentraciones que superan el 1 % de las normas respectivas de calidad del aire aumenta entre los escenarios PPDA y futuro.

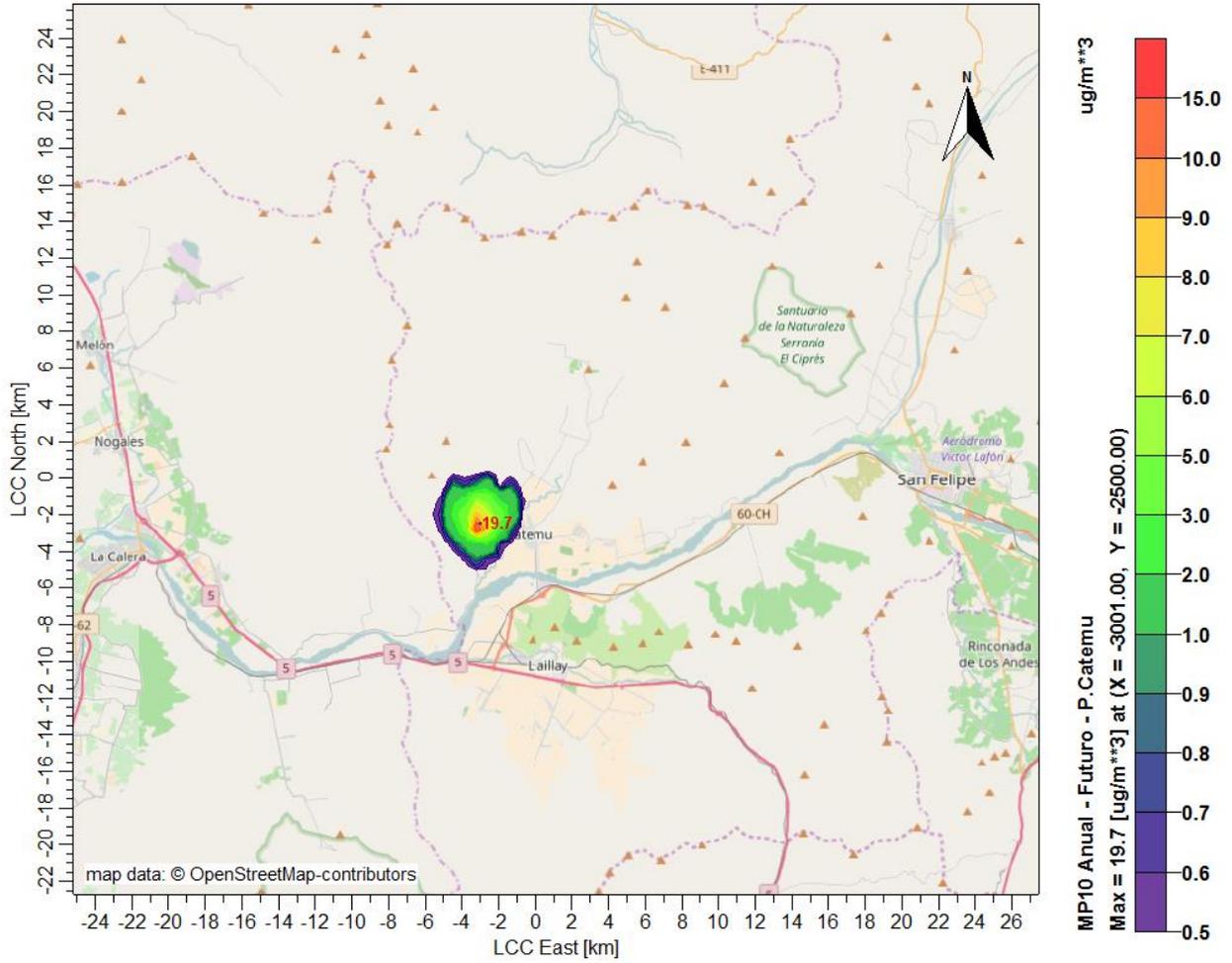
10.3.1 Planta Catemu

Figura 10-18: MP10 anual PPDA.



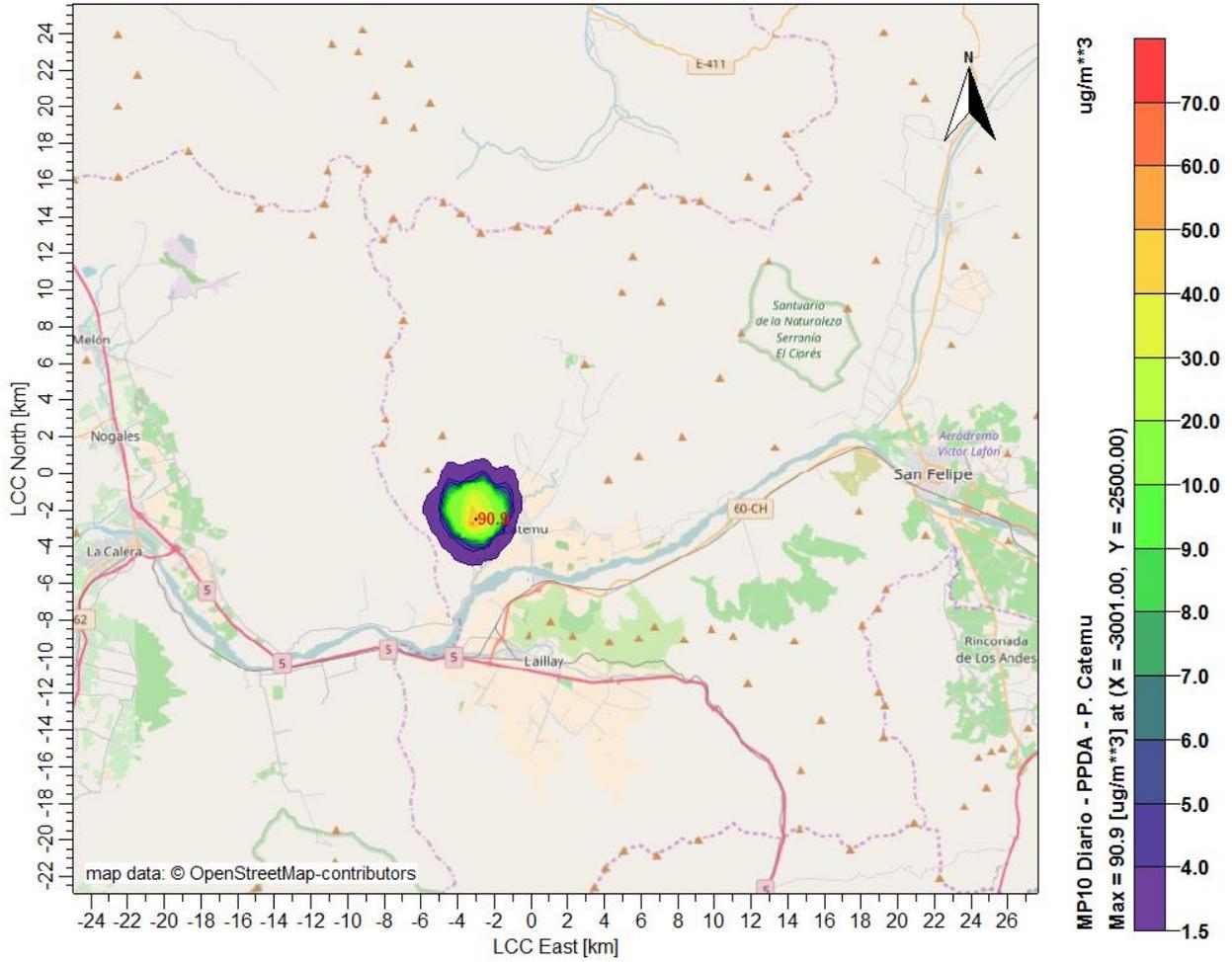
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10-19: MP10 anual futuro.



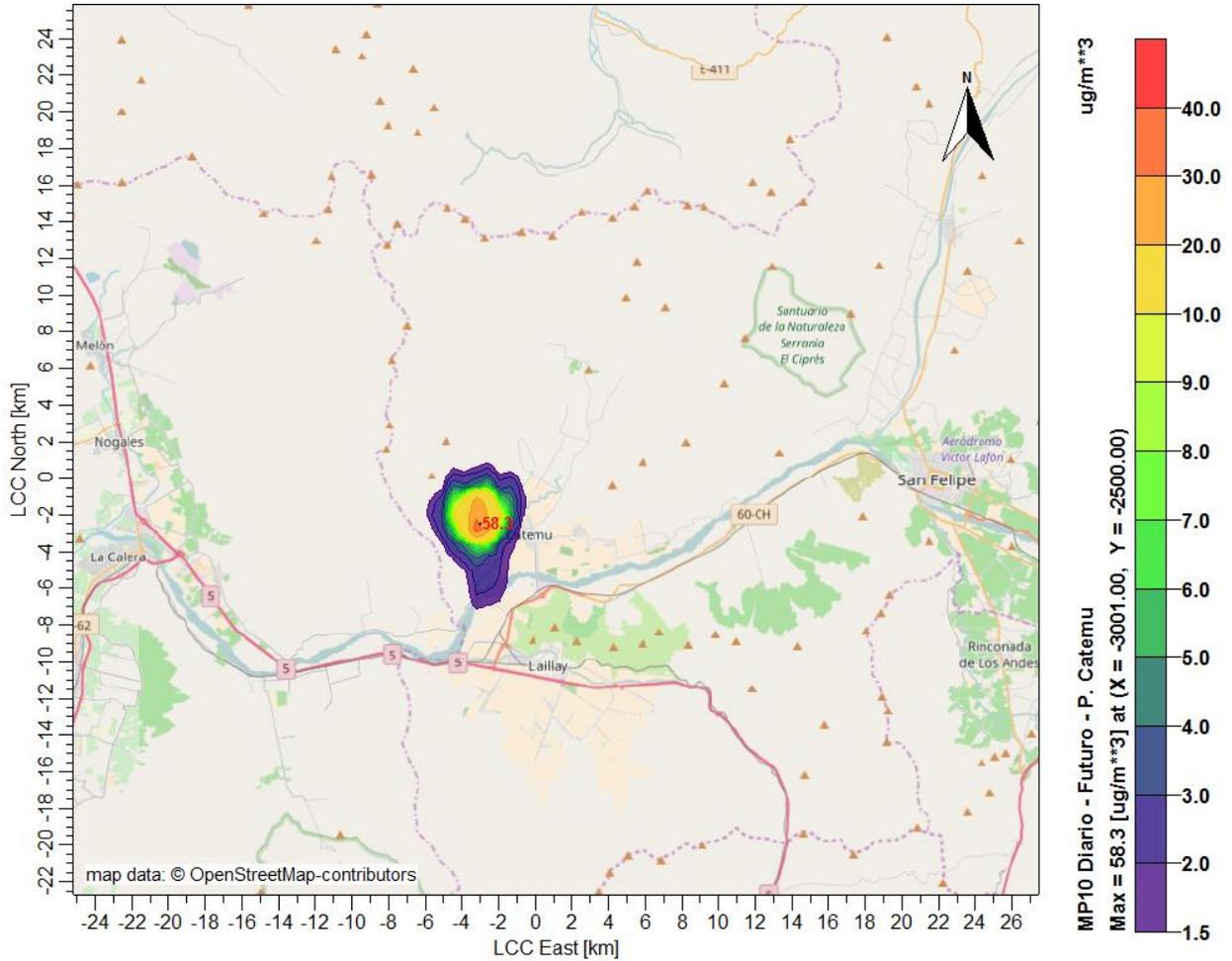
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10-20: MP10 diario PPDA.



Fuente: Elaboración propia.

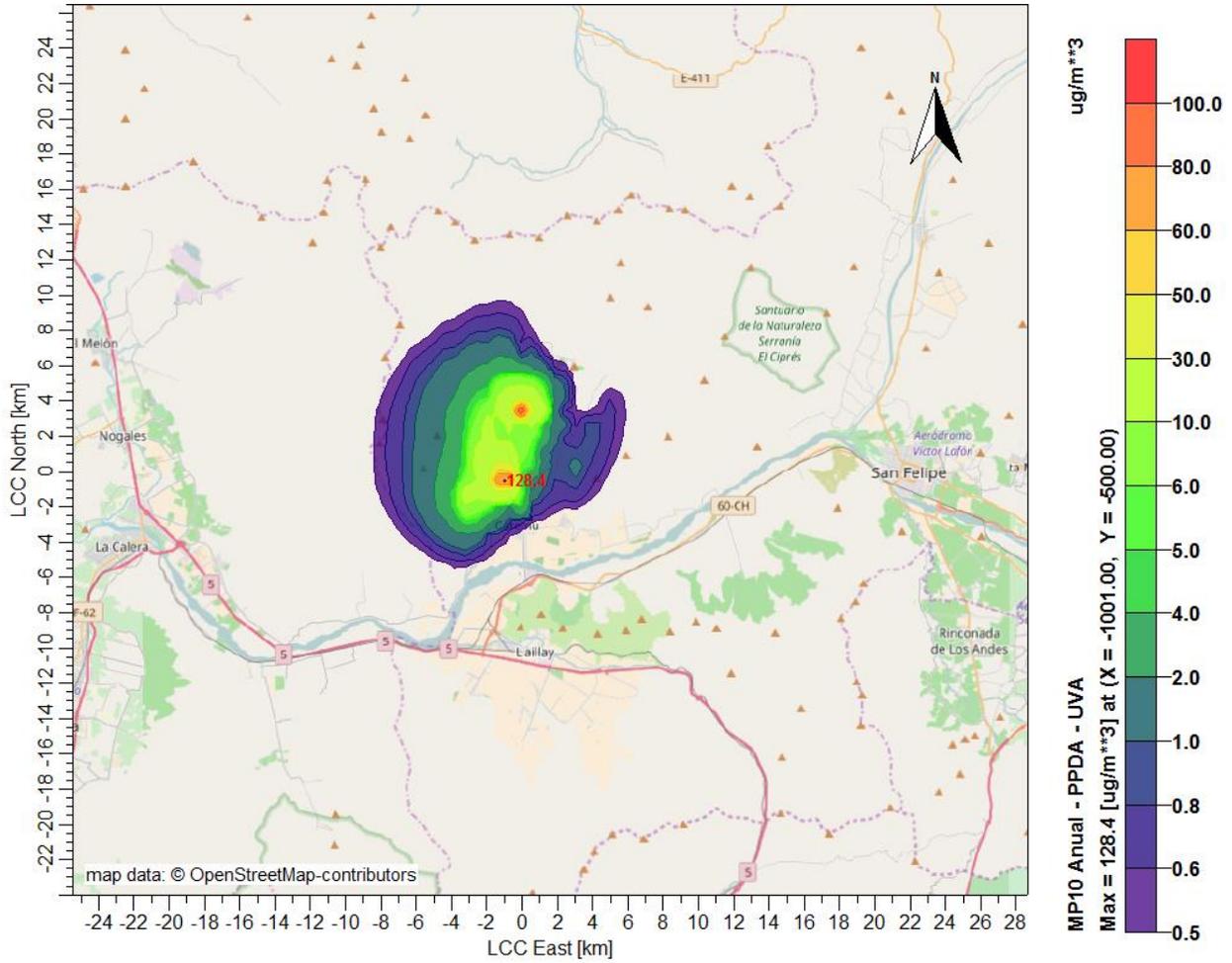
Figura 10-21: MP10 diario futuro.



Fuente: Elaboración propia.

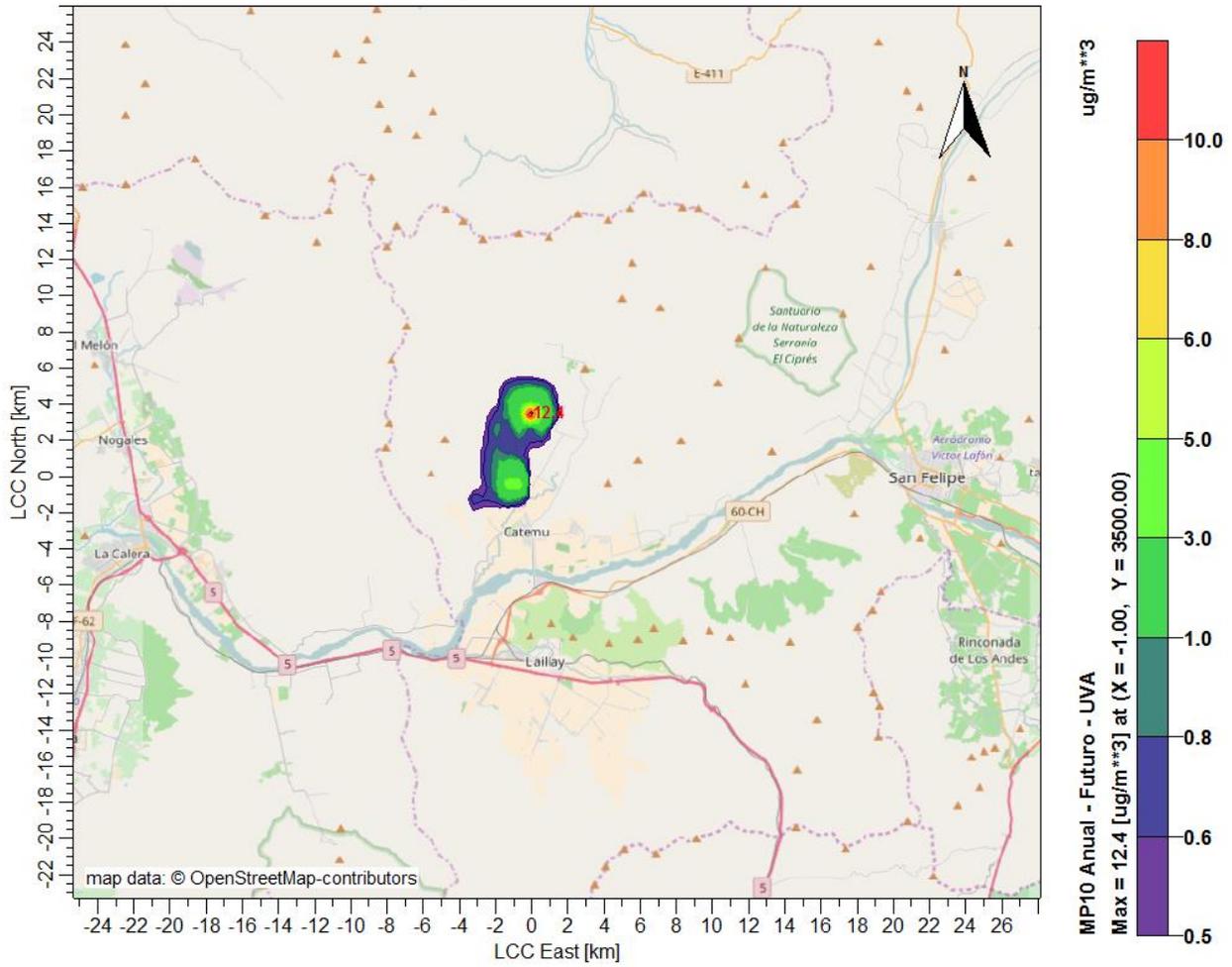
10.3.2 Mina UVA

Figura 10-22: MP10 anual PPDA.



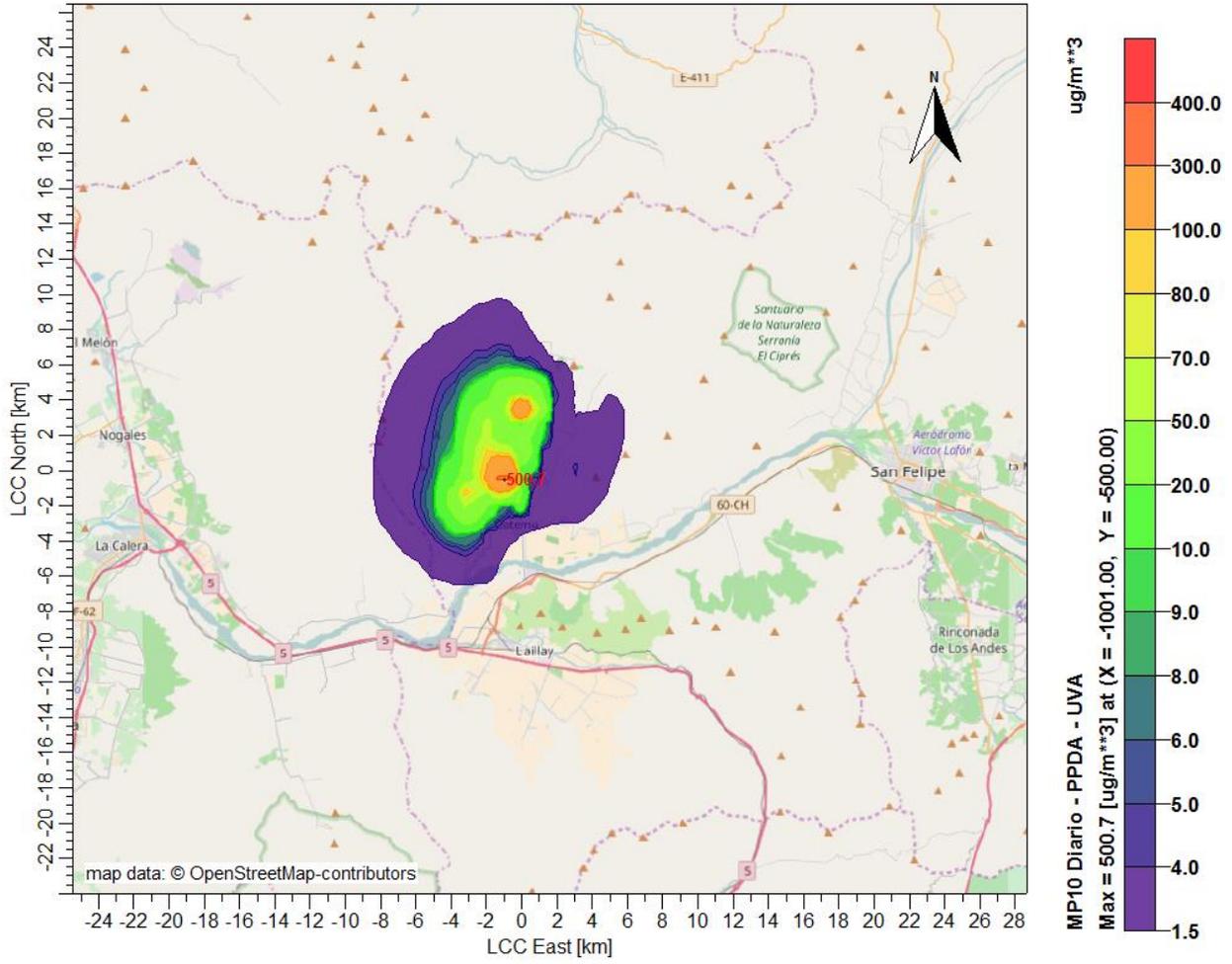
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10-23: MP10 anual futuro.



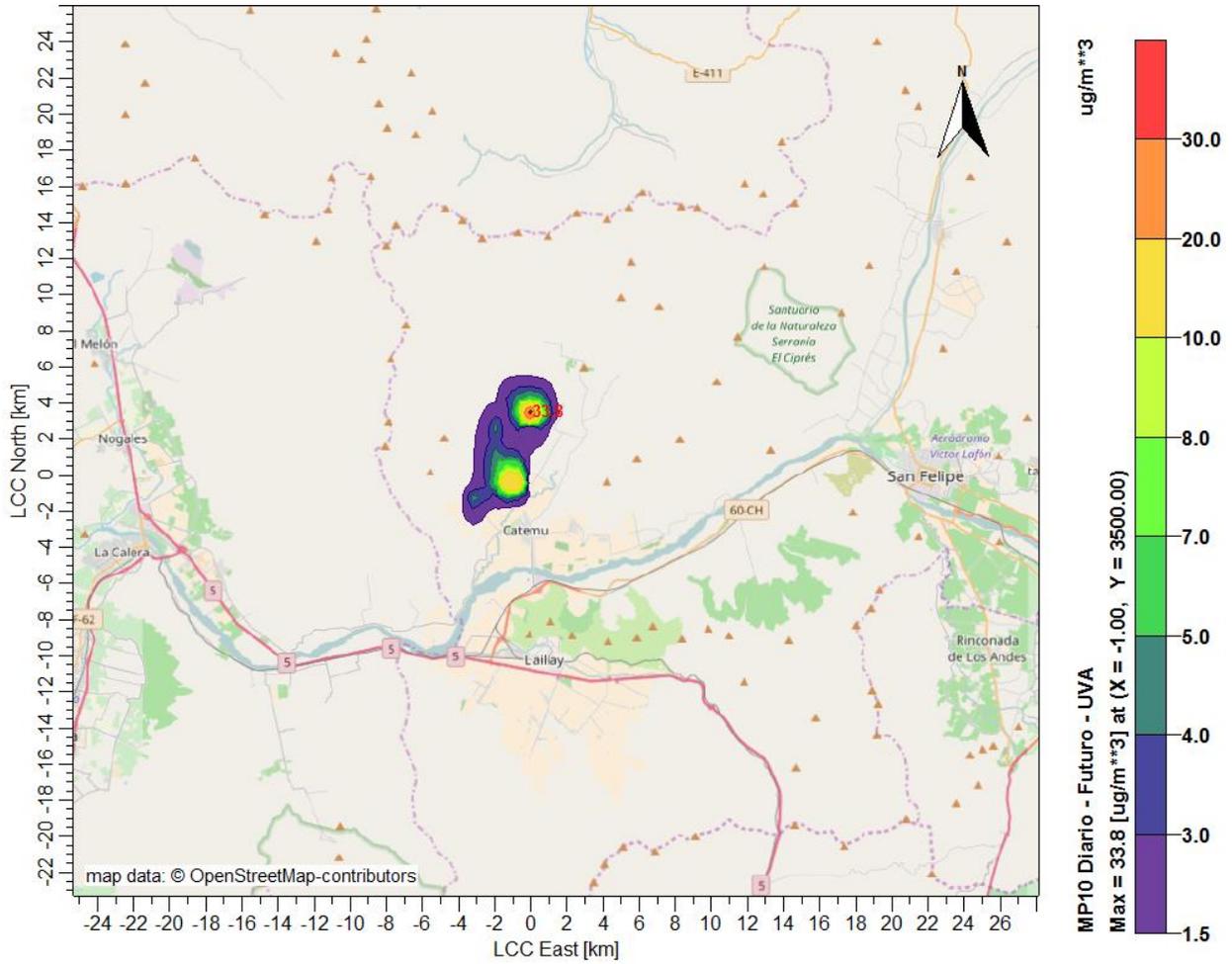
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10-24: MP10 diario PPDA.



Fuente: Elaboración propia.

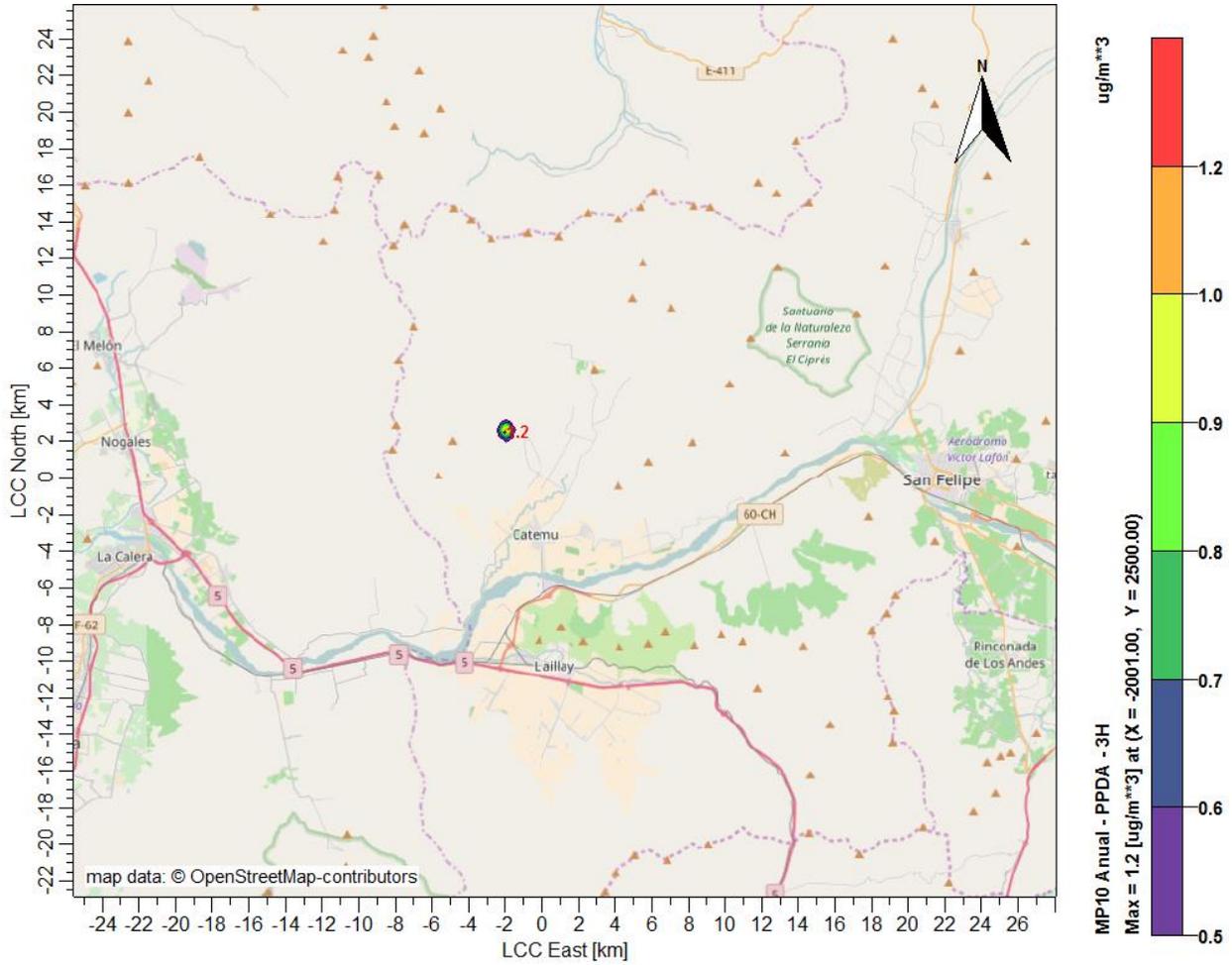
Figura 10-25: MP10 diario futuro.



Fuente: Elaboración propia.

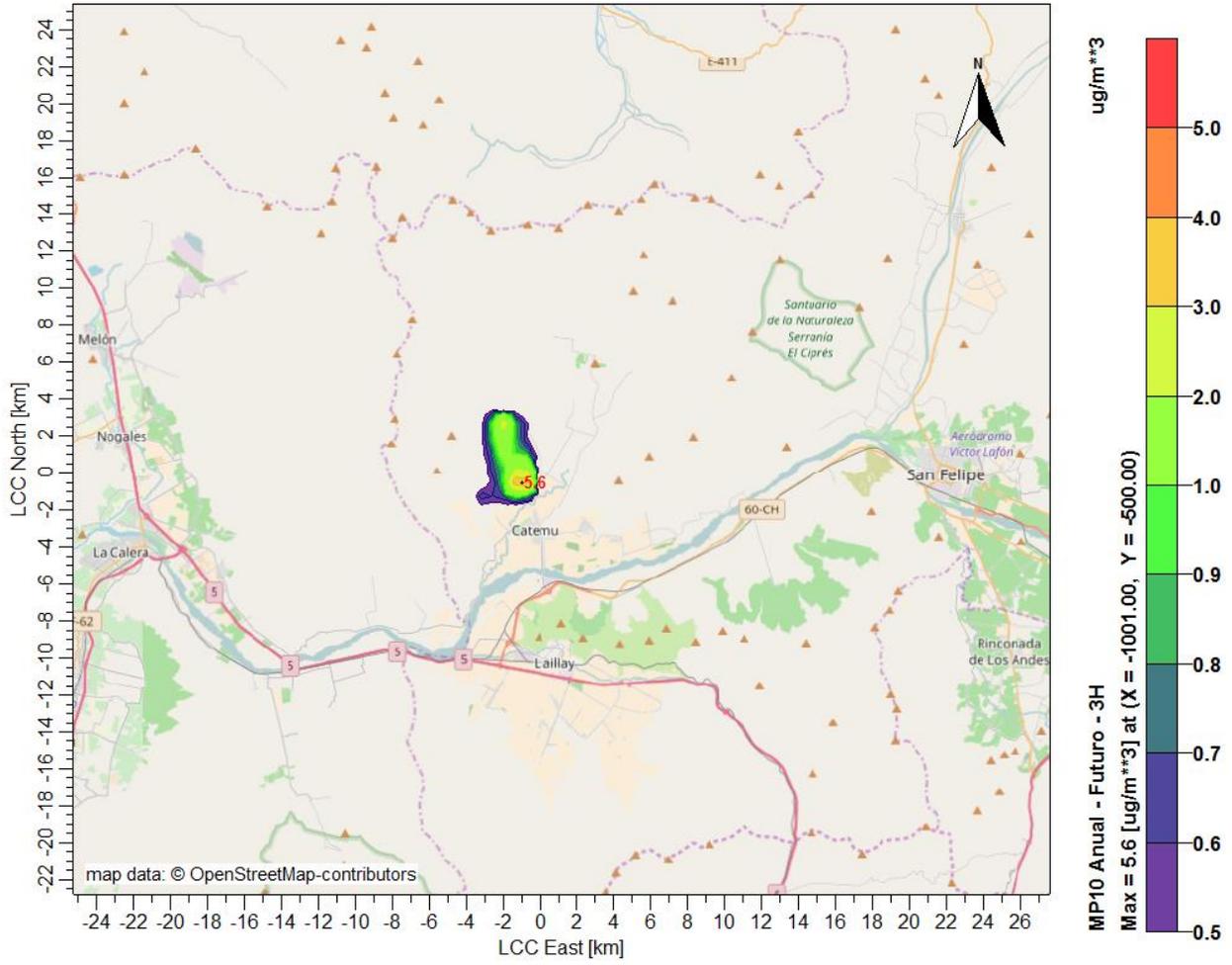
10.3.3 Faenas Mineras operadas por 3H

Figura 10-26: MP10 anual PPDA.



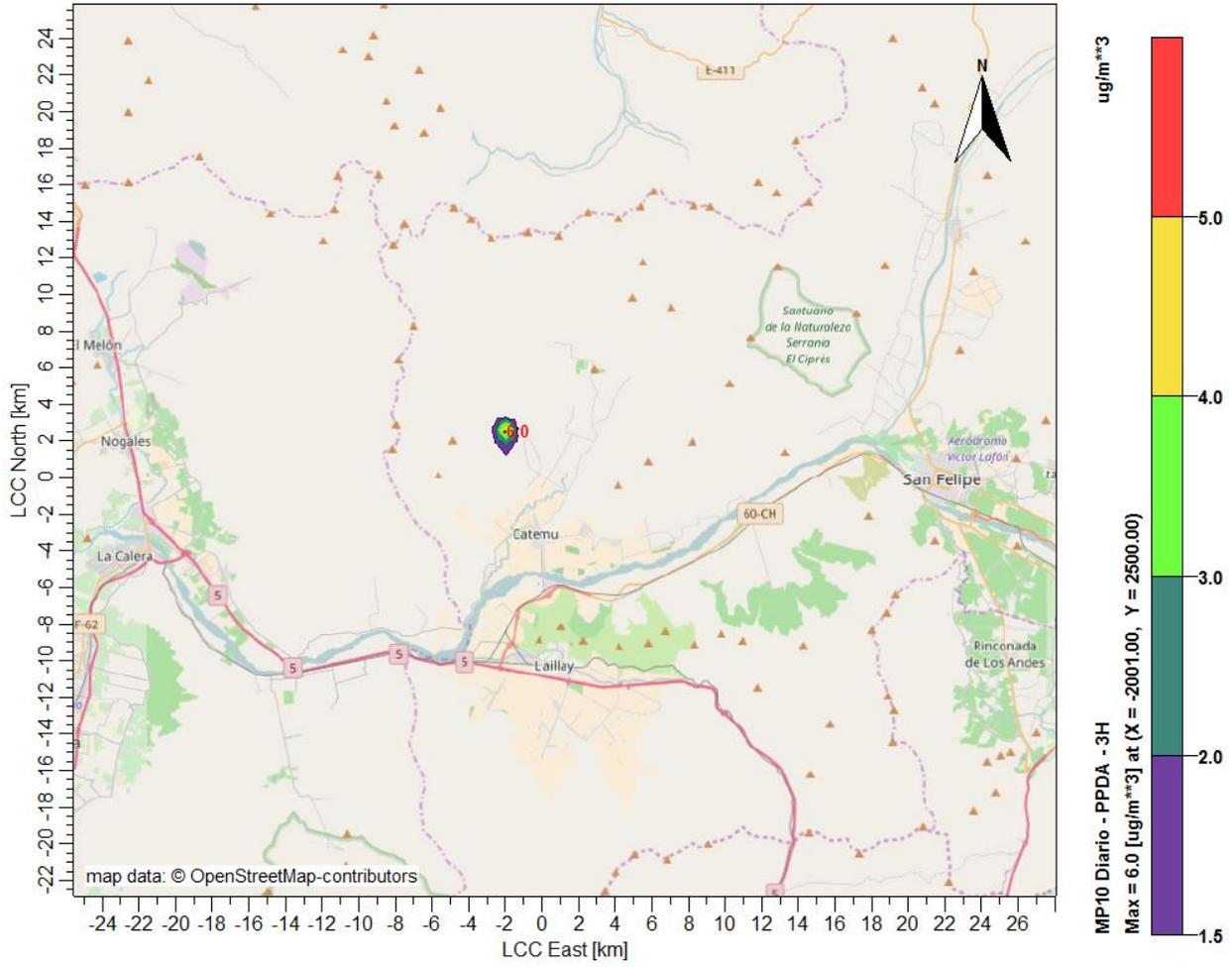
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10-27: MP10 anual futuro.



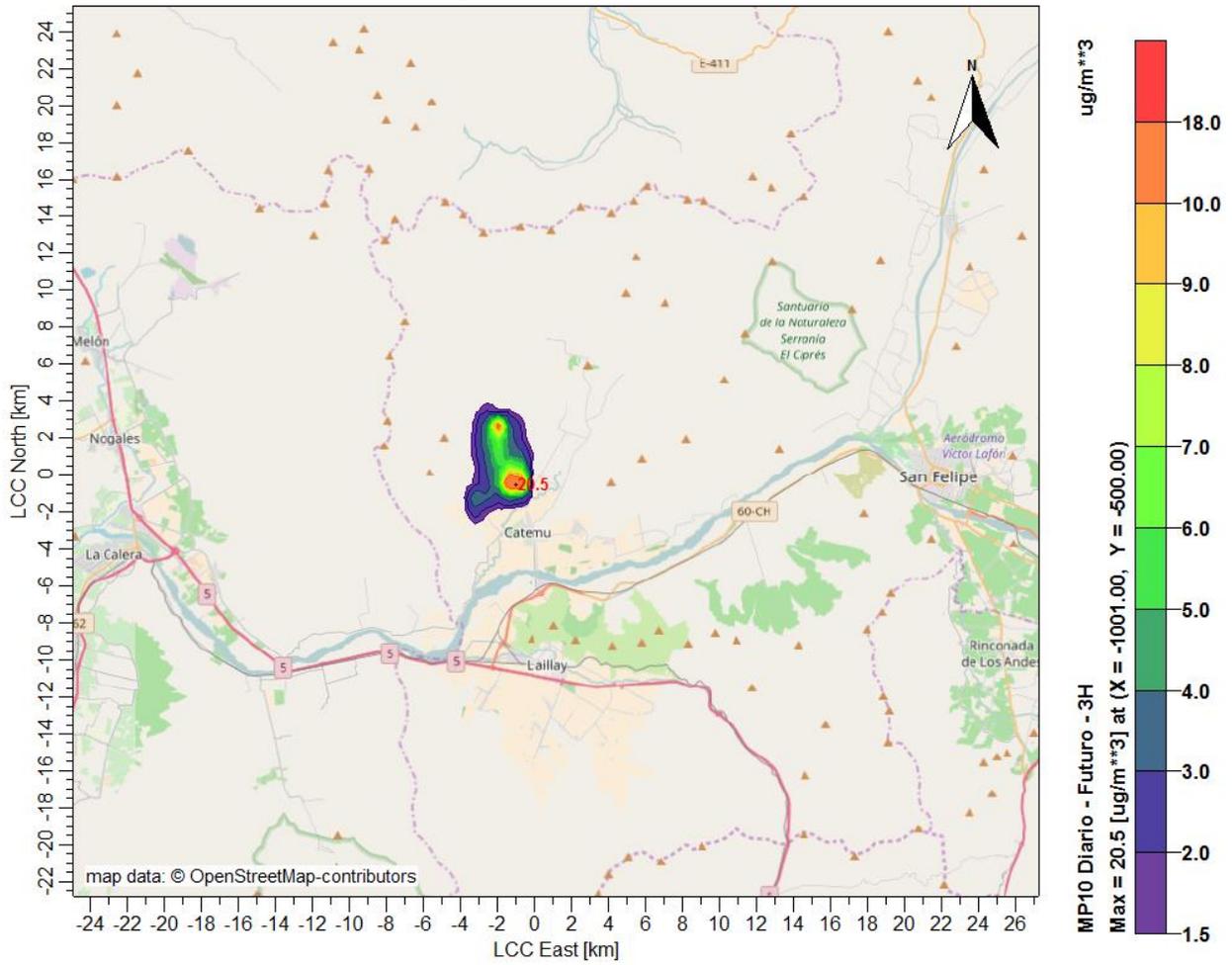
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10-28: MP10 diario PPDA.



Fuente: Elaboración propia.

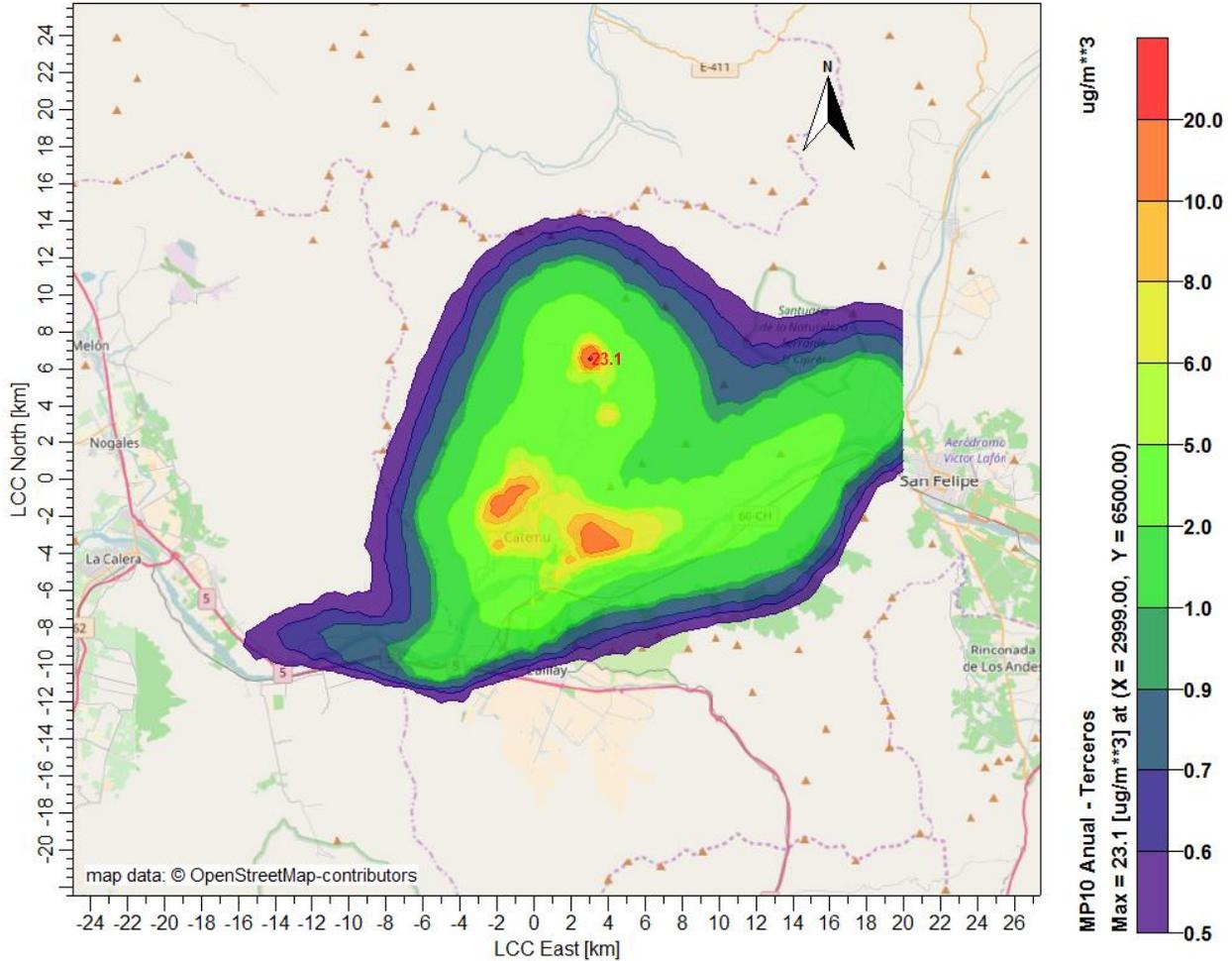
Figura 10-29: MP10 diario futuro.



Fuente: Elaboración propia.

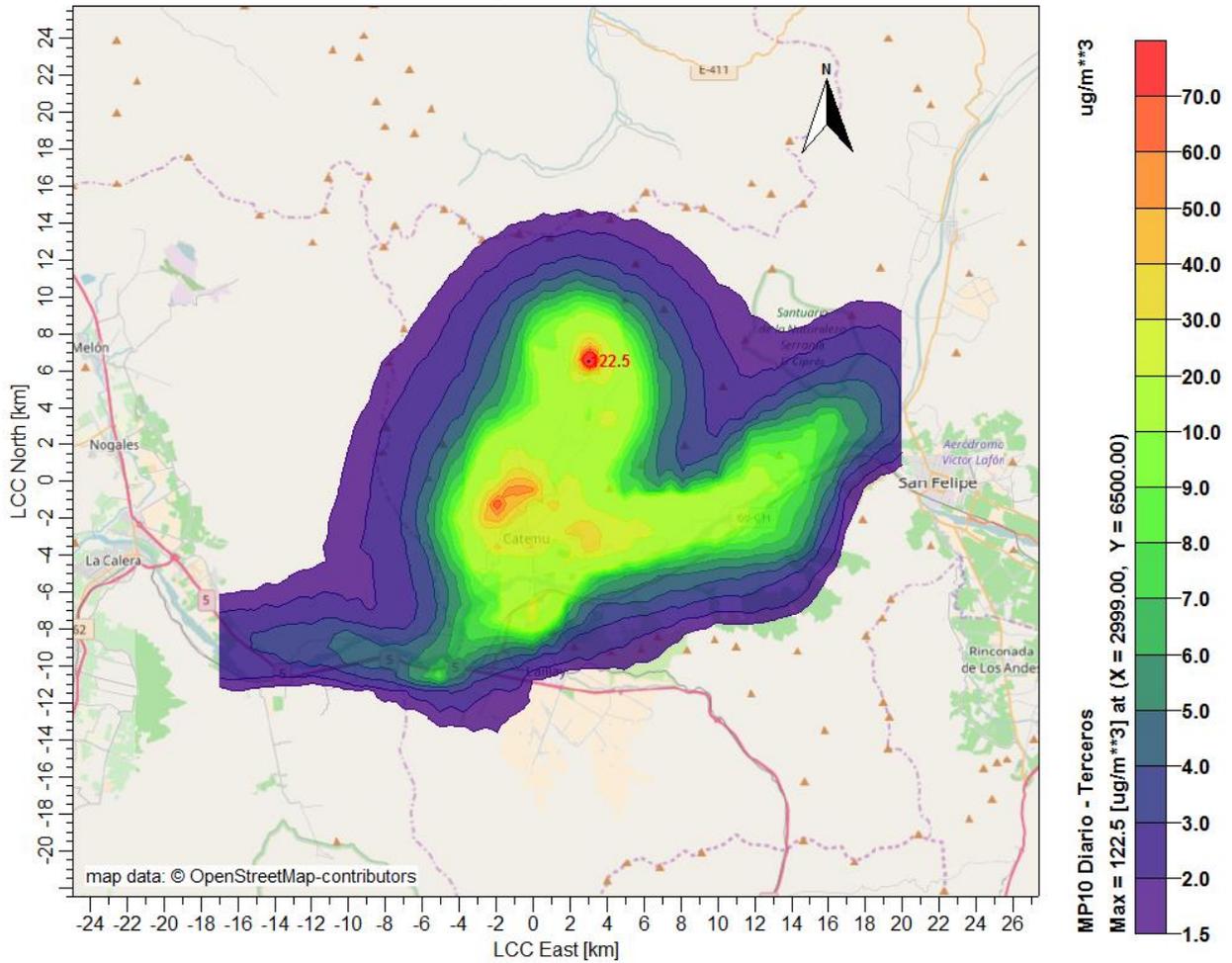
10.3.4 Terceros

Figura 10-30: MP10 anual.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10-31: MP10 diario.



Fuente: Elaboración propia.

11 CONCLUSIONES MODELO DE CALIDAD DEL AIRE

A partir del análisis realizado, es posible concluir que:

- Las actividades de Cemin, en el escenario PPDA, presentan un aporte no significativo a las concentraciones de MP10 en estación Lo campo.
- Para el caso de la estación Catemu los aportes en MP10 son de muy baja magnitud, no superando el 2 % de las normas respectivas.
- En estación Los Corrales el principal aporte de las actividades de Cemin a las concentraciones de MP10 corresponde a Planta Catemu, seguido por UVA.
- Para el caso de Nuevo Amanecer prevalecen las actividades de UVA.
- En las cuatro estaciones evaluadas el aporte de terceros (Chagres, leña y quemas agrícola) es de magnitud no despreciable. Superando el 10 % de las normas respectivas en todos los casos con excepción de estación Lo Campo.
- Respecto a los deltas de concentraciones de MP10 entre escenario PPDA y escenario futuro:
 - Estación Los Corrales presentaría mejoras considerables a la calidad del aire por MP10, disminuyendo más de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio anual de concentraciones y más de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio diario de concentraciones. Las mejoras se deben principalmente a las actividades de Mina Uva seguida por Planta Catemu.
 - En estación Nuevo Amanecer también se presentarían disminuciones en las concentraciones de MP10 pero asociadas casi exclusivamente a Mina UVA, disminuyendo más de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para las normas anuales y diarias respectivamente.
 - Las actividades de 3H presentan aumentos muy leves de concentraciones, esto principalmente debido al aumento de extracción de mineral asociado a 3H.