
**ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS
AMBIENTALES
CARGO N°3**

**Empresa Nacional de Minería
ENAMI**

Resolución Exenta N° 3/Rol D-062-2019

AGOSTO, 2020



Ecos Chile

ECOS Environmental Compliance Services

La Concepción 322, of.1201. Providencia, Santiago.
contacto@ecos-chile.com / www.ecos-chile.com

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA	6
3	POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	9
4	MARCO TEÓRICO	10
4.1	Planes de Prevención y/o Descontaminación	10
4.2	Normas de Emisión	12
4.3	Normas de Calidad Ambiental	13
4.4	Anhídrido Sulfuroso (SO ₂)	14
5	MATERIALES Y MÉTODOS	15
5.1	Fundamentación de la metodología utilizada	15
5.2	Actividades	15
6	RESULTADOS	16
6.1	Revisión y análisis de fuentes de información	16
6.2	Evento ocurrido el día 17 de abril de 2020, correspondiente a la superación del nivel de emergencia "Alerta" para concentración horaria de SO ₂ en estación de monitoreo Tierra Amarilla	16
6.3	Evento ocurrido el día 27 de abril de 2020, correspondiente a la superación de los niveles de emergencia "Emergencia" y "Alerta" para concentración horaria de SO ₂ en estación de monitoreo Paipote	18
6.4	Evento ocurrido el día 6 de mayo de 2020, correspondiente a la superación de los niveles de emergencia "Alerta" y "Preemergencia" para concentración horaria de SO ₂ en estación de monitoreo Paipote	19
6.5	Evento ocurrido el día 7 de junio de 2020, correspondiente a la superación del nivel de emergencia "Preemergencia" para concentración horaria de SO ₂ en estación de monitoreo Tierra Amarilla	21
6.6	Evento ocurrido el día 8 de junio de 2020, correspondiente a la superación del nivel de emergencia "Preemergencia" para concentración horaria de SO ₂ en estación de monitoreo Paipote	22
6.7	Evento ocurrido el día 24 de mayo de 2020, correspondiente a la superación del nivel de emergencia "Alerta" para concentración horaria de SO ₂ en estación de monitoreo Tierra Amarilla	24

7	DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES	26
7.1	Determinación de la existencia efectos ambientales.....	26
8	CONCLUSIONES	26
9	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	28
10	ANEXOS	29

1 INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se presenta el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales atribuibles al **cargo N°3**, asociado a la reformulación de cargos iniciada por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en contra de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) a través de la Res. Ex. N°3/Rol D-062-2019. Específicamente, el procedimiento sancionatorio recae sobre la Unidad Fiscalizable "Fundición Hernán Videla Lira" (en adelante FHVL), ubicada en la localidad de Paipote, aproximadamente a 8 km de la ciudad de Copiapó.

El cargo N°3 se relaciona con las exigencias del D.S. 180/1995 del MINSEGPRES, que establece el Plan de Descontaminación (PDA) para la FHVL, y el cual exige, específicamente en su artículo N°5, que la FHVL debe contar con un Plan Operacional donde se definan medidas de control para la operación en eventos críticos, como condiciones meteorológicas desfavorables para la dispersión de contaminantes.

Adicionalmente y para los fines que competen a la presente minuta técnica, la FHVL se encuentra regulada por el D.S. N°104/2018, que Establece Norma Primaria de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO₂), las Resoluciones de Calificación Ambiental 199/2006, RCA 80/2010 y RCA 36/2012, todas ellas emitidas por la Comisión Regional del Medio Ambiente - Región de Atacama, y la Res. Ex. N°66 de 2015 que aprueba el Plan de Acción Operacional 2015 (vigente a la fecha de ocurrencia de los hechos asociados al cargo N°3) de la misma unidad fiscalizable.

Respecto de su calificación de gravedad, el Cargo N°3 contenido en la Res. Ex. N°3/Rol D-062-2019 fue considerado como gravísimo, en virtud de la letra e) del numeral 1 del artículo 36 de la LO-SMA y esta expresado de la siguiente manera:

"No operar conforme al Plan de Acción Operacional, existiendo condición extrema conforme al informe meteorológico:

- el día 17 de abril 2020, habiendo indicado el informe meteorológico condición extrema la FHVL operó con el CT y el CPS conjuntamente; y con variables operacionales asociadas al flujo de soplado y enriquecimiento de oxígeno para el CT y el CPS, distintas a lo exigido en el PO;*
- el día 27 de abril 2020, habiendo indicado el informe meteorológico condición extrema la FHVL operó con el CT y el CPS conjuntamente; y con*

variables operacionales asociadas al flujo de soplado y enriquecimiento de oxígeno para el CT, distintas a lo exigido en el PO;

- el día 6 de mayo 2020, habiendo indicado el informe meteorológico condición extrema la FHVL operó con el CT y el CPS conjuntamente; y con variables operacionales asociadas al flujo de soplado y enriquecimiento de oxígeno para el CT y el CPS, distintas a los exigido en el PO;

- el día 7 de junio 2020, habiendo indicado el informe meteorológico condición extrema la FHVL operó con variables operacionales asociadas al flujo de soplado y enriquecimiento de oxígeno para el CT y el CPS, distintas a lo exigido en el PO;

- el día 8 de junio 2020, habiendo indicado el informe meteorológico condición extrema la FHVL operó con el CT y el CPS conjuntamente; y con variables operacionales asociadas al flujo de soplado y enriquecimiento de oxígeno para el CT y el CPS, distintas a los exigido en el PO;

- el día 24 de mayo 2020, habiendo indicado en el informe meteorológico condición extrema la FHVL operó con variables operacionales asociadas al flujo de soplado y enriquecimiento de oxígeno para el CT, distintas a lo exigido en el PO."

Conforme a lo expuesto, el análisis realizado por la autoridad ambiental (SMA) indica que los días 17 y 27 de abril de 2020; 6 y 24 de mayo de 2020; y 7 y 8 de junio de 2020, la FHVL no operó conforme lo estipulado en el Plan Operacional referido, considerando que el titular contaba con los informes meteorológicos que pronosticaban una condición extrema para la dispersión de contaminantes. Lo anterior se traduce en la operación del CT¹ y CPS² de forma conjunta (en algunos casos) y con variables de proceso asociadas al flujo de soplado y enriquecimiento de oxígeno distintas a las del Plan Operacional para CT y/o CPS según cada evento.

Adicionalmente, se observan superaciones en los niveles de emergencia para concentración horaria de dióxido de azufre (SO₂) en 2 de las 5 estaciones de monitoreo de calidad del aire de la red ENAMI aplicables al proyecto (estación

¹ Unidad Convertidor Teniente de la FHVL.

² Unidad Convertidores Pierce Smith de la FHVL.

Paipote y estación Tierra Amarilla), en periodos coincidentes con los hechos infraccionales en análisis.

Para analizar los potenciales efectos ambientales asociados a la no aplicación o aplicación parcial del Plan Operacional, existiendo una condición extrema según informe meteorológico, se debe considerar **el objeto de protección de la exigencia infringida y los antecedentes de cumplimiento de ésta.**

En base a lo anterior, se evalúan los posibles efectos sobre el objeto de protección, intentando determinar su magnitud y proponer medidas para hacerse cargo de éstos, si correspondiera.

2 OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el (los) objeto (s) de protección es necesaria la revisión de las condiciones que se estiman infringidas. Según lo estipulado en el cargo N° 3, los instrumentos de carácter ambiental considerados como infringidos corresponden al D.S. 180 de 1995 (MINSEGPRES), que "Aprueba Plan de Descontaminación de la Fundición Hernán Videla Lira de ENAMI" (en adelante PDA) y el Plan de Acción Operacional 2015 de FHVL, aprobado mediante Res. Ex. N°66/2015 de la SEREMI de salud Atacama.

Al respecto, es importante indicar que el objetivo del PDA es reducir los niveles de contaminación en el componente ambiental aire. Para ello, en su artículo 5°, establece lo siguiente:

Artículo 5° D.S.180/1995, MINSEGPRES (PDA).

"La Fundición Hernán Videla Lira deberá presentar un Plan de Acción Operacional al Servicio de Salud de Atacama y al Servicio Agrícola y Ganadero de la III Región, dentro de un plazo de sesenta días, contados desde la publicación del presente decreto. El Plan Operacional incluirá un sistema de control de eventos críticos y deberá ser aprobado por los Servicios anteriormente mencionados. Adicionalmente, la Fundición deberá implementar un sistema de predicción de eventos críticos a más tardar la primera quincena de diciembre de 1995."

El Plan Operacional vigente al momento de ocurrido los hechos infraccionales asociados al cargo N°3 corresponde al "Plan de Acción Operacional Año 2015",

aprobado por la SEREMI de Salud mediante la Res. Ex. N°66/2015, que establece lo siguiente:

Resuelvo 1, 2 y 3, Resolución Exenta N°66 de 12 de enero de 2015, de las SEREMI DE Salud, región de Atacama

" 1. APRUÉBASE, en lo que respecta a esta Secretaría Regional Ministerial de Salud, el "Plan Operacional Año 2015" de Fundición Hernán Videla Lira, Rut:61.703.000-4, el cual se encuentra emplazado en Camino Público S/N, sector Fundición Paipote, Copiapó.

2. ESTABLÉZCASE, que las acciones deberán ajustarse al plan aprobado en el numerando primero precedente.

3. ESTABLÉZCASE que el incumplimiento a lo dispuesto en la presente resolución será comunicado por esta Autoridad Sanitaria a la Superintendencia del Medio Ambiente, remitiendo los antecedentes necesarios para que esta inicie proceso sancionatorio si así lo estimase."

En específico, las exigencias del Plan Operacional vigente que se estiman infringidas corresponden a las establecidas en su numeral 4, definido como sigue:

Numeral 4 del Plan de Acción Operacional FHVL, año 2015 "Condiciones Operacionales"

" Conforme señale el informe meteorológico se establecen las condiciones de operación de la Fundición, estas son:

(...)

4.3.- Condición de Operación Extrema:

Se define como Condición Extrema, cuando las condiciones de ventilación son excepcionalmente malas, para esta condición ambiental se presentan dos esquemas de operación: a) Convertidor Teniente operando con las dos Plantas de ácido y Convertidos Pierce Smith fuera de servicio; b) Convertidor Pierce Smith operando con una Planta de ácido y Convertidor Teniente Fuera de Servicio (...)

a) Parámetros operacionales para Convertidor Teniente (CT):

- Flujo de aire promedio horario, 370 Nm³/min.
- Enriquecimiento de oxígeno, máximo 36,5%.
- Ventanillas y tolvinos cerrados, o que implica no realizar limpiezas.
- No se programará giro para medición de nivel.
- No se permitirá levantar la tapa de la campana de gases en este horario.
- Si por necesidad operacional se requiere interrumpir el soplado del CT, durante las maniobras de giro, se deberá regular el flujo de aire a 300 Nm³/min. y cortar el suministro de oxígeno."

b) (...) En otro caso de condición extrema, se detendrá la operación del Convertidor Teniente y se dará inicio al soplado del Convertidor Pierce Smith (CPS), con los siguientes parámetros:

- Flujo de aire: Flujo promedio horario 300 Nm³/min.
- Enriquecimiento de oxígeno, máximo 27 %.
- Inicio soplado con carga completa de metal blanco.
- Primer soplado en extrema con carga completa y el segundo puede ser con 2 ollas más una de recargo (por el tiempo de sangrado en el HE).
- Agregado de carga fría por boca se restringirá a dos botes de carga fría y un máximo de 3 botes por carga, en caso excepcional dejando registro de ésta."

Además, según el análisis realizado por la SMA en la Res. Ex. N° 3/Rol D-062-2019, los días donde se configuran los hechos constitutivos de infracción asociados al Cargo N°3 se constata la superación de los niveles de emergencia ambiental, según lo dispuesto en el el D.S. N°104/2018, que Establece Norma Primaria de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO₂). En específico, la norma referida establece en su artículo 8, los siguientes límites de concentración de una (1) hora de SO₂ (ug/m³N) para la activación de los niveles de emergencia:

Artículo 8 del D.S. N°104/2018

"Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para dióxido de azufre, expresados como concentración de 1 hora:

Tabla 2: Niveles de emergencia expresados como concentración de 1 hora de dióxido de azufre.

Nivel		Niveles de emergencia expresados como concentración de 1 hora de dióxido de azufre en (ug/m ³ N) (en ppbv)
1	Alerta	500 -649 ug/m ³ N (191-247 ppbv)
2	Preemergencia	650 -949 ug/m ³ N (249-362 ppbv)
3	Emergencia	950 ug/m ³ N o superior (363 ppbv o superior)

(...)"

De acuerdo con los antecedentes presentados, se desprende que el objeto de protección para fines del análisis de la presente minuta corresponde al componente aire, **en específico la calidad de este**, variable sobre la cual se analizarán los potenciales efectos dado la no implementación de las exigencias establecidas precedentemente.

3 POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

De acuerdo con los antecedentes presentados, el análisis de los potenciales efectos producidos por *no operar conforme al Plan Operacional, existiendo condición meteorológica extrema para los días 17 y 27 abril, 6 y 24 de mayo, 7 y 8 de junio, todos ellos del año 2020*, se debe realizar a nivel del componente ambiental potencialmente afectado (aire), en la zona de intervención del proyecto.

En este sentido, **la hipótesis a testear**, en el marco del procedimiento sancionatorio, es si:

"Dado que no se operó conforme a lo indicado en el Plan Operacional vigente para una condición meteorológica "extrema", se produjo un menoscabo a la calidad del aire, traduciéndose en la generación de una situación de emergencia".

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Planes de Prevención y/o Descontaminación

Estos planes se sitúan en el marco de instrumentos de gestión ambiental, cuyo propósito se encuentra fundamentado en reducir los niveles de contaminación del aire, con el objeto de resguardar la salud de la población (<https://ppda.mma.gob.cl/>). En la actualidad se conciben tres tipos de planes:

- **Plan de Prevención Atmosférica (PPA)**³, es un instrumento de gestión ambiental, que a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas tiene por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una *zona latente*.
- **Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA)**⁴, es un instrumento de gestión ambiental que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una *zona calificada como saturada* por uno o más contaminantes.
- **Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférico (PPDA)**, que se refiere a la ocurrencia simultánea de los dos casos anteriores.

Se entiende entonces por *Zona Latente* como aquella "área geográfica en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental" (art. N°2 Ley 20.417/2010, literal 't'). Mientras que *Zona Saturada* corresponde a "aquella área geográfica en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas" (art. N°2 Ley 20.417/2010, literal 'u').

De esta manera lo primero que debe ocurrir en una zona, es que éste sea objeto de estudio y medición para determinar el estado en que se encuentra, respecto a un contaminante determinado. Así el sector puede ser delimitado y comparado con la norma de calidad primaria y/o secundaria, para ser decretado en estado de Latencia o Saturación del o los contaminantes analizados, según sea el caso.

³ Artículo 2º, párrafo primero, D.S. N° 39/2013 que Aprueba el Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación. Ministerio del Medio Ambiente.

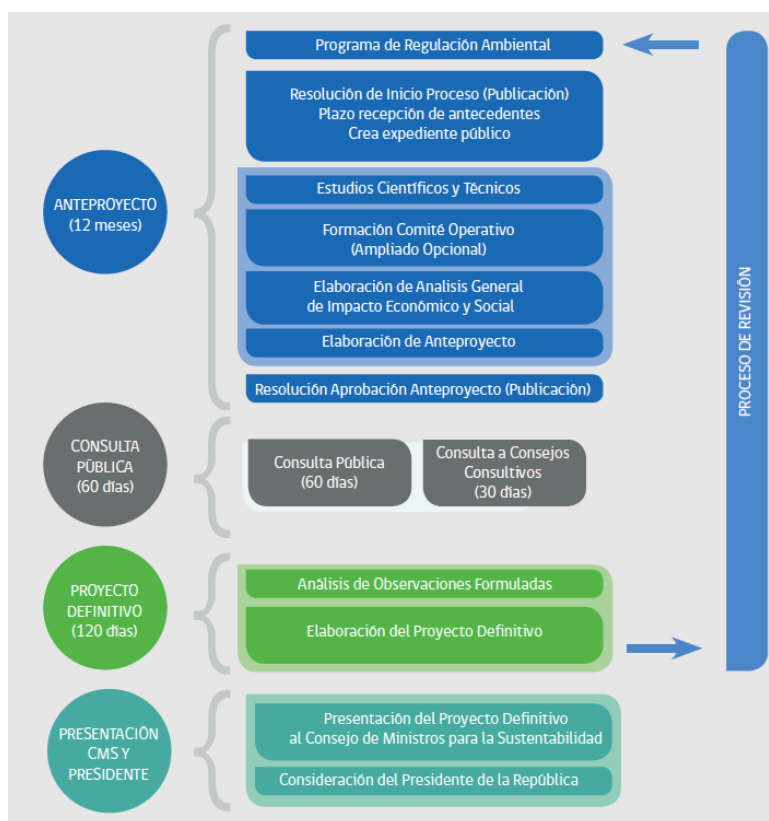
⁴ Artículo 2º, párrafo segundo, D.S. N° 39/2013 que Aprueba el Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación. Ministerio del Medio Ambiente.

Una vez decretada Latencia o Saturación de la zona, es menester del actual Ministerio del Medio Ambiente preparar una propuesta o anteproyecto de Plan de Prevención y/o Descontaminación. Tal propuesta se construye en base a estudios científicos y técnicos, en donde se considera el levantamiento de las fuentes emisoras de la zona y la participación de las principales fuentes en la situación que genera la situación de Latencia o Saturación. Se conjuga en el análisis la emisión de las fuentes identificadas, así como también las condiciones geomorfológicas de la zona y el comportamiento climático/meteorológico del lugar.

Posterior al análisis de información, se debe formular las metas de reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos, para las fuentes identificadas. Se entiende entonces que, para contar con una calidad del aire compatible con la salud de la población y que esté dentro de los niveles de concentración establecidos en los diferentes decretos, las fuentes emisoras deberán controlar sus emisiones bajo determinadas circunstancias meteorológicas.

Definidos los parámetros a exigir dentro de un Plan de Prevención y/o Descontaminación, se realiza una estimación del impacto económico y social ante la aplicación del Plan; se somete a consulta pública; se realizan las modificaciones pertinentes; y se genera el proyecto que será enviado a aprobación. En relación a los tiempos y al flujo etapas para la elaboración de los planes, se presenta en la **Figura 1** lo indicado por la Estrategia 2014-2018 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2019).

Figura 1 Etapas de formulación de un Plan de Descontaminación y/o Prevención



Fuente: Planes de Descontaminación Atmosférica. Estrategia 2014-2018. Ministerio del Medio Ambiente (2019).

4.2 Normas de Emisión

Las Normas de Emisión son aquellas que establecen los niveles de emisión de contaminantes, por la fuente emisora admisible en relación con cada fuente contaminante (Agudo, 2014). De esta forma las normas de emisión cumplen un rol de control durante la ejecución de las actividades contaminantes, y hacen posible el monitoreo en la fuente de emisión, por lo que se constituyen como uno de los instrumentos más eficaces para la protección del medio ambiente (Bermúdez, 2014).

Las normas de emisión determinan la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora de un residuo gaseoso, sólido o líquido. Este instrumento regulatorio es uno de los más utilizados para el control de la contaminación, y en particular para la contaminación hídrica y atmosférica, así como también en menor medida para evitar la contaminación de suelos (Del Favéro & Katz, 1998).

Un aspecto importante de resaltar es que “Las normas de calidad deben definir los niveles en los cuales la gestión ambiental normal da lugar a una gestión de emergencia y, por lo tanto, determinan el momento en que las acciones por aplicarse deben ser diferentes (más severas) de las establecidas, evitando así que la autoridad actúe (o no actúe) en forma precipitada o inconsulta o cediendo a presiones de grupos de interés (Ibíd.).

Según Bermúdez (2014), las normas de emisión corresponden a un típico instrumento de comando y control, el que sólo alcanza la finalidad de protección en la medida que el parámetro de regulación permita la protección del medio ambiente.

El proceso de dictación de normas es participativo, encontrándose regulado D.S. N° 38 de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión. El proceso se inicia con la elaboración del anteproyecto de la norma, luego viene la etapa de consulta pública, se recoge los aportes del Consejo Consultivo Nacional y los Consejos Consultivos Regionales, cuando corresponda, así como de la sociedad civil, para finalmente, elaborar el proyecto definitivo. El proceso culmina con la tramitación final para su aprobación y publicación en el Diario Oficial.

4.3 Normas de Calidad Ambiental

Las normas de Calidad ambiental corresponden a instrumentos normativos técnicos, en virtud de los cuales se fijan los niveles de contaminación tolerables en un entorno o medio determinado (Bermúdez, 2014). Esta clase de normas son utilizadas normalmente en relación con la contaminación atmosférica e hídrica.

A través de las normas de calidad lo que se busca es alcanzar una finalidad de protección de un bien jurídico a través de la fijación de un estándar. Lo importante de este tipo de normas, es que a través de ellas radica la determinación de lo que debe ser entendido por medio ambiente libre de contaminación, lo cual se vincula con el artículo N° 2 m) de la Ley de Bases Generales del medio Ambiente (19.300), ya que atiende a las concentraciones y niveles de contaminación en el entorno (Bermúdez, 2014).

Según Bermúdez (2014), existe una relación directa entre las normas de calidad ambiental y medio ambiente libre de contaminación, pues en la medida que se mantengan y no se sobrepasen los niveles que establecen las primeras se dará por

cumplido lo segundo. Por lo anterior, el nivel máximo de contaminantes presentes en el componente ambiental será fijado por las normas, las cuales se clasifican en Normas Primarias y Secundarias, según su objetivo de protección, la salud de la población o un componente del patrimonio ambiental.

Al respecto de lo anterior, la ley 19.300, establece que las Normas Primarias de Calidad Ambiental son *“aquéllas que establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población”*.

Mientras que las normas Secundarias de Calidad Ambiental corresponden a *“aquéllas que establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza”*.

Por último, es importante indicar que las Normas de Calidad fijan los niveles, estándares, medidas o valores que se consideran para determinar si se está o no en presencia de un medio ambiente libre de contaminación, y si se afecta o no el bien jurídico protegido por la respectiva norma (Bermúdez, 2014).

4.4 Anhídrido Sulfuroso (SO₂)

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, el anhídrido sulfuroso (SO₂), o también llamado Dióxido de Azufre, es un gas incoloro de olor penetrante. Bajo presión es un líquido, y se disuelve fácilmente en agua. Adicionalmente no tiene características inflamables (ATSDR, 2019).

El anhídrido sulfuroso en el aire se genera principalmente por actividades asociadas con la combustión de combustibles fósiles (carbón, aceite) tal como ocurre en plantas de energía eléctrica, así como también en las fundiciones de cobre (ATSDR, 2019).

Una vez liberado al ambiente, el anhídrido sulfuroso se moviliza principalmente por el aire, pudiendo ser transformado en ácido sulfúrico, anhídrido sulfúrico y sulfatos. Así también, el anhídrido sulfuroso se disuelve en agua pudiendo generar y formar ácido sulfuroso. El suelo puede absorber anhídrido sulfuroso, pero se desconoce cómo se moviliza por el suelo (ATSDR, 2019).

Según la United States Environmental Protection Agency -USEPA- (2019) los estándares nacionales de calidad del aire de Estados Unidos están asociados a las emisiones de SO₂, siendo diseñados estos para proteger contra la exposición a todo el grupo de óxidos de azufre (SO_x). Lo anterior, ya que el SO₂, es el componente de mayor preocupación y se utiliza como indicador para el grupo más grande de óxidos de azufre gaseosos. En dicho sentido, se puede esperar que las medidas de control que reducen el SO₂ reduzcan la exposición de las personas a todos los SO_x gaseosos. Esto puede tener el importante co-beneficio de reducir la formación de contaminantes particulados de azufre, como las partículas finas de sulfato.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Fundamentación de la metodología utilizada

Para identificar los eventuales efectos que pudieron haber ocurrido producto de *"no operar conforme al Plan Operacional, existiendo condición meteorológica extrema para los días 17 y 27 abril, 6 y 24 de mayo, 7 y 8 de junio, todos ellos del año 2020"*, se ha considerado realizar un análisis de la información asociada a los hechos descritos, evaluando las medidas efectivamente aplicadas ante la condición meteorológica extrema detectada y su contraste con lo establecido en el Plan Operacional vigente.

Por otro lado, se realizará una revisión de los datos de calidad del aire referentes a SO₂ en las estaciones de monitoreo de la Red ENAMI aplicables al proyecto, durante aquellos días donde se suscitan los hechos anteriormente descritos.

5.2 Actividades

Para la existencia o no, de los potenciales efectos ambientales producidos por no operar según el Plan Operacional ante una condición meteorológica "Extrema", se realizarán las siguientes actividades

- a) Revisión y análisis de antecedentes operacionales de la FHV L durante los eventos descritos y posterior contraste con las exigencias del Plan Operacional.
- b) Revisión y análisis de datos de calidad del aire referentes a SO₂ en aquellas estaciones donde se evidenciaron superaciones en los límites.

El enfoque metodológico expuesto permitirá aceptar o rechazar la hipótesis planteada, desestimando la generación de efectos significativos o permitiendo evaluar medidas tendientes a hacerse cargos de estos, si correspondiera.

6 RESULTADOS

6.1 Revisión y análisis de fuentes de información

Con la finalidad de poder verificar si existieron afectaciones a la calidad del aire, de la operación en condiciones distintas a las estipuladas en el Plan Operacional y la superación de los límites en los niveles de emergencia según lo planteado en los acápites anteriores, se llevará a cabo un análisis por evento, comparando las medidas efectivamente adoptadas con lo definido en el Plan Operacional para una condición meteorológica calificada como "extrema". Por otro lado, se analizarán los datos de calidad del aire medidos en aquellas estaciones que presentan superación de los límites de emergencia durante los días en que se constataron los hechos (ver Anexo 1).

6.2 Evento ocurrido el día 17 de abril de 2020, correspondiente a la superación del nivel de emergencia "Alerta" para concentración horaria de SO₂ en estación de monitoreo Tierra Amarilla

La Tabla 1 presenta una comparación entre las condiciones de operación que se indican en el Plan Operacional vigente para una situación meteorológica "extrema" y la operación real durante el evento de superación en los niveles de emergencia durante el día 17 de abril de 2020 (habiéndose decretado esta condición extrema). Es importante notar que, aparte de las restricciones de operación respecto a la utilización del CT y los CPS, el plan operacional establece límites a algunas de las variables de proceso específicas para cada una de estas operaciones, las que se presentaron en detalle en el acápite 2 y que se analizan cualitativamente en la columna "Observación parámetros de proceso".

Tabla 1 Contraste entre Plan Operacional y operación real para condición meteorológica extrema durante el evento del 17 de abril de 2020

Restricciones del Plan Operacional vigente para condición meteorológica extrema	Operación Real	Observación parámetros de proceso
a) CT operando con las 2 plantas de ácido y CPS	Se opera con CT y CPS a la vez	Se verifican flujos de soplado mayores a los

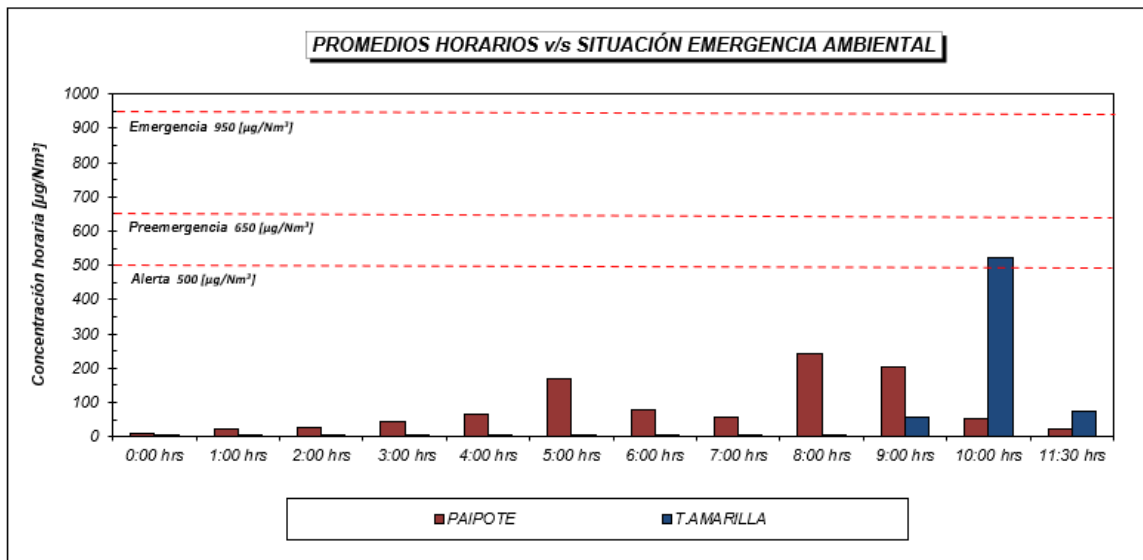
Restricciones del Plan Operacional vigente para condición meteorológica extrema	Operación Real	Observación parámetros de proceso
fuera de servicio, o bien; b) CPS funcionando con una planta de ácido y CT fuera de servicio.		permitidos en el Plan Operacional para el CT.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla precedente, se verifica la operación de la FHVL en condiciones distintas a las indicadas en el Plan Operacional, verificado a través del aumento de los flujos de soplado. Así también se opera CT y CPS a la vez.

La Figura 2 presenta la concentración de SO₂ medidos en estaciones Tierra Amarilla y Paipote durante el evento referido:

Figura 2 Concentración horaria de SO₂ durante el evento del 17 de abril de 2020



Fuente: Informe Meteorológico Final 17-04-2020, ENAMI.

Donde se puede notar que en la franja horaria de las 10:00 hrs se supera el nivel de “alerta” (sobre 500 ug/m³N del contaminante) en estación Tierra Amarilla, con una concentración promedio horario de SO₂ de 522 ug/m³N. Es importante destacar que esta es la única superación que se verifica durante el día 17 de abril de 2020.

6.3 Evento ocurrido el día 27 de abril de 2020, correspondiente a la superación de los niveles de emergencia “Emergencia” y “Alerta” para concentración horaria de SO₂ en estación de monitoreo Paipote

La Tabla 2 Tabla 2 Contraste entre Plan Operacional y operación real para condición meteorológica extrema durante el evento del 27 de abril de 2020 presenta una comparación entre las condiciones de operación que se indican en el Plan Operacional vigente para una situación meteorológica “extrema” y la operación real durante los eventos de superación en los niveles de emergencia ocurridos el día 27 de abril de 2020 (habiéndose decretado esta condición extrema). Es importante notar que, aparte de las restricciones de operación respecto a la utilización del CT y los CPS, el plan operacional establece límites a algunas de las variables de proceso específicas para cada una de estas operaciones, las que se presentaron en detalle en el acápite 2 y que se analizan cualitativamente en la columna “Observación parámetros de proceso”.

Tabla 2 Contraste entre Plan Operacional y operación real para condición meteorológica extrema durante el evento del 27 de abril de 2020

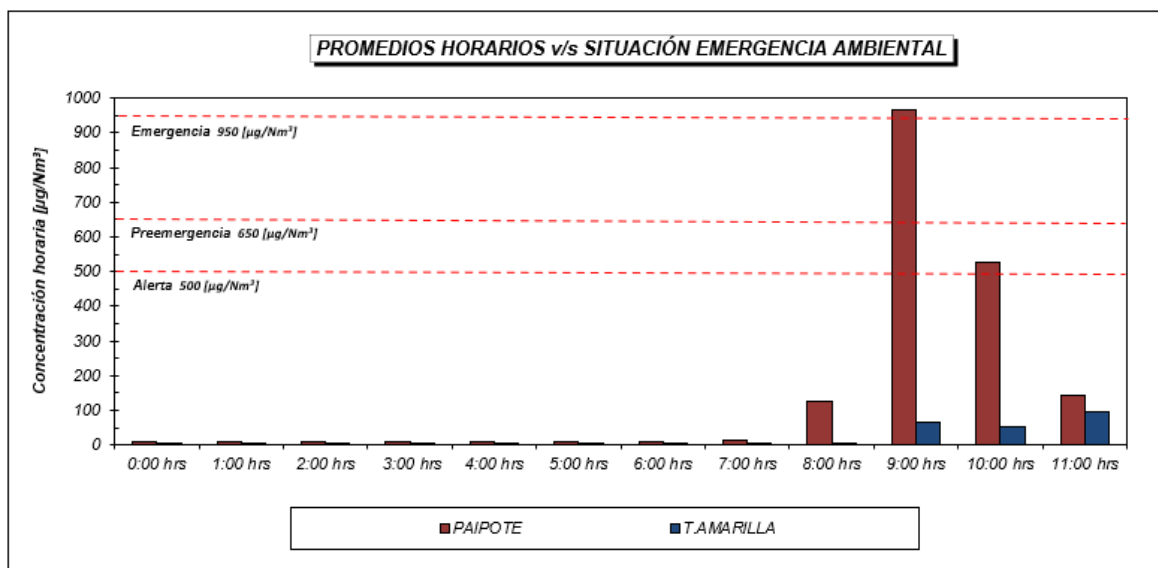
Restricciones del Plan Operacional vigente para condición meteorológica extrema	Operación Real	Observación parámetros de proceso
a) CT operando con las 2 plantas de ácido y CPS fuera de servicio, o bien; b) CPS funcionando con una planta de ácido y CT fuera de servicio.	Se opera con CT y CPS a la vez	Se verifican flujos de soplado mayores a los permitidos en el Plan Operacional para el CT y CPS.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla precedente, se verifica la operación de la FHVL en condiciones distintas a las indicadas en el Plan Operacional, verificado a través del aumento de los flujos de soplado.

La Figura 3 presenta la concentración de SO₂ medida en estaciones Tierra Amarilla y Paipote durante el evento referido:

Figura 3 Concentración horaria de SO₂ durante el evento del 27 de abril de 2020



Fuente: Informe Meteorológico Final 27-04-2020, ENAMI.

De la gráfica se puede indicar, que en la franja horaria de las 9:00 horas se supera el nivel de "Emergencia" (sobre 950 ug/m³N del contaminante) en estación Paipote con una concentración promedio horaria de 965 ug/m³N de SO₂, mientras que en la franja horaria de las 10:00 horas se supera el nivel "Alerta" (sobre 500 ug/m³N del contaminante) con una concentración promedio horario de SO₂ de 522 ug/m³N en la misma estación de Paipote. Es importante destacar que estas son las únicas superaciones que se verifican durante el día 27 de abril de 2020.

6.4 Evento ocurrido el día 6 de mayo de 2020, correspondiente a la superación de los niveles de emergencia "Alerta" y "Preemergencia" para concentración horaria de SO₂ en estación de monitoreo Paipote

La Tabla 3 presenta una comparación entre las condiciones de operación que se indican en el Plan Operacional vigente para una situación meteorológica "extrema" y la operación real durante el evento de superación en los niveles de emergencia durante el día 6 de mayo de 2020 (habiéndose decretado esta condición extrema). Es importante notar que, aparte de las restricciones de operación respecto a la utilización del CT y los CPS, el plan operacional establece límites a algunas de las variables de proceso específicas para cada una de estas operaciones, las que se presentaron en detalle en el acápite 2 y que se analizan cualitativamente en la columna "Observación parámetros de proceso".

Tabla 3 Contraste entre Plan Operacional y operación real para condición meteorológica extrema durante el evento del 06 de mayo de 2020

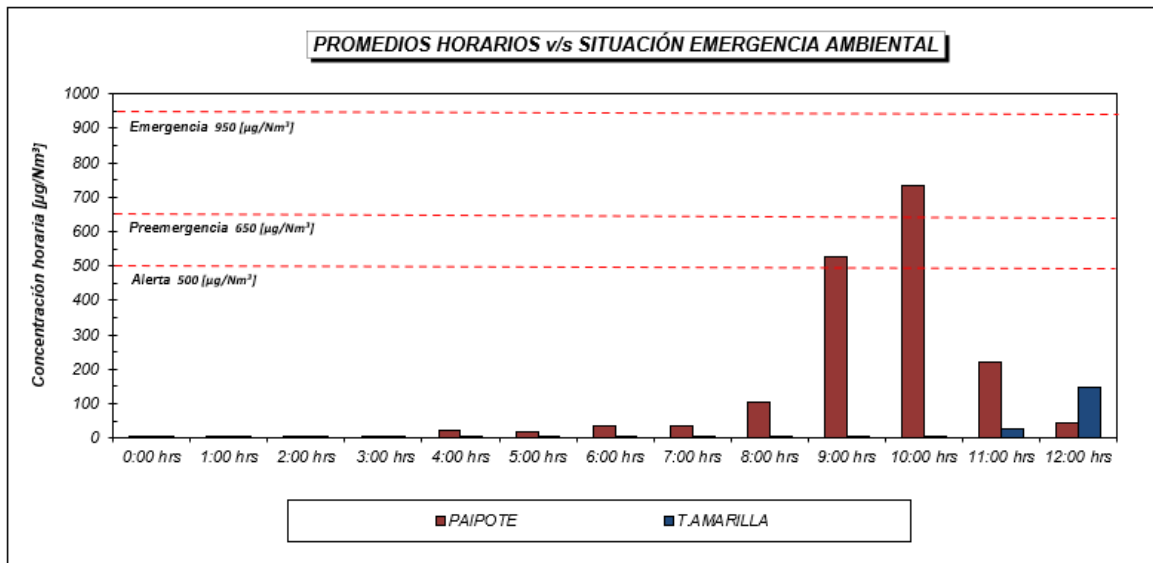
Restricciones del Plan Operacional vigente para condición meteorológica extrema	Operación Real	Observación parámetros de proceso
a) CT operando con las 2 plantas de ácido y CPS fuera de servicio, o bien; b) CPS funcionando con una planta de ácido y CT fuera de servicio.	Se opera solo con CT (1 hora y 10 minutos después de lo correspondiente según informe meteorológico) pero con solo una planta de ácido operando.	Se verifican flujos de soplado y enriquecimiento de oxígeno mayores a los permitidos en el Plan Operacional para el CT.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa de la tabla precedente, se verifica la operación de la FHVL en condiciones distintas a las indicadas en el Plan Operacional, de flujos de soplado y enriquecimiento mayores a los permitidos.

La Figura 4 Figura 4 Concentración horaria de SO₂ durante el 6 de mayo de 2020 presenta la concentración de SO₂ medidos en estaciones Tierra Amarilla y Paipote durante el evento referido:

Figura 4 Concentración horaria de SO₂ durante el 6 de mayo de 2020



Fuente: Informe Meteorológico Final 06-05-2020, ENAMI.

De la gráfica se puede notar que en la franja horaria de las 09:00 hrs se supera el nivel de "Alerta" (sobre 500 ug/m³N del contaminante) en estación Paipote, con una concentración promedio horario de SO₂ de 528 ug/m³N, mientras que en la franja horaria de las 10:00, se supera el nivel de "Preemergencia" (sobre 650 ug/m³N del contaminante) con una concentración promedio horario de SO₂ de 735 ug/m³N en la misma estación. Es importante destacar que estas son las únicas superaciones que se verifican durante el día 06 de mayo de 2020.

6.5 Evento ocurrido el día 7 de junio de 2020, correspondiente a la superación del nivel de emergencia "Preemergencia" para concentración horaria de SO₂ en estación de monitoreo Tierra Amarilla

La Tabla 4 presenta una comparación entre las condiciones de operación que se indican en el Plan Operacional vigente para una situación meteorológica "extrema" y la operación real durante el evento de superación en los niveles de emergencia durante el día 7 de junio de 2020 (habiéndose decretado esta condición extrema). Es importante notar que, aparte de las restricciones de operación respecto a la utilización del CT y los CPS, el plan operacional establece límites a algunas de las variables de proceso específicas para cada una de estas operaciones, las que se presentaron en detalle en el acápite 2 y que se analizan cualitativamente en la columna "Observación parámetros de proceso".

Tabla 4 Contraste entre Plan Operacional y operación real para condición meteorológica extrema durante el evento del 7 de junio de 2020

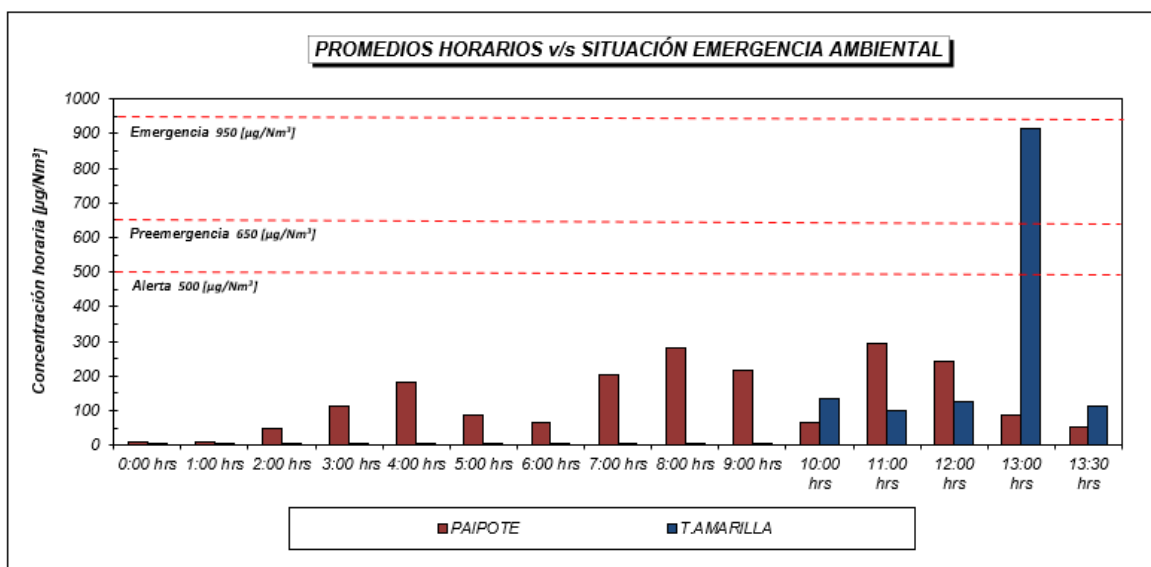
Restricciones del Plan Operacional vigente para condición meteorológica extrema	Operación Real	Observación parámetros de proceso
a) CT operando con las 2 plantas de ácido y CPS fuera de servicio, o bien; b) CPS funcionando con una planta de ácido y CT fuera de servicio.	Se opera en intervalos CT y CPS por separado.	Se verifican flujos de soplado y enriquecimiento de oxígeno mayores a los permitidos en el Plan Operacional para el CT y CPS.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla precedente, se verifica la operación de la FHVL en condiciones distintas a las indicadas en el Plan Operacional, de flujos de soplado y enriquecimiento mayores a los permitidos.

La Figura 5 Figura 5 Concentración horaria de SO₂ durante el evento del 7 de junio de 2020 presenta la concentración de SO₂ medidos en estaciones Tierra Amarilla y Paipote durante el evento referido:

Figura 5 Concentración horaria de SO₂ durante el evento del 7 de junio de 2020



Fuente: Informe Meteorológico Final 07-06-2020, ENAMI.

De la gráfica se puede notar que en la franja horaria de las 13:00 hrs se supera el nivel de emergencia "Preemergencia" (sobre 650 ug/m³N del contaminante) en estación Tierra amarilla, con una concentración promedio horario de SO₂ de 914 ug/m³N. Es importante destacar que estas son las únicas superaciones que se verifican durante el día 07 de junio de 2020.

6.6 Evento ocurrido el día 8 de junio de 2020, correspondiente a la superación del nivel de emergencia "Preemergencia" para concentración horaria de SO₂ en estación de monitoreo Paipote

La Tabla 5 presenta una comparación entre las condiciones de operación que se indican en el Plan Operacional vigente para una situación meteorológica "extrema" y la operación real durante el evento de superación en los niveles de

emergencia durante el día 8 de junio de 2020 (habiéndose decretado esta condición extrema). Es importante notar que, aparte de las restricciones de operación respecto a la utilización del CT y los CPS, el plan operacional establece límites a algunas de las variables de proceso específicas para cada una de estas operaciones, las que se presentaron en detalle en el acápite 2 y que se analizan cualitativamente en la columna “Observación parámetros de proceso”.

Tabla 5 Contraste entre Plan Operacional y operación real para condición meteorológica extrema durante el evento del 8 de junio de 2020

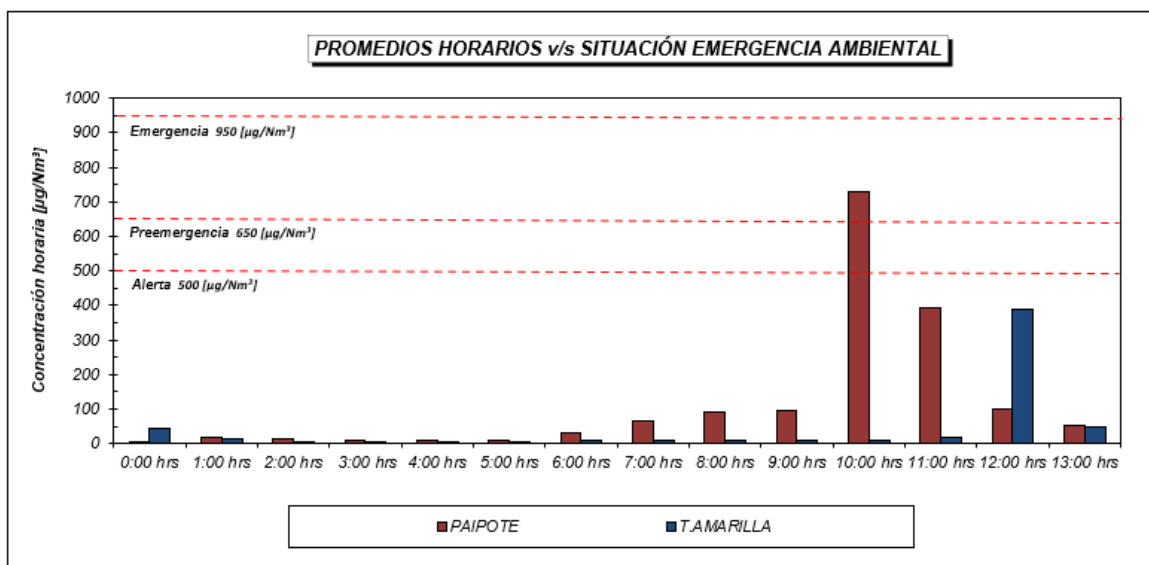
Restricciones del Plan Operacional vigente para condición meteorológica extrema	Operación Real	Observación parámetros de proceso
c) CT operando con las 2 plantas de ácido y CPS fuera de servicio, o bien; d) CPS funcionando con una planta de ácido y CT fuera de servicio.	Se opera con CT y CPS a la vez.	Se verifican flujos de soplado y enriquecimiento de oxígeno mayores a los permitidos en el Plan Operacional para el CT.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla precedente, se verifica la operación de la FHVL en condiciones distintas a las indicadas en el Plan Operacional, asociada a flujos de soplado y enriquecimiento de oxígeno.

La Figura 6 presenta la concentración de SO₂ medidos en estaciones Tierra Amarilla y Paipote durante el evento referido:

Figura 6 Concentración horaria de SO₂ durante el evento del 8 de junio 2020



Fuente: Informe Meteorológico Final 08-06-2020, ENAMI.

Donde se puede notar que en la franja horaria de las 10:00 hrs se supera el nivel de “Preemergencia” (sobre 650 ug/m³N del contaminante) en estación Paipote, con una concentración promedio horario de SO₂ de 729 ug/m³N. Es importante destacar que estas son las únicas superaciones que se verifican durante el día 08 de junio de 2020.

6.7 Evento ocurrido el día 24 de mayo de 2020, correspondiente a la superación del nivel de emergencia “Alerta” para concentración horaria de SO₂ en estación de monitoreo Tierra Amarilla

La Tabla 6 presenta una comparación entre las condiciones de operación que se indican en el Plan Operacional vigente para una situación meteorológica “extrema” y la operación real durante el evento de superación en los niveles de emergencia durante el día 24 de mayo de 2020 (habiéndose decretado esta condición extrema). Es importante notar que, aparte de las restricciones de operación respecto a la utilización del CT y los CPS, el plan operacional establece límites a algunas de las variables de proceso específicas para cada una de estas operaciones, las que se presentaron en detalle en el acápite 2 y que se analizan cualitativamente en la columna “Observación parámetros de proceso”.

Tabla 6 Contraste entre Plan Operacional y operación real para condición meteorológica extrema durante el evento del 24 de mayo de 2020

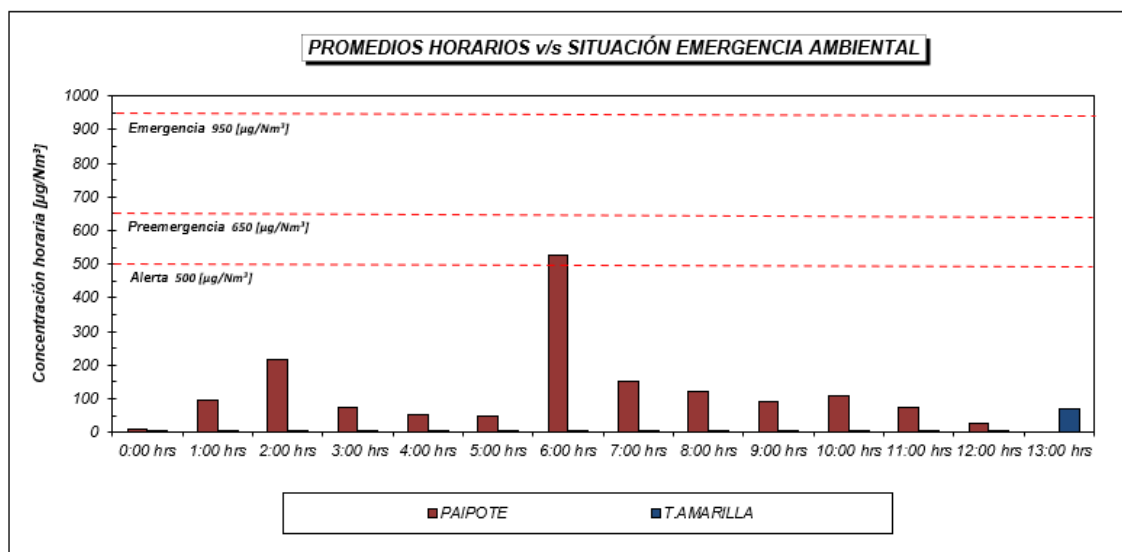
Restricciones del Plan Operacional vigente para condición meteorológica extrema	Operación Real	Observación parámetros de proceso
e) CT operando con las 2 plantas de ácido y CPS fuera de servicio, o bien; f) CPS funcionando con una planta de ácido y CT fuera de servicio.	Se opera con CT y CPS a la vez.	Se verifican flujos de soplado mayores a los permitidos en el Plan Operacional para el CT.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla precedente, se verifica la operación de la FHVL en condiciones distintas a las indicadas en el Plan Operacional, las que pudieron generar una mayor emisión SO_2 y, en consecuencia, un aumento en la concentración del contaminante en el área de influencia del proyecto.

La Figura 7 presenta la concentración de SO_2 medidos en estaciones Tierra Amarilla y Paipote durante el evento referido:

Figura 7 Concentración horaria de SO_2 durante el evento del 24 de mayo de 2020



Fuente: datos provenientes de SINCA Estaciones Paipote y Tierra Amarilla - 24 mayo 2020.

De la gráfica se puede notar que en la franja horaria de las 06:00 hrs se supera el nivel de emergencia "Alerta" (sobre 500 ug/m³N del contaminante) en estación Tierra amarilla, con una concentración promedio horario de SO₂ de 523 ug/m³N. Es importante destacar que estas son las únicas superaciones que se verifican durante el día 24 de mayo de 2020.

7 DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

7.1 Determinación de la existencia efectos ambientales

En conformidad a lo expuesto en los acápite anteriores, se verifica la existencia de desviaciones asociadas al plan operacional, vinculadas específicamente con superaciones al flujo de soplado, enriquecimiento de oxígeno y operación de CT y CPS simultáneamente.

Adicionalmente, se reconocieron cuatro (4) alertas, todas ellas puntuales de una hora, tres (3) preemergencias, de las mismas características, y una (1) emergencia de una hora. A mayor abundamiento, en relación con los eventos antes indicados, seis (6) ocurrieron en Paipote, y dos (2) en Tierra Amarilla,

- Tierra Amarilla: Alerta 1 hora / 17 abril.
- Paipote: Emergencia 1 hora / 27 de abril.
- Paipote: Alerta 1 hora / 27 abril.
- Paipote: Alerta 1 hora / 06 de mayo.
- Paipote: Preemergencia 1 hora / 06 de mayo.
- Tierra Amarilla: Preemergencia 1 hora / 07 junio.
- Paipote: Preemergencia 1 hora / 08 de junio.
- Paipote: Alerta 1 hora / 24 de mayo.

Al respecto de lo anterior, se puede indicar que las superaciones fueron puntuales, por lo cual dicha condición fue limitada en el tiempo.

8 CONCLUSIONES

En conformidad a lo expuesto en los acápite anteriores, el análisis efectuado permite concluir que las condiciones de operación no se ajustaron a las indicadas en el Plan operacional durante los eventos de superación de niveles de alerta, preemergencia y emergencia, determinando que estas generaron una afectación a la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, y acotada a los días y horas de los hechos infraccionales.

Lo anterior permite corroborar la hipótesis planteada, con relación a la generación de efectos, como resultados de los hechos infraccionales analizados.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agudo J. (2004). El control de la contaminación: técnicas jurídicas de protección medioambiental. Madrid: Monte-Corvo.
- Bermúdez J. (2014). Fundamentos de Derecho Ambiental. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Del Favéro, G. & Katz, R. (1998). El sistema de generación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión. Estudios Públicos, 72 (primavera 1998).
- ATSDR. (2019). Resúmenes de Salud Pública - Anhídrido sulfúrico y ácido sulfúrico (Sulfur Trioxide and Sulfuric Acid). julio 30/2019, de ATSDR Sitio web: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs117.html.
- MMA. (2019). Planes de Descontaminación Atmosférica Estrategia 2014-2018. Agosto 5, 2019, de MMA Sitio web: <https://mma.gob.cl/planes-de-descontaminacion-atmosferica-estrategia-2014-2018/>.
- US EPA. (2019). Sulfur Dioxide Basics. julio 31, 2019, de US EPA Sitio web: <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#what%20is%20so2>.
- MMA. (2018). Decreto Supremo N°104: Establece Norma Primaria de Calidad de Aire para Dióxido de Azufre (SO₂).

10 ANEXOS

Los documentos revisados de la SMA se presentan a continuación:

- Anexo 1: Datos de calidad del aire.
- Anexo 2: Antecedentes del procedimiento Sancionatorio D-062-2019 (<https://snifa.sma.gob.cl/Sancionatorio/Ficha/1917>).
- Anexo 3: Datos de estación de calidad del aire Paipote (<https://sinca.mma.gob.cl/index.php/estacion/index/id/196>).
- Anexo 4: Datos de estación de calidad del aire Tierra Amarilla (<https://sinca.mma.gob.cl/index.php/estacion/index/id/224>).