

De: [Rioseco Zorn María Susana \(Codelco-Casa Matriz\)](#)
A: [normafundiciones; oficina de partes](#)
Cc: [Araneda Arango Jose Miguel \(Codelco-Casa Matriz\)](#); [Mena Neupert Ana del Carmen \(Codelco-Casa Matriz\)](#); [Sanhueza Urzúa Jorge \(Codelco-Casa Matriz\)](#); [Richter Palacios German \(Codelco-Casa Matriz\)](#)
Asunto: presenta antecedentes para revisión DS 28
Fecha: martes, 02 de febrero de 2021 11:33:26
Archivos adjuntos: [Carta presenta antecedentes DS 28.pdf](#)
[Antecedentes para Revisión DS 28.pdf](#)
[DELEGACION DE PODER Y REVOCACION CORPORACION NACIONAL DEL COBRE DE CHILE, FERRE_OT_202078195_REP_37377-2020_723456869176.pdf](#)

Estimados señores,

Sírvanse encontrar adjuntos a este mail, carta conductora presentación de antecedentes al proceso de revisión del DS 28 Norma de Emisión para Fundiciones y Fuentes Emisoras de Arsénico, junto con documento anexo que contiene dichos antecedentes y copia del poder de representación.

Agradeceré acusar recibo por este mismo medio.

Atte.

M. Susana Rioseco Z.
Abogado Senior Estudios y Regulación
Consejería Jurídica
CODELCO Chile



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Casa Matriz
Huérfanos 1270
Casilla 150-D
Santiago, Chile
www.codelco.com

Santiago, 2 de febrero de 2021

Señores
Ministerio del Medio Ambiente
Presente

Ref: Presenta antecedentes al proceso de revisión del D.S. N° 28. de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la "Norma De Emisión para Fundaciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico".

De nuestra consideración:

Con fecha 2 de noviembre de 2020 fue publicada en el Diario Oficial, la resolución exenta N° 1.119 de ese Ministerio, que dio inicio al proceso de revisión del D.S. N° 28. de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la "Norma De Emisión para Fundaciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico".

Conforme se autoriza en el numeral 3 de la resolución citada, y encontrándonos dentro del plazo de 3 meses establecido al efecto, vengo en presentar antecedentes para la revisión de la referida norma de emisión, contenidos en el documento anexo denominado "ANTECEDENTES GENERALES PARA EL PROCESO DE REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDACIONES DE COBRE Y FUENTES EMISORAS DE ARSÉNICO CONTENIDA EN EL DECRETO SUPREMO N° 28 DE 2013 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE", solicitando en representación de la Corporación Nacional del Cobre de Chile, que sean incorporados al expediente y adecuadamente considerados en el proceso.

Se adjunta copia de escritura pública en que consta poder de representación.

Saluda atentamente a usted,

M. Susana Rioseco Zorn
Abogado Senior Estudios y Regulación
Consejería Jurídica
Codelco Chile

cc.:

- Gerente Desarrollo Sustentable
- Archivo



CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE

ANTECEDENTES GENERALES PARA EL PROCESO DE REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES DE COBRE Y FUENTES EMISORAS DE ARSÉNICO CONTENIDA EN EL DECRETO SUPREMO N° 28 DE 2013 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

FEBRERO DE 2021



1. INTRODUCCIÓN

Codelco es uno de los principales actores en la actividad de fundición y refinación de cobre, negocio que le viene dado desde su origen como empresa estatal con la nacionalización de la gran minería del cobre, donde junto con traspasarse a la Corporación los activos con que contaban los yacimientos nacionalizados, dicha actividad fue incluida en el objeto legal y finalidad de la propia empresa, asignándosele a este negocio un carácter estratégico.

Lo anterior determina que los antecedentes y datos relativos al cumplimiento por parte de Codelco del Decreto Supremo N° 28 de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que estableció la “Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico” (en adelante DS 28), incluyendo los costos e inversiones requeridas, los resultados obtenidos y sus impactos en la calidad del aire de las áreas aledañas a sus fundiciones, deban ser necesariamente considerados en el proceso de revisión de la referida normativa.

Como se sabe, Codelco cuenta con un sistema de 4 Fundiciones y 3 Refinerías, todas ellas construidas y en operación desde hace décadas, en algunos casos por casi 100 años¹. En general, por la misma antigüedad de sus instalaciones y a pesar de las mejoras e inversiones realizadas, los diseños de las fundiciones presentan limitaciones estructurales en materia de control de emisiones y captura de dióxido de azufre (SO₂) y Arsénico (As). Es por ello que los costos directos de las fundiciones de Codelco, post cumplimiento de la normativa derivada del DS 28, se sitúan en el tercer y cuarto cuartil, es decir, por sobre el promedio de la industria.

El cumplimiento del DS 28 significó desarrollar complejos proyectos de ingeniería, con plazos de ejecución de más de 6 años más 2 años de ramp-up, para alcanzar los límites de emisión y porcentajes de captura exigidos. Estos plazos se explican porque la ejecución de dichos proyectos exigió considerar la realización de ingenierías de perfil, pre-factibilidad, factibilidad, aprobación de las inversiones, obtención de autorizaciones y permisos, ejecución en activos operando (interferencias) y puesta en marcha. De hecho, en Chuquicamata y Potrerillos no se logró cumplir con los plazos establecidos, razón por la cual debieron detener sus operaciones entre diciembre de 2018 y mediados de 2019.

En las evaluaciones y proyecciones para el cumplimiento el DS 28, realizadas entre 2013 y 2015, se proyectaban cargos de tratamiento de largo plazo (TC/RC)² de 125/12,5, sin embargo actualmente dichas tarifas están en torno a 90/9,0. La reducción de los cargos de tratamiento se explica parcialmente por el fuerte aumento de la capacidad de fundición instalada en China, afectando la competitividad de las fundiciones en Chile.

¹ La Fundición Caletones fue inaugurada en 1922; la Fundición Potrerillos en 1927; la Fundición Chuquicamata en 1952; y la Fundición Ventanas en 1964.

² TC: Cargo por tratamiento se expresa en US\$/tonelada seca. RC: Cargo refinación se expresa en c/lb



Además de los cargos de tratamiento, los ingresos económicos de las fundiciones están constituidos por la venta del ácido sulfúrico producido; ahorros de fletes generado entre la alternativa de exportar cobre refinado versus exportar concentrados; cobro de penalidades por impurezas, y créditos metalúrgicos por cobre, oro y plata. Debido a la disminución de los cargos de tratamiento y una proyección a la baja en el precio del ácido sulfúrico por disminución de la demanda de los óxidos de cobre, se estima que los márgenes económicos de las fundiciones disminuirán en los próximos años.

Los esfuerzos realizados para cumplir con las exigencias del DS 28 han sido significativos, representando una inversión total a nivel Corporativo de US\$ k 2.292.826 en proyectos asociados directamente a su cumplimiento. Por otro lado, debido a la necesidad de implementar esta norma en activos en funcionamiento, se han tenido pérdidas por interferencias en la operación estimadas de al menos US\$ k 201.036. Por último, los ya ajustados márgenes económicos de las fundiciones se ven aún más exigidos al considerar los recursos que se deben destinar para el monitoreo del cumplimiento de la norma, que a nivel Corporativo corresponden a alrededor de US\$ k 1.075 anuales.

Todos estos elementos, junto con los antecedentes del cumplimiento y resultados de la aplicación del DS 28, así como sus efectos en la calidad del aire, conforman el contexto mínimo para una evaluación de la revisión de esta norma, atingentes tanto a la obtención de la finalidad de dicha normativa, como al análisis costo beneficio que debe fundarla.



2. COSTOS ASOCIADOS A PROYECTOS PARA CUMPLIMIENTO DS 28

Según se indicó, para dar cumplimiento a los diferentes compromisos establecidos en el DS 28, Codelco tuvo que desarrollar una serie de proyectos e inversiones, en sus diferentes Divisiones, con un monto total de US\$ 2.292.826.

En la tabla N°1 se presentan las inversiones realizadas por cada División de Codelco para lograr el cumplimiento del DS 28.

Tabla N°1. Inversiones Realizadas por Codelco para Cumplimiento de D.S 28.

División	Total Inversión US\$ k
División Chuquicamata y Ministro Hales	1.086.514
División Salvador	461.366
División Teniente	586.000
División Ventanas	158.946
TOTAL	2.292.826

El detalle de cada una de las inversiones realizadas por las divisiones de Codelco a la fecha se muestra en las siguientes tablas:

Tabla N°2. Resumen Proyectos Ambientales Codelco División Chuquicamata.

Proyecto	Costo de Inversión US\$ k
Mejoramiento Fundición DCH Horno Flash Potenciado	127.827
Aumento Eficiencia Planta Ácido Sulfúrico Doble Contacto/Doble Absorción N°3 y N°4	560.000
Habilitación Sistema de Tratamiento de Gases Secador N°6, Horno Flash, Hornos de Refino	210.164
Reemplazo de campanas primarias y secundarias CPS N°3, N°6 y N°7 e implementación del quinto convertidor	103.928
Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Efluentes de la Fundición	53.160
TOTAL	1.055.080

Tabla N°3. Resumen Proyectos Ambientales Codelco División Ministro Hales.

Proyecto	Costo de Inversión US\$ k
Gastos de Mantenimiento Tostación Año 2020	31.434
TOTAL	31.434



Tabla N°4. Resumen Proyectos Ambientales Codelco División Salvador.

Proyecto	Costo de Inversión US\$ ^k
Proyecto Mejoramiento Integración Captación Procesamiento Gases	420.866
Proyecto Humos Negros	40.500
TOTAL	461.366

Tabla N°5. Resumen Proyectos Ambientales Codelco División Teniente³.

Proyecto	Costo de Inversión US\$ ^k
Reducción de Emisiones	176.000
Optimización Plantas secado Fluosólidos 1 y 2	32.000
Reducción Opacidad Humos Hornos Anódicos	62.000
Planta Tratamiento de Escorias	316.000
TOTAL	586.000

Tabla N°6. Resumen Proyectos Ambientales Codelco División Ventanas.

Proyecto	Costo de Inversión US\$ ^k
Estudios Pre-inversionales	3.022
Centro de Acopio CuCons y Mallas Perimetrales	8.099
Sistema Mecanizado Marga Fría CPS's	5.499
Aumento captación MP Secador Concentrado	2.394
Aumento captación MP Horno Eléctrico	6.666
Captación Gases Secundarios CPS	27.572
Captación Gases Sangría CT y HE	19.622
Tratamiento de Gases de Cola	13.873
Reemplazo intercambiador de calor	1.877
Reemplazo Torre k5	8.515
Eliminación de humos Visibles RAF	19.787
Captación Gases Secundarios CT	18.995
Instalación paño N°6 SS/EE N°2	2.860
Tratamiento Gases Secundarios CPS y sangrías HE/CT	15.202
Tratamiento de Gases Secundarios CT	4.962
TOTAL	158.946

³ El monto total indicado en la tabla N°5 no considera la reformulación del proyecto Planta de Tratamiento de Escorias (PTE).



3. COSTOS ASOCIADOS A INTERFERENCIAS OPERACIONALES POR CUMPLIMIENTO DS 28

Para dar cumplimiento al DS 28, la operación normal de las fundiciones de Codelco se ha visto afectada, debiendo incluso en algunos casos detener la operación por periodos prolongados. Por otro lado, a la fecha los niveles de fusión autorizados no se han logrado en su totalidad, y aún existen proyectos que están en marcha para lograr el cumplimiento y la estabilidad operativa.

A continuación se presentan antecedentes específicos respecto a las operaciones de cada una de las fundiciones de Codelco:

- División Chuquicamata

Para dar cumplimiento al DS 28, mientras se concluían las obras requeridas para alcanzar los porcentajes de captura y límites de emisión exigidos por la norma, la Fundición Chuquicamata debió detener su operación a partir de diciembre del 2018, reiniciando su operación en mayo del 2019. Ello implicó una merma productiva que se tradujo en una reducción de utilidades para el proceso de Fundición estimada en US\$k 151.000.

Es importante mencionar que la Fundición aún se encuentra en proceso de ramp-up asociado a la implementación de los proyectos que han permitido dar cumplimiento a las exigencias del DS 28, de modo que todavía existe una merma en la producción derivada de que la Fundición no ha alcanzado su estabilidad operativa (capacidad de diseño de fusión).

- División Salvador

La Fundición Potrerillos estuvo detenida desde el 12 de diciembre 2018 y el 22 de mayo 2019, en donde comenzó su puesta en marcha, lo cual fue debidamente informado a la SMA.

Adicionalmente, desde el 12 de enero 2020 hasta la primera semana de marzo 2020, la Fundición Potrerillos nuevamente experimentó una detención de sus operaciones, debido a una mantención mayor programada asociada al término de la instalación de ciertos equipos requeridos para el cumplimiento del DS 28. Ello fue debidamente informado a la SMA mediante los Informes de Detenciones Programadas ingresados en los meses de noviembre y diciembre 2019.

Considerando lo anteriormente indicado, la pérdida total en que incurrió la Fundición Potrerillos debido a las detenciones desde el 12 de diciembre 2018 hasta que comenzó su puesta en marcha el 22 de mayo 2019 y la mantención mayor programada entre el 12 de enero 2020 hasta la primera semana de marzo 2020, suma un total de US\$k 50.036.

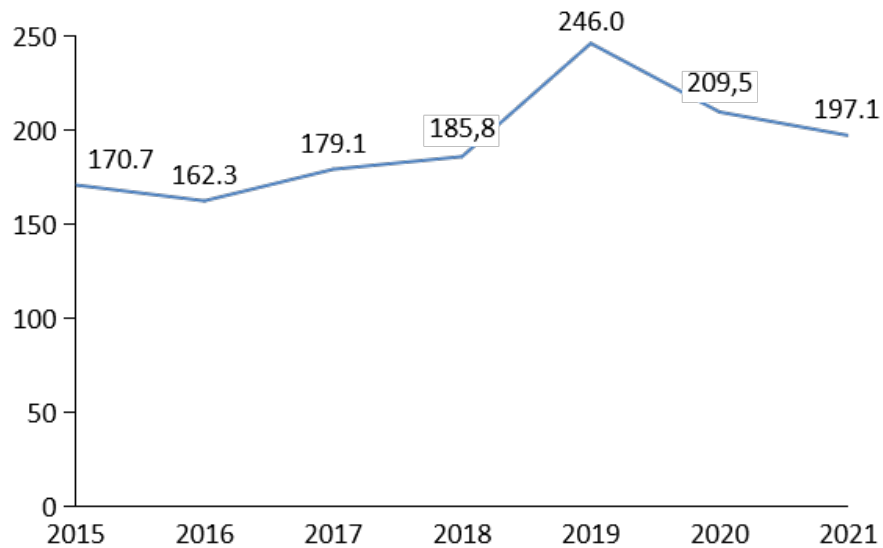


- **División Teniente**

En el caso de El Teniente, la implementación del DS 28 ha generado una disminución en la producción y un aumento de los costos. En el gráfico 1 se muestra un análisis productivo de la Fundición Caletones, en el cual se aprecia el impacto a nivel productivo del cumplimiento de la referida normativa ambiental, generado por una disminución de producción y un aumento de costos en los años 2018, 2019 y 2020. Se proyecta que recién para el año 2021 se retomaría la tendencia previa a la implementación de la normativa.

Gráfico 1. Costos anuales por tms producida en Fundición Teniente.

Por nivel de fusión CuCons DET (US\$/tms)





4. COSTOS ASOCIADOS A EXIGENCIAS DE MONITOREO POR CUMPLIMIENTO DS 28

Para dar cumplimiento a las diferentes exigencias de monitoreo establecidas en el DS 28, tales como los muestreos isocinéticos puntuales o discretos de material particulado y metales pesados (As, Hg), en las chimeneas de hornos de limpieza de escorias, plantas de secado de concentrado de cobre y plantas de ácido; el monitoreo continuo de SO₂ en las chimeneas de plantas de ácido/tostador; los monitoreos puntuales o discretos de opacidad en las chimeneas de hornos de refino; así como también a las auditorías anuales de verificación del balance de Arsénico y Azufre, Codelco ha debido incorporar en sus presupuestos anuales un total de US\$⁴k 1.075, según el siguiente detalle.

Tabla N°7. Costos anuales asociados al Cumplimiento de DS28.

Compromiso	Costo Anual US\$^k
Monitoreos CEMS SO ₂	625
Monitoreos Isocinéticos	365
Opacidad RAF	30
Auditorías Balance As-S	55
TOTAL	1.075

⁴ No considera costos de la fundición Teniente



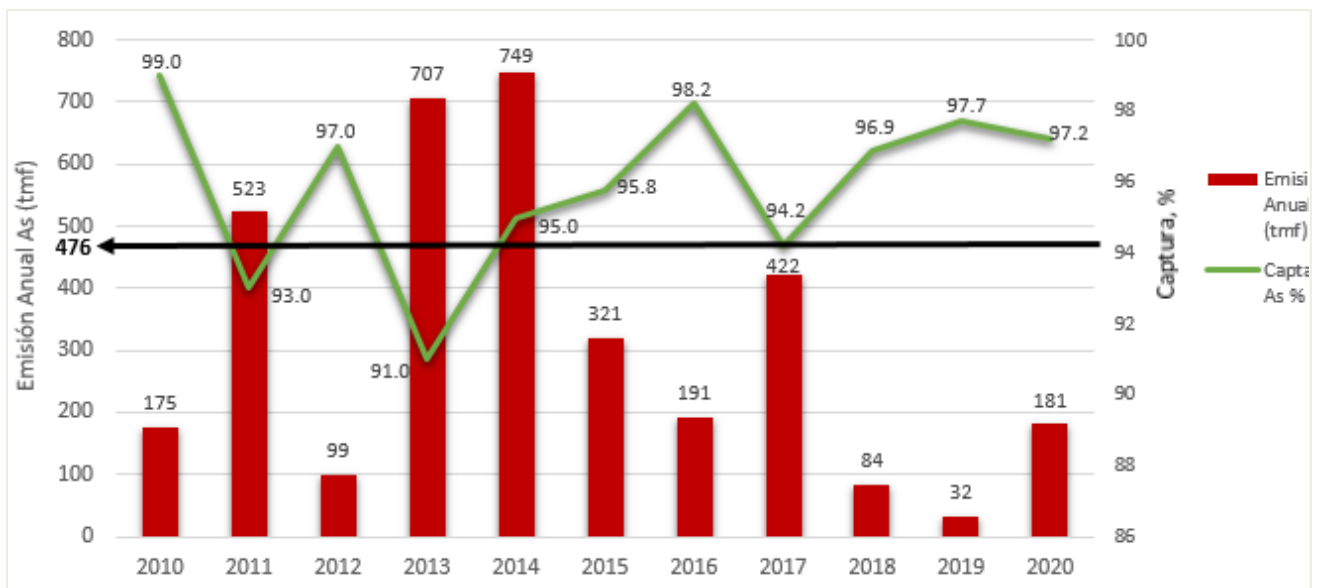
5. EMISIONES PERIODO 2010-2020

- División Chuquicamata

Como se observa en los siguientes gráficos, División Chuquicamata ha cumplido con los límites establecidos por el DS 28 tanto para Arsénico como para SO₂, comprometiendo producciones y procesos que aún están en puesta en marcha.

En el caso de Codelco División Chuquicamata, el límite anual de As establecido por DS 28 corresponde a 476 toneladas anuales, exigible a partir de diciembre del año 2018.

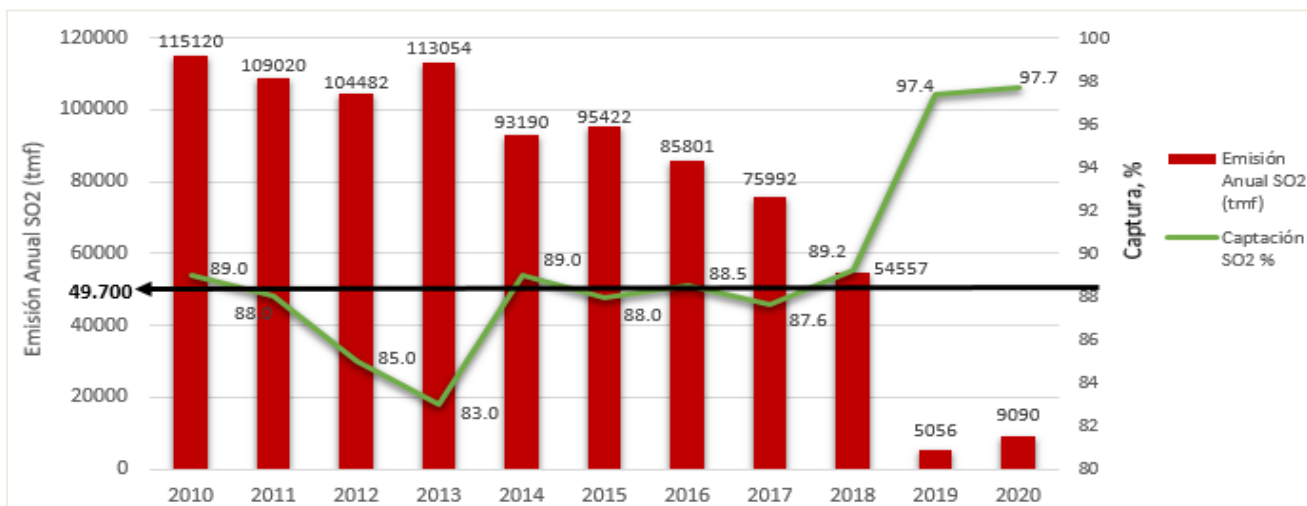
Gráfico N°2. Emisiones y captura de As División Chuquicamata.



El límite anual de SO₂ para Codelco División Chuquicamata, establecido por DS 28 corresponde a 49.700 toneladas anuales, exigible a partir de diciembre del año 2018.

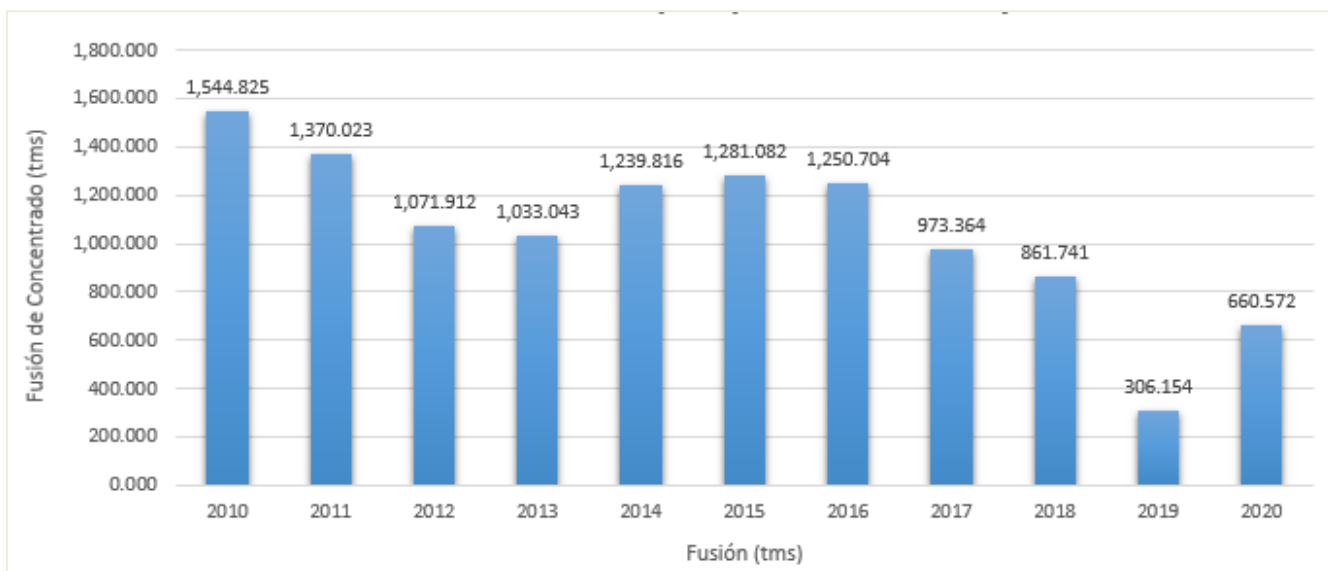


Gráfico N°3. Emisiones de SO₂ y captura de S División Chuquicamata.



Según se observa en la siguiente gráfica, que muestra la fusión anual de concentrado de cobre de la Fundición Chuquicamata en un período de 10 años, desde la entrada en vigencia del DS 28 se ha mantenido una tasa muy inferior a las capacidades normales de operación, que si bien ha venido aumentando, aun no alcanza los niveles correspondientes a un régimen normal de operación.

Gráfico N°4. Fusión de concentrado División Chuquicamata.



Dado lo anterior, se debe considerar que las emisiones generadas para los años 2019 y 2020 no son representativas de una operación en régimen normal, considerando las siguientes situaciones:



- El Complejo Fundición Chuquicamata detuvo su operación a partir de diciembre del 2018, para dar cumplimiento al DS 28 mientras se concluían las obras y mejoras requeridas para alcanzar los niveles de captura exigidos por la normativa, reiniciando su operación en mayo del 2019.
- Producto de la implementación del DS 28, a partir del año 2019 sólo operan el Secador N°6 y un Horno Flash, dejándose fuera de la línea productiva los Secadores N°4 y N°5, el Convertidor Teniente N°2 y un Horno Flash. Ello implicó reducir capacidad de fusión desde 1.650.000 a 1.400.000 tms.
- Las horas de operación del Horno Flash durante el año 2019 fueron 3.413, fundiendo un total de 306.154 (tms), lo que corresponde a un 40% y 31% de la tasa de fusión proyectada en la planificación de la empresa (PO y PND), debido a la detención y posterior reinicio de la operación del Complejo Fundición.
- Durante el año 2020 tampoco se alcanzó la capacidad máxima de diseño y aprobada, para la fusión de 1.400.000 tms de concentrado de cobre al año, fundiendo sólo 660.572 tms con una operación total de 5.919 hrs.
- Debido a que el Complejo Fundición Chuquicamata aún se encuentra en proceso de ramp-up asociados a la implementación de los proyectos que permiten dar cumplimiento a las exigencias del DS 28, los datos de emisión y captura de SO₂ y As, no son representativos, dado que la Fundición aún no logra su estabilidad operativa.

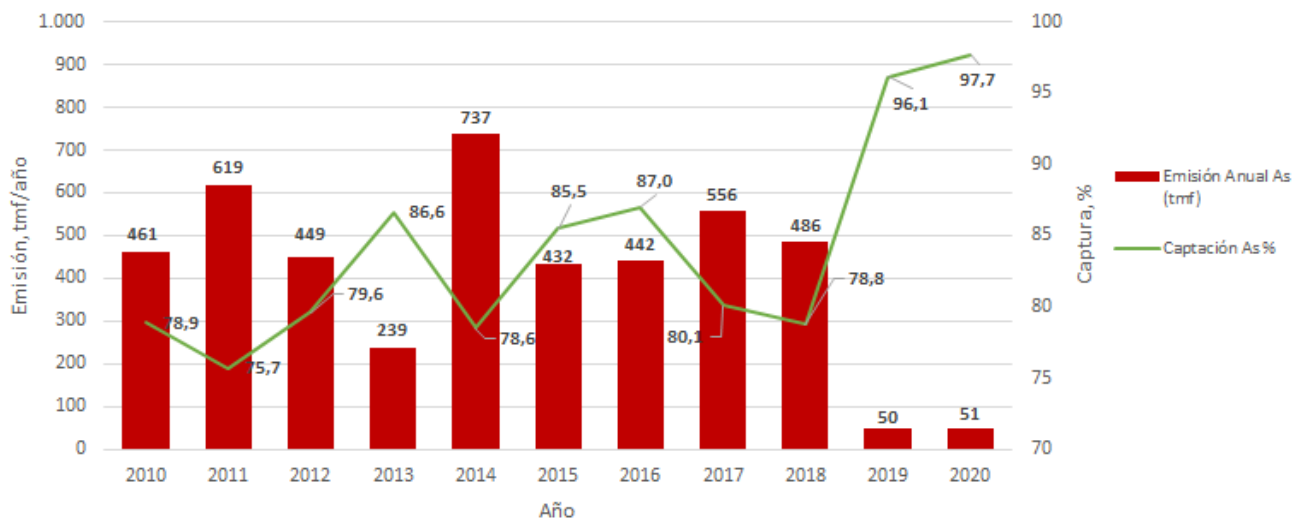
- **División Salvador**

En el caso de Codelco División Salvador, el límite anual de As establecido por el DS 28 corresponde a 157 toneladas anuales, exigible a partir de diciembre del año 2018. La puesta en marcha de los proyectos Mejoramiento Integración Captación Procesamiento Gases y Tratamiento de Humos Negros, que contemplaron las mejoras implementadas para el cumplimiento a esta normativa, comenzó en el mes de mayo de 2019, fecha en que se reinició paulatinamente la operación de la Fundición.

En la gráfica siguiente se pueden observar la evolución de los niveles de emisión y de captura de As alcanzados por la Fundición Potrerillos en los últimos años.

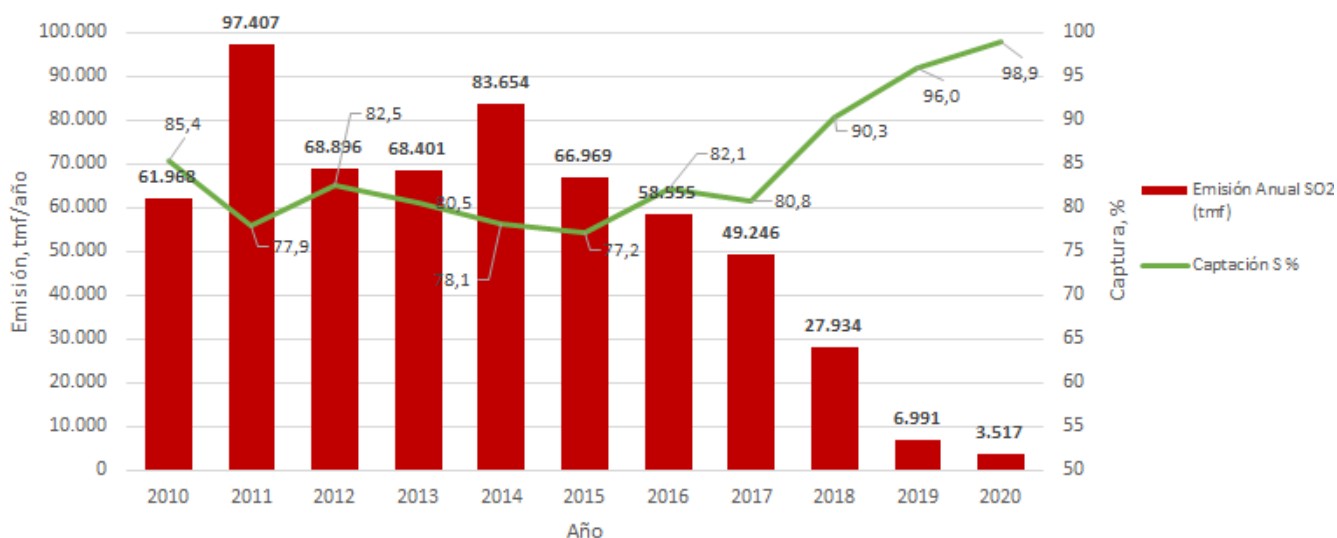


Gráfico N°5. Emisiones y captura de As Fundición Potrerillos.



Con respecto al SO₂, el límite anual establecido por el DS 28 corresponde a 24.400 toneladas anuales, también exigible a partir de diciembre de 2018, registrándose su cumplimiento a partir del año 2019, como se puede observar en el siguiente gráfico. El cumplimiento se logró con los dos proyectos antes mencionados, que materializaron las mejoras requeridas para satisfacer las exigencias de la normativa, considerando también un lapso de detención hasta mayo de 2019.

Gráfico N°6. Emisiones de SO₂ y captura de S Fundición Potrerillos.

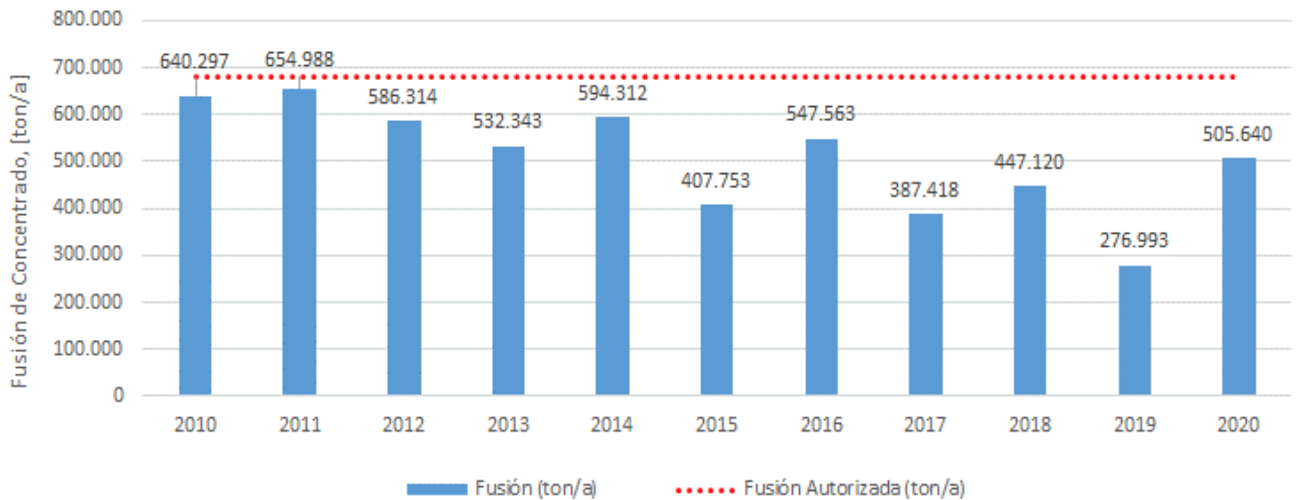


Al igual que en el caso de la Fundición Chuquicamata y como puede observarse en la siguiente gráfica, que muestra la fusión anual de concentrado de cobre de la Fundición Potrerillos en un período de 10 años, desde la entrada en vigencia del DS 28 se ha mantenido una tasa muy inferior



a las capacidades normales de operación, que si bien ha venido aumentando, aun no alcanza los niveles correspondientes a un régimen normal de operación ni los aprobados ambientalmente para esta instalación.

Gráfico N°7. Fusión de concentrado Fundición Potrerillos.



En el caso de la Fundición Potrerillos, el año 2019 se logró una fusión de concentrado de 276.993 ton/a, muy por debajo a lo autorizado (680.000 ton/a), con un porcentaje de captura de As y S de 96,1 % y 96,0 % respectivamente, y una emisión anual de As de 50 ton/a y de SO₂ de 6.991 ton/a.

Sin embargo, como se ha hecho notar, no se llegó a la capacidad máxima de fusión autorizada, lo que se explica principalmente por la detención mayor de la fundición debido a la construcción de los proyectos antes mencionados, cuya implementación terminó en la tercera semana de mayo 2019. Posterior a esa fecha, comenzó la puesta en marcha de la fundición, por lo que en el año 2019, la operación anual de esta planta fue de aproximadamente 7 meses.

Durante el año 2020 ocurre una situación similar a la del año 2019, es decir, se logró cumplir con el DS 28, sin embargo, hubo una merma de fusión de concentrado, no alcanzando los niveles normales y autorizados. Una de las causas principales fue, en este caso, la detención mayor ocurrida entre los meses de enero y febrero de 2020, en donde se culminaron las actividades de instalación de equipos asociados al cumplimiento de esta normativa.

Dicho lo anterior, es importante indicar que la ingeniería del proyecto “Mejoramiento Integral Captación y Procesamiento Gases Fundición Potrerillos” que ha permitido ajustar la Fundición Potrerillos a las exigencias del DS 28, considera los siguientes indicadores de cumplimiento:



Tabla N°8: Datos asociados a cumplimiento DS N°28/13 con y sin proyecto fundición Potrerillos.

ITEM	Con Proyecto [Min-Max]	Norma DS N°28/13
Captura S, %	95,0% - 95,4%	≥ 95%
Captura As, %	95,0% - 95,6%	≥ 95%
Emisión S, tpa	11.944 - 10.989	≤ 12.200
Emisión As, tpa	150 - 132	≤ 157
SO2 chimenea Planta Acido, ppm	<600	< 600

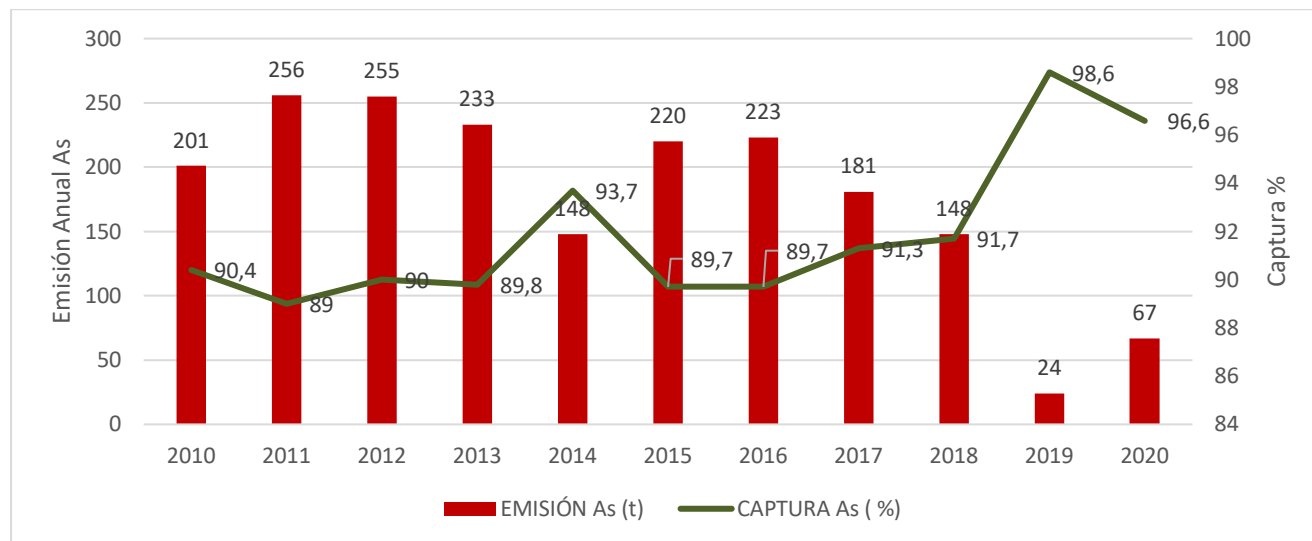
Fuente: Ingeniería proyecto "Mejoramiento Integral Captación y Procesamiento Gases Fundición Potrerillos"

De la tabla anterior se puede desprender que con las instalaciones actuales y logrando operar a capacidad completa de acuerdo a la fusión de concentrado autorizada (680.000 ton/a), la Fundición Potrerillos logrará capturas de S y As muy cercanas al 95%, cumpliendo el límite establecido en el DS 28, siendo estos porcentajes los que representan la operación normal o en régimen de esta faena y no los obtenidos durante el año 2019 y 2020, periodos en que no se ha logrado operar a plena capacidad.

- División Teniente

El límite anual de As establecido por el DS 28 para Codelco División El Teniente corresponde a 130 toneladas anuales, cuyo cumplimiento a partir del año 2019, junto con la exigencia del 95% de captura, se puede observar en el siguiente gráfico.

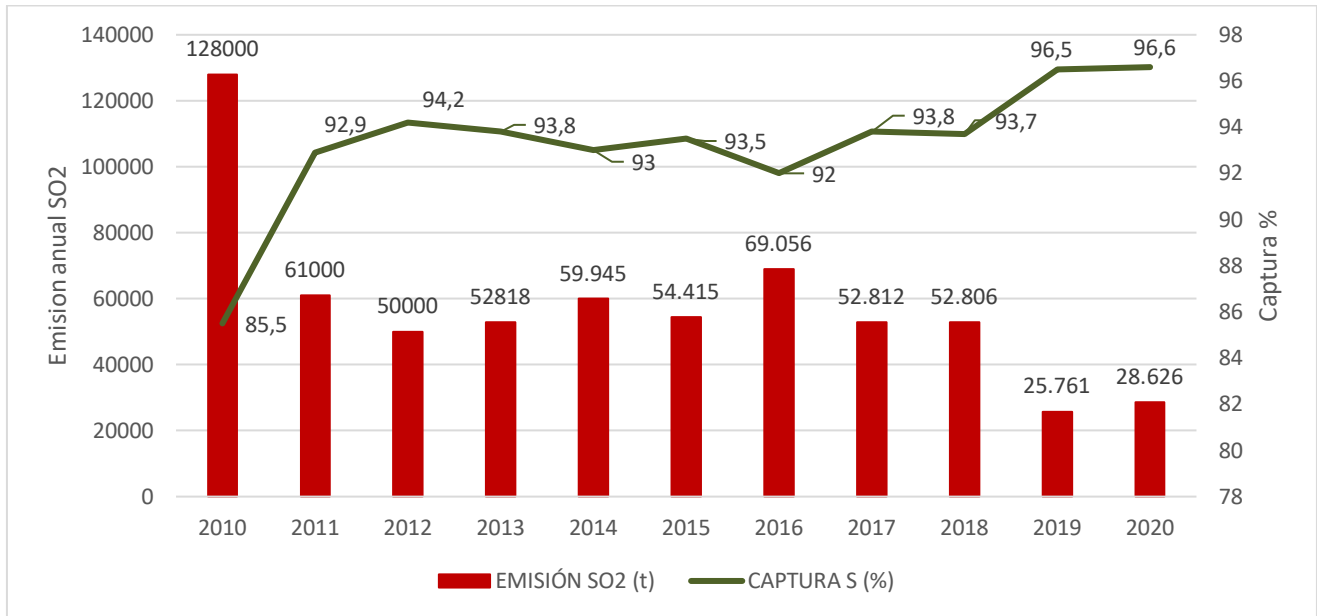
Gráfico 8. Emisión y porcentaje de captura de As Fundición Caletones –El Teniente.





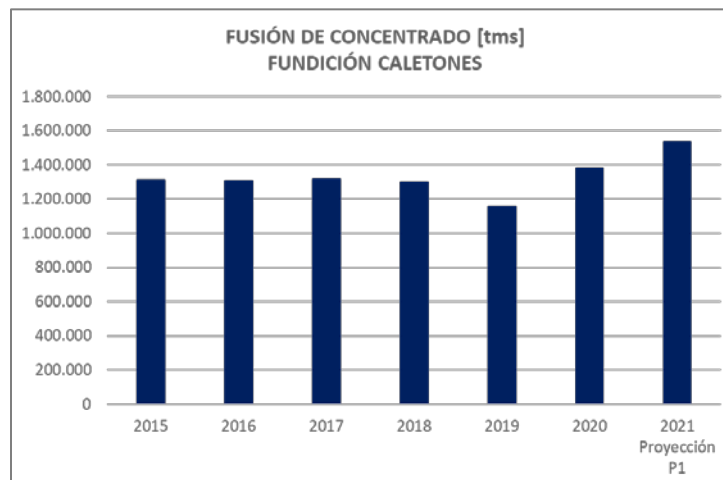
Con respecto al SO₂, el límite establecido por el DS 28 para la Fundición Caletones corresponde a 47.680 t/año. En el siguiente gráfico se observa el cumplimiento del límite de la emisión total anual y del 95% de captura de SO₂.

Gráfico 9. Emisiones de SO₂ y captura de S Fundición Caletones - El Teniente.



A continuación, se presenta una gráfica de la Fundición Caletones de Codelco División El Teniente, que muestra la fusión anual de concentrado de cobre en un periodo de 5 años.

Gráfico 10. Fusión de concentrado anual (tms).



Si bien la Fundición Caletones no debió paralizar sus operaciones durante 2019 a consecuencia de las exigencias del DS 28, y por lo tanto presentó niveles de fusión más estables en los últimos dos años, tampoco ha alcanzado su capacidad operacional óptima, proyectándose un aumento



para el año 2021 para lograr dicha capacidad. Por lo mismo, las emisiones y porcentajes de captura logrados en 2019 y 2020 deben analizarse a la luz de los niveles de fusión alcanzados, por debajo de los óptimos operacionales y productivos.

- **Fundición Ventanas**

En el caso de Codelco División Ventanas, el límite anual de As establecido por el DS 28 y por el DS. N° 105 de 2018, del Ministerio del Medio Ambiente⁵ (PPDA Concón, Quintero, Puchuncaví), corresponde a 48 toneladas anuales, exigibles a partir del año 2016 al tratarse de una fundición que contaba con plantas de ácido de doble contacto al momento de la publicación de dicha norma de emisión.

El cumplimiento del límite de emisión indicado y del porcentaje de captura exigido por la norma se muestra en el gráfico siguiente.

Gráfico N°11. Emisiones y captura de As Fundición Ventanas



Por su parte, el límite anual de SO₂ establecido por el DS 28 para Codelco División Ventanas correspondía, hasta antes de la publicación del PPDA Concón, Quintero y Puchuncaví (marzo de 2019), a 14.650 t/año. Luego, a partir del año 2019, el límite de emisión de SO₂ establecido en el PPDA corresponde a 10.561 t/año, el que debe cumplirse en el plazo de 3 años desde la publicación del DS 105. Una vez finalizado este plazo, es decir, el año 2022, el límite de emisión de SO₂ corresponderá a 9.523 t/año, lo que implica una disminución del 35 % en relación a los límites establecidos en el DS 28.

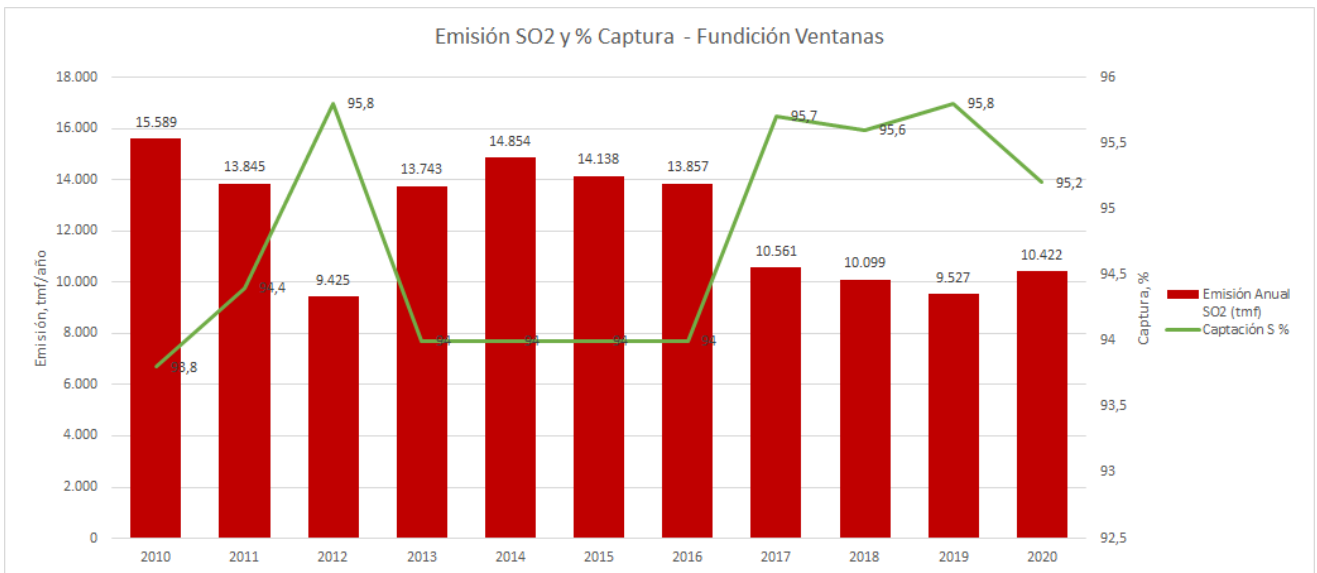
⁵ Aprueba Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví



En este contexto, más allá del cumplimiento del DS 28 y de las inversiones realizadas por División Ventanas para tal propósito, para lograr el límite de emisión para SO₂ establecido en el DS 105/PPDA sin perder rendimiento operacional, logrando mayor fusión, se hace necesario implementar nuevos proyectos de abatimiento de SO₂ que aumenten los porcentajes de captura, para los cuales ya se están desarrollando las etapas de ingeniería.

En la siguiente gráfica se muestran los resultados obtenidos en emisión y captura de SO₂ por la Fundición Ventanas en los últimos 10 años.

Gráfico N°12. Emisiones SO₂ y captura de S Fundición Ventanas



En cuanto a los niveles de fusión en la Fundición Ventanas, la gráfica siguiente muestra que la fusión anual de concentrado de cobre lograda en los últimos años se mantiene por debajo de las capacidades autorizadas y los óptimos operacionales.



Gráfico N°13. Fusión de concentrado Fundición Ventanas



Se observa, por ejemplo que en el año 2017 se logró una fusión de concentrado cercana a los 417.000 t/año, pero con un porcentaje de captura de SO_2 fue de 95,87 % y una emisión anual de SO_2 de 10.561 t/año, que corresponde al límite definido por el Ministerio de Medio Ambiente para Codelco Ventanas en un plazo de 3 años, en el PPDA/DS 105. En contraste a este resultado, para el año 2020, con una fusión de 360.664 t/año de fusión de concentrado, con un porcentaje de captura de SO_2 de 95,2 %, se obtuvo una emisión anual de SO_2 de 10.422 t/año.



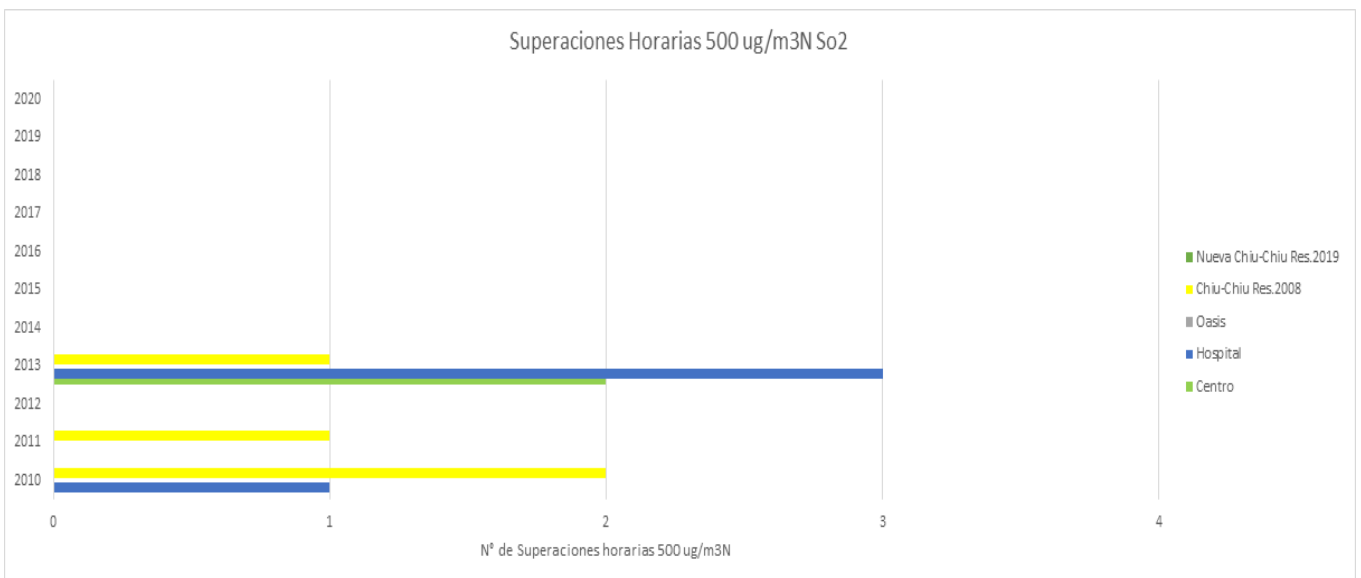
6. MEJORAMIENTO CALIDAD DEL AIRE

Con la implementación de los diferentes proyectos ambientales en cada una de las Divisiones de Codelco, la calidad del aire de las estaciones de monitoreo conectadas al SINCA ha mostrado un mejoramiento en las concentraciones de SO₂, tal cual queda reflejado en los informes de cumplimiento elaborados por la Superintendencia de Medio Ambiente y se describe caso a caso en los párrafos siguientes.

- División Chuquicamata

En los últimos 10 años, las estaciones de monitoreo de calidad de aire emplazadas en Calama y en Chiu-Chiu han registrado una disminución absoluta de superaciones horarias por sobre los 500 µg/m³N de SO₂ de acuerdo a la norma primaria de calidad del aire para SO₂ establecida en el D.S. N°104/2018, según se observa en el gráfico N°14:

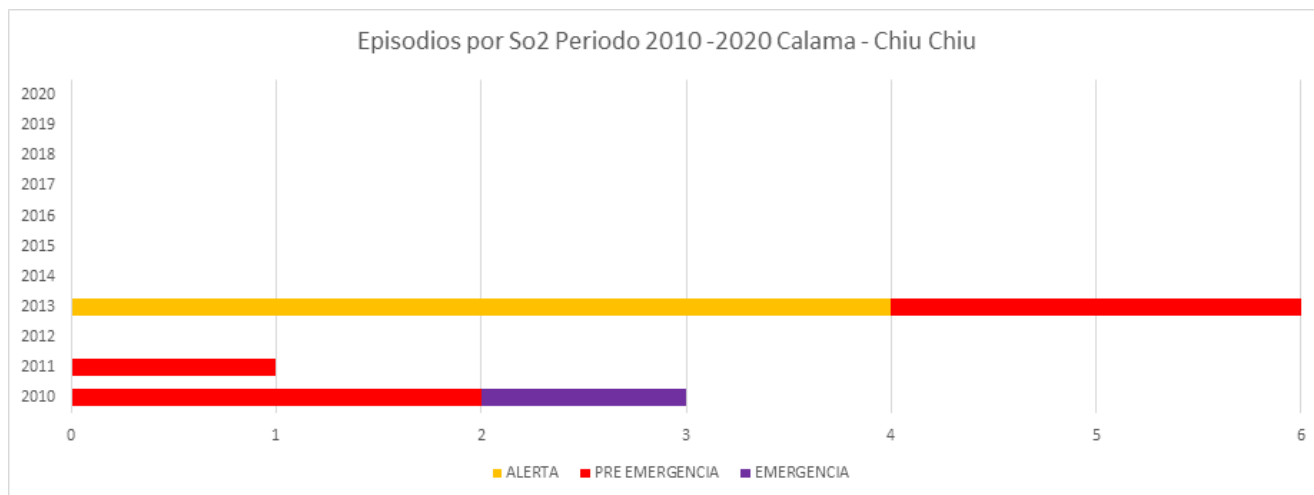
Gráfico N°14: Superaciones Horarias D.S.N°104/2018 Calama y Chiu-Chiu 2010-2020.



En esta misma línea, como se muestra en la gráfica siguiente, a partir del año 2014 no se han registrado los episodios por niveles de emergencia ambiental por aumento en concentración horaria de SO₂, en las estaciones de monitoreo de calidad de aires emplazados en Calama y en Chiu-Chiu.



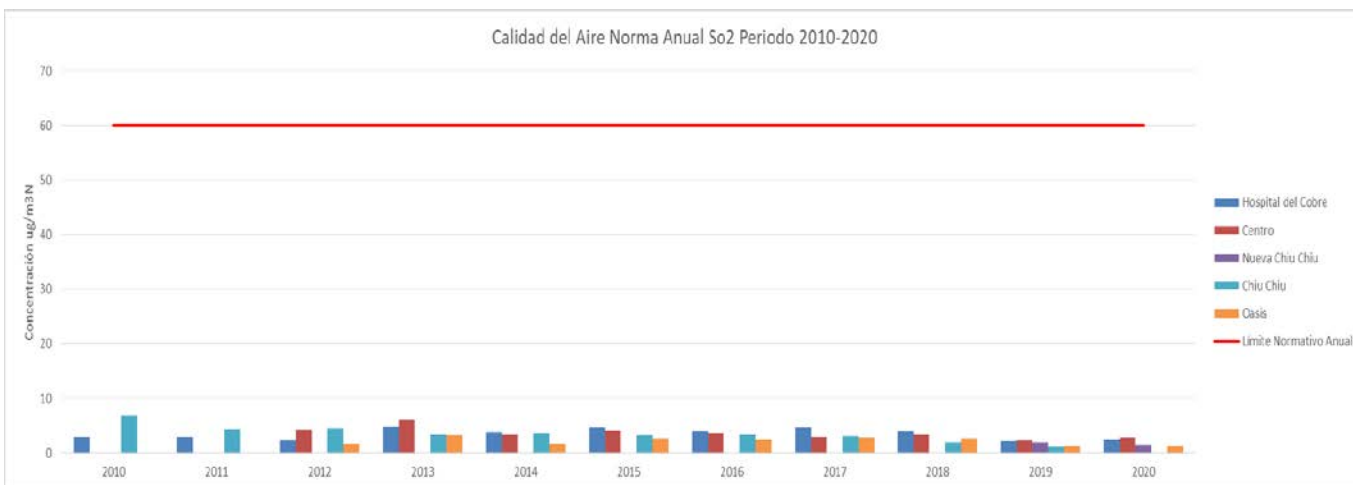
Gráfico N°15: Episodios por Niveles de Emergencia (D.S.N°104/18) Calama y Chiu-Chiu 2010-2020.



En resumen, desde el año 2014 que no se registran episodios asociados a niveles de emergencia ambiental por SO₂ en las estaciones de monitoreo de calidad de aire emplazadas en Calama y en Chiu-Chiu.

Con respecto al comportamiento de la concentración anual de SO₂ registrada en la red de monitoreo de calidad del aire existente en Calama y Chiu-Chiu, como se observa en la gráfica siguiente, existe una disminución gradual entre los años 2010 y 2020:

Gráfico N°16: Calidad del Aire para SO₂ en Calama y Chiu-Chiu periodo 2010-2020.



- División Salvador

Codelco División Salvador, tiene operativas 2 estaciones de calidad de aire en la zona industrial de Potrerillos, que corresponden a las estaciones Doña Inés y CAP, la primera de ellas más cerca



de la fuente. Adicionalmente, se mantienen operativas otras estaciones de calidad de aire, por ejemplo, la estación Cine Inca, ubicada en el centro de la ciudad de El Salvador y que cuenta con representatividad poblacional (EMRPG), donde se mide Material Particulado (MP) y se realiza análisis químico de la muestra para detectar la cantidad de As en $[\mu\text{g}/\text{Nm}^3]$.

El comportamiento de las concentraciones de As y SO_2 , medidas en $[\mu\text{g}/\text{Nm}^3]$ promedio anual, que se desprende del monitoreo de estas estaciones, se puede visualizar a continuación:

Gráfico N°17: Cuantificación de As ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) promedio año en MP

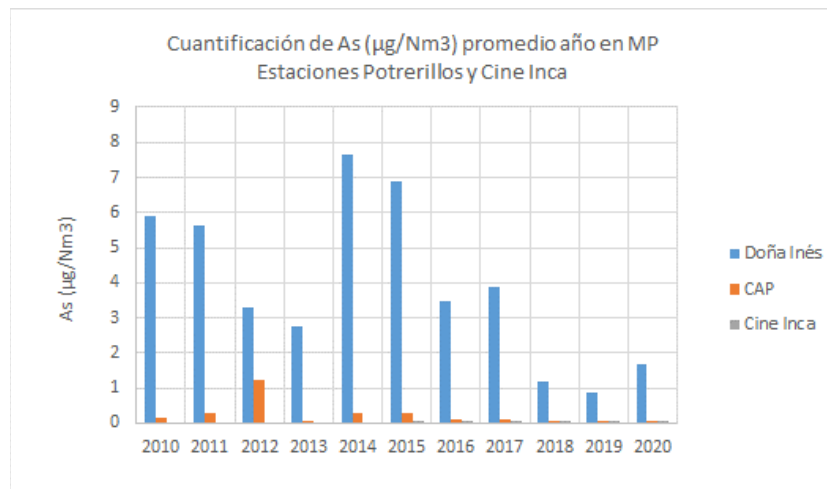
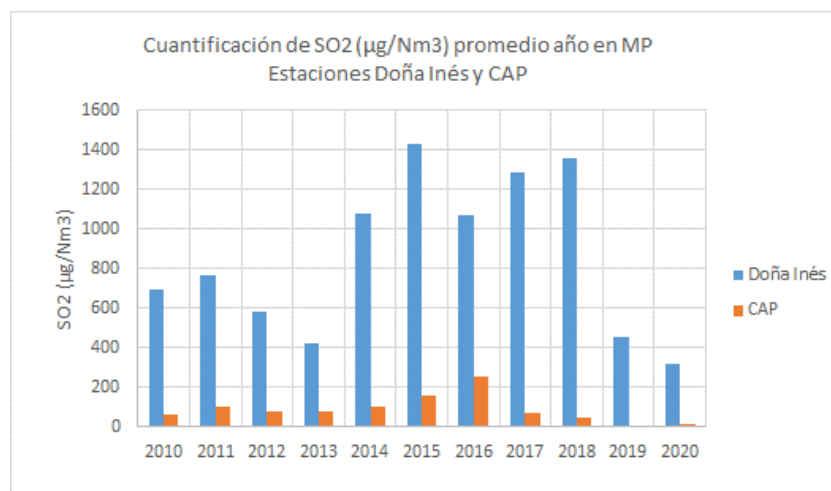


Gráfico N°18: Cuantificación de SO_2 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) promedio año en MP



- División Teniente

A continuación se presenta la información de la estación de monitoreo de calidad de aire Coya Población, con representatividad poblacional (EMRPG) para la norma primaria de calidad de aire



para dióxido de azufre (SO₂), la cual pertenece a la Red de Calidad de Aire Codelco División El Teniente.

Gráfico N°19. Estación Coya Población, Concentración Anual SO₂

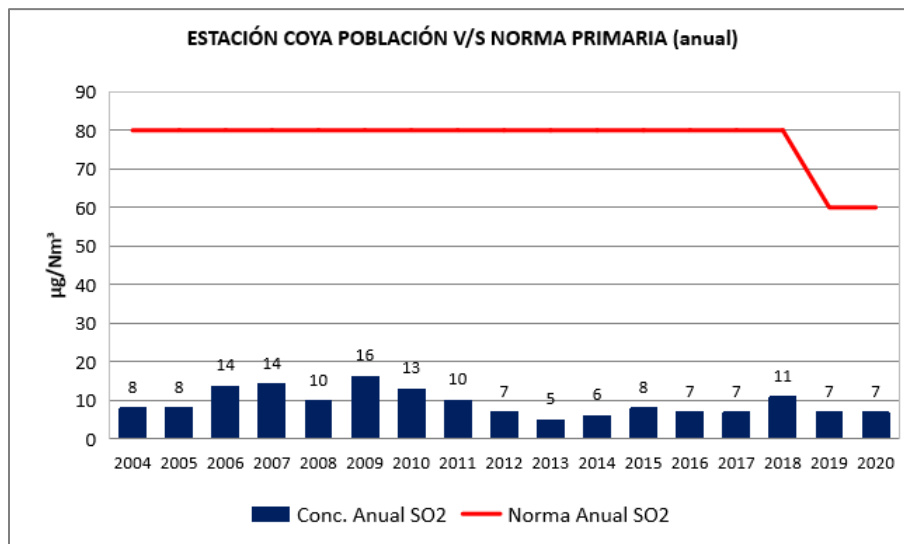
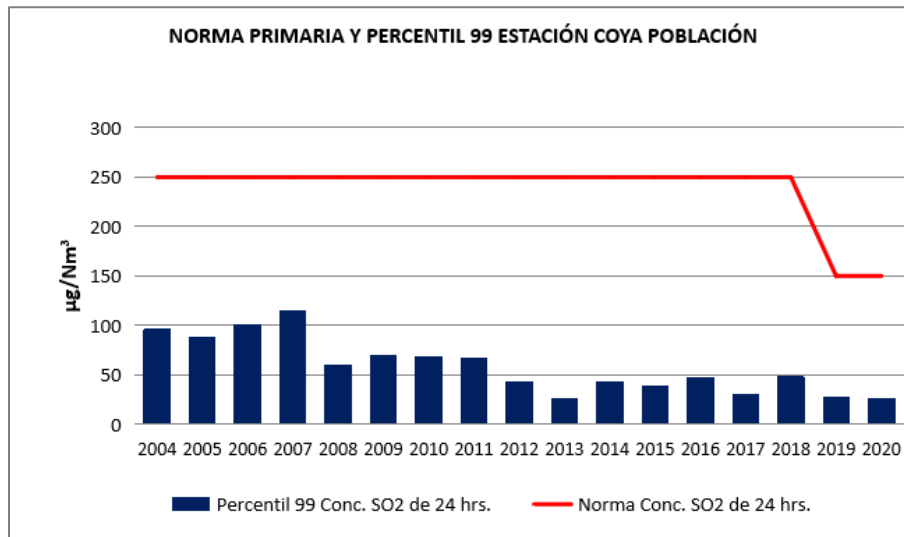


Gráfico N°20. Estación Coya Población, Percentil 99 Concentración SO₂ 24 hrs.



Los registros capturados por la estación Coya Población (EMRPG), la cual se encuentra conectada al SINCA, han evidenciado una disminución en las concentraciones de SO₂ asociadas a la calidad del aire, lo cual queda reflejado en los informes de cumplimiento y se ilustra en el Gráfico 21.

Adicionalmente, en el Gráfico 22 se entregan las concentraciones de SO₂ medidas en la misma estación y reportados según DS. N° 81 de 1998 del Ministerio Secretaría General de la



Presidencia⁶, y en el Gráfico 23, la concentración de As medida en los filtros MP10 de la misma estación.

Gráfico N°21. Concentración de SO₂ registrado por la estación Coya Población 2000-2020.

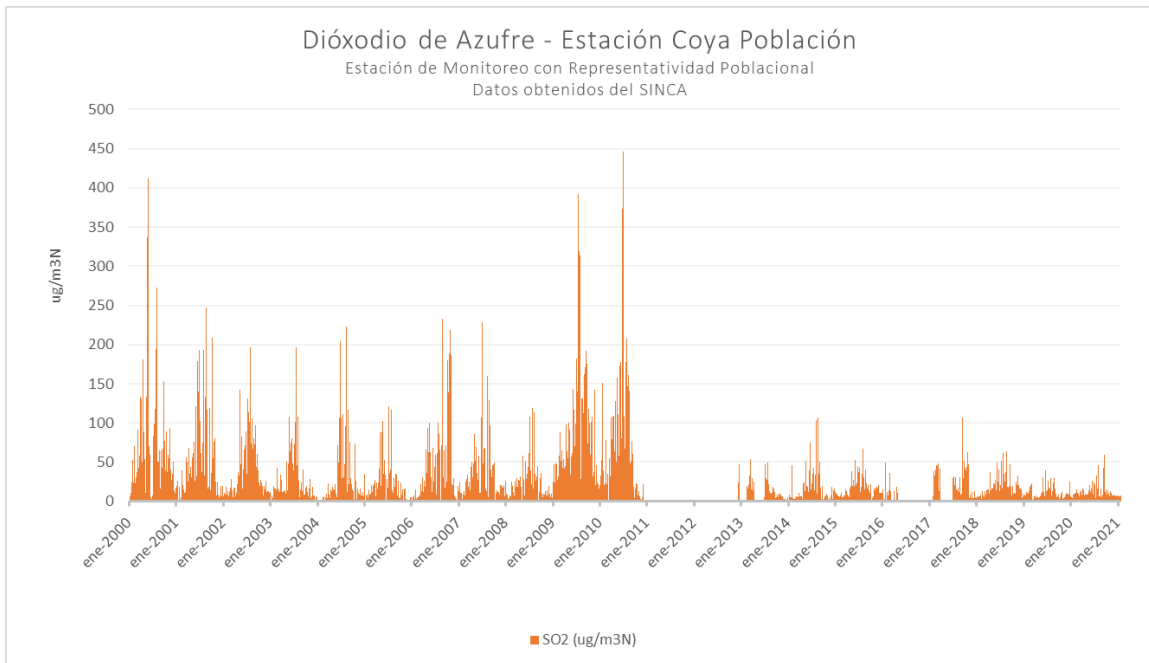
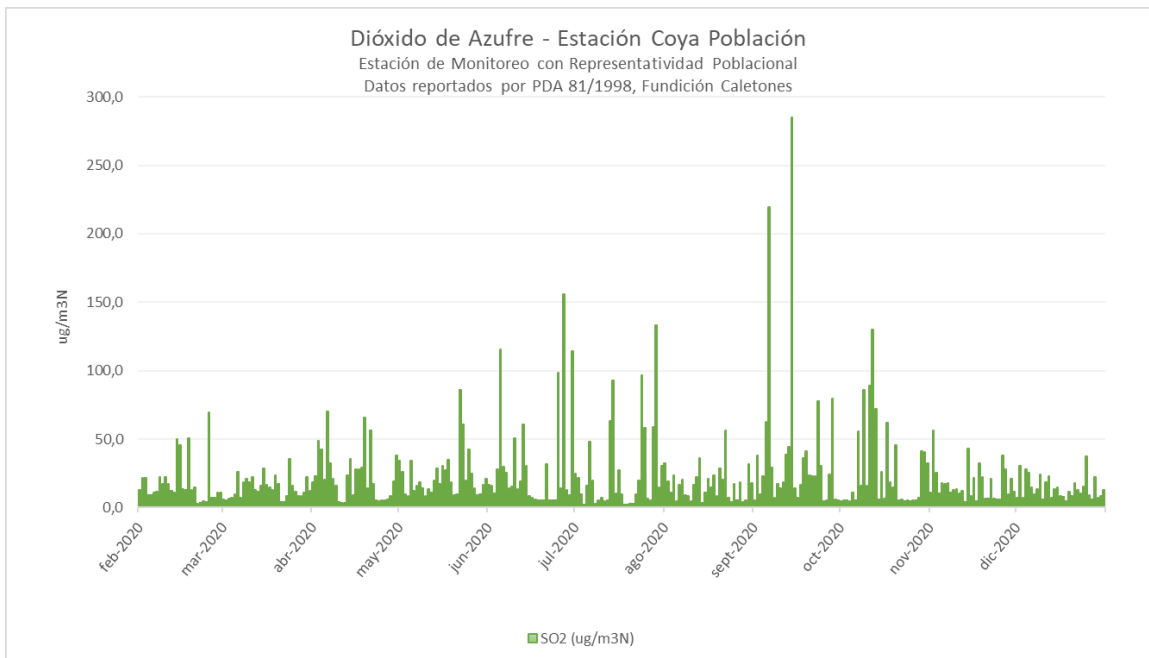


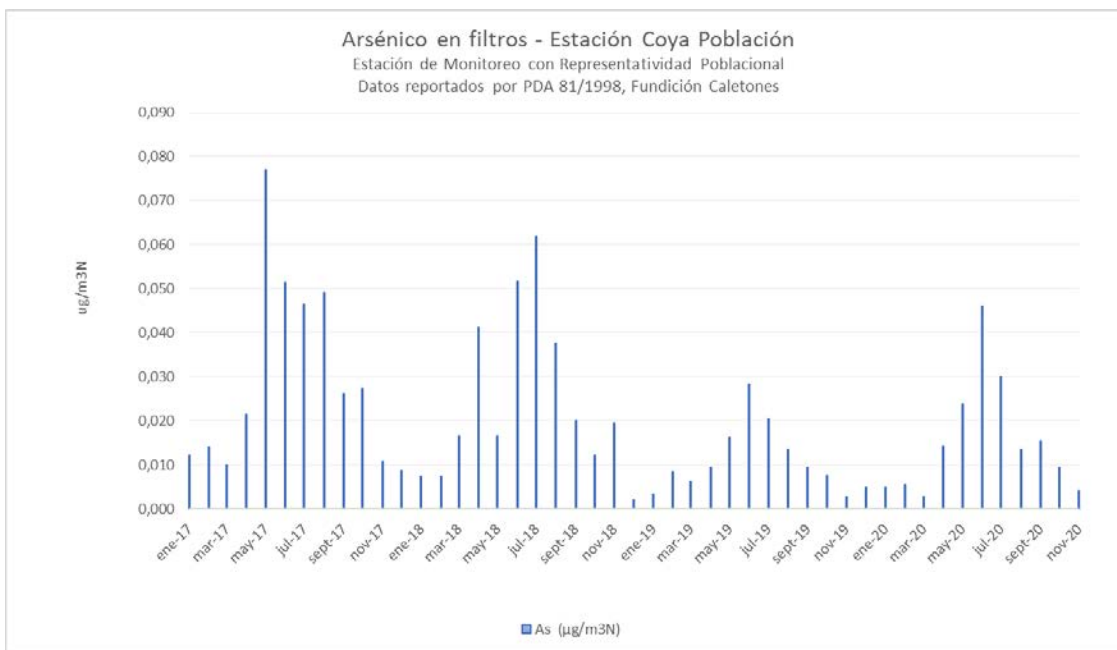
Gráfico N°22. Concentración de SO₂ del año 2020 (SISAT).



⁶ "Establece Plan de Descontaminación para el área circundante a la Fundación de Caletones de la División El Teniente de Codelco Chile".



Gráfico N°23. Concentración de As medida en filtros de MP10 Coya Población 2017-2020.



- División Ventanas

La red de monitoreo de calidad del aire del polo industrial de Quintero - Puchuncaví - Concón, muestra una disminución en el número de episodios críticos de SO₂ registrados para los últimos años, entre el 2016-2020, tal como se ve reflejado en el portal del Ministerio de Medio Ambiente (airecqp.mma.gob.cl) y se muestra en los siguientes gráficos:

Gráfico N°24: N° de Superaciones Horarias por 500 µg/Nm³ de SO₂

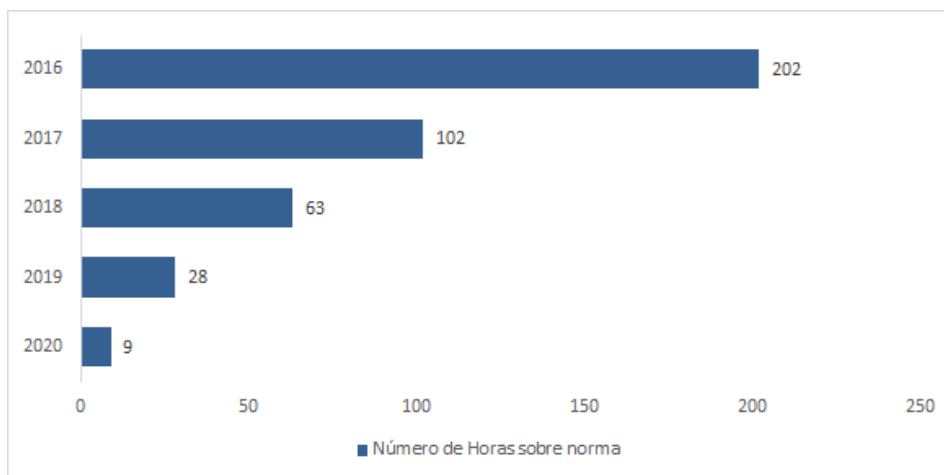
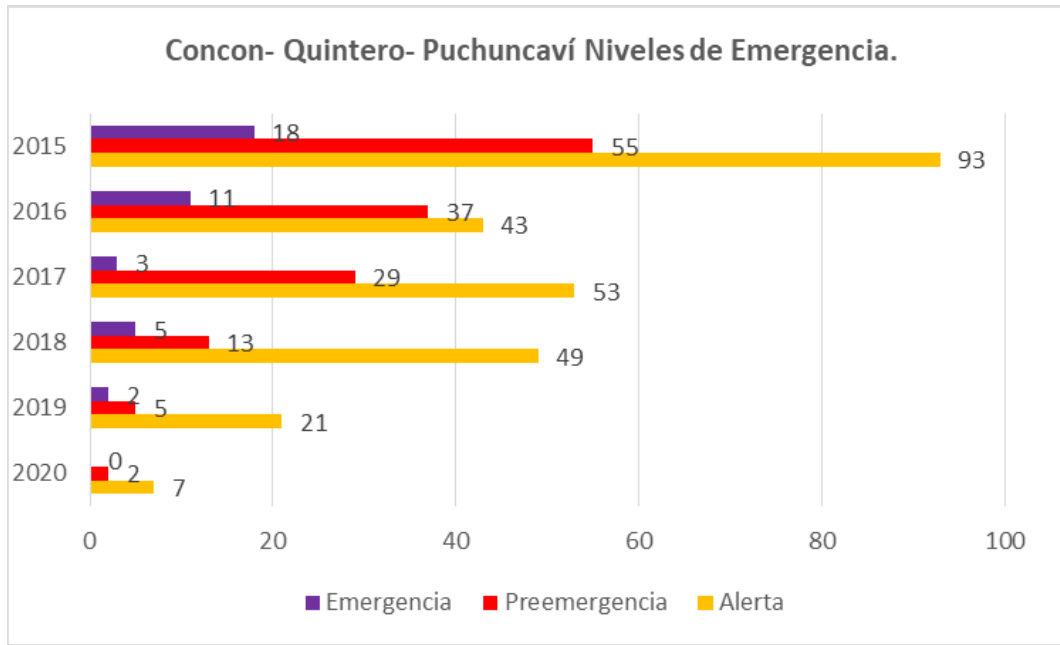




Gráfico N°25: Episodios por SO2



Durante el año 2020 no se registraron situaciones de emergencias, sólo dos pre-emergencias, mientras que el número de horas sobre 500 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) es el más bajo registrados en la historia (7 alertas), mejorando más aún la calidad del aire en comparación al año 2019.



7. IMPACTO DE NUEVAS RESTRICCIONES EN LA OPERACIÓN DE LAS FUNDICIONES

El cumplimiento del DS 28 significó para Codelco desarrollar inversiones en torno a los 2.200 millones de dólares, con extensos plazos de ejecución de más de 6 años, más 2 años de ramp-up para alcanzar los límites comprometidos en la normativa. Adaptar las operaciones para el cumplimiento de la normativa representó un desafío no menor, en el que incluso las fundiciones de Chuquicamata y Potrerillos tuvieron que detener sus operaciones con pérdidas estimadas de al menos US\$201.036. Es importante destacar que Chuquicamata aún se encuentra en proceso de ramp-up por lo cual no ha logrado alcanzar los niveles de producción comprometidos en su proyecto de adecuación a la normativa DS 28.

La Fundición Ventanas, presenta desafíos adicionales que deben ser considerados para el análisis de su continuidad. En primer lugar, Ventanas está sujeta a una Ley que la obliga a tratar concentrados y ánodos de Enami en esa Fundición, a través de contratos que a pesar de basarse teóricamente en tarifas de mercado, generan costos adicionales que son absorbidos por Codelco, asociados a la logística para la recepción y preparación de materiales de diversa procedencia, así como a la calidad y cantidad de dichos recursos.

Por otra parte, la capacidad de la Fundición Ventanas, que representa menos de un tercio de la capacidad de Caletones, impacta fuertemente sus costos por efectos de escala, y considerando su ubicación geográfica, dicha faena ve en riesgo permanente su licencia para operar ante episodios ambientales, ya sean propios o de terceros, por estar ubicada en una zona de alta sensibilidad social.

El valor de la Fundición Potrerillos depende fuertemente de lograr los niveles de utilización comprometidos que son de 91,7%, los que no se han alcanzado a la fecha, encontrándose en proceso de mejorar este relevante indicador para llevar esta instalación a niveles de procesamiento en torno a 700 Kt/año.

En efecto, la Fundición Potrerillos ha procesado en promedio 525 ktms de concentrados, equivalente a un 76% de su capacidad instalada. Ello tiene relación con una baja disponibilidad del tren de gases. Los rendimientos de cobre fueron menores a las recuperaciones contractuales hasta la entrada en operaciones de la planta de flotación de escorias.

En términos del cumplimiento del DS 28, en todas las fundiciones se han alcanzado niveles de capturas promedio sobre el 95%. Si bien se han obtenido porcentajes superiores a la exigencia normativa, ello se ha logrado con menores volúmenes de fusión dado que corresponde a un periodo de puesta en marcha.



Enfrentados a una eventual mayor exigencia de captaciones, se pueden vislumbrar escenarios de mejoras tecnológicas y medidas de captura de gases secundarios, con un importante aumento en los costos, y por lo tanto, con una reducción importante de la rentabilidad de los procesos de fusión y conversión.

En todos los escenarios, se concluye que el límite que fijen las nuevas exigencias determinará el nivel de inversiones y plazos de ejecución, pero que en ningún caso sería posible rentabilizar dichas inversiones, pues el grueso de los proyectos estaría destinado a mejorar captaciones, con altos volúmenes de gases y muy bajas concentraciones, con lo cual esa mayor captura solo constituirá costos. Alternativas de crecimiento de los niveles de fusión con mayores captaciones y menores costos de operación estarían descartados por las altas inversiones requeridas y la situación de endeudamiento de la empresa, versus la baja rentabilidad asociada.

En resumen, la implementación del DS28 ha sido exitosa en Codelco y se ha logrado cumplir las exigencias requeridas. Sin embargo, los proyectos realizados para dicho cumplimiento son muy recientes, en operación por menos de 18 meses, tiempo que se estima insuficiencia para analizar los resultados e impactos de esa normativa. Parece, por lo mismo, apresurado realizar modificaciones que aumenten las exigencias ambientales mientras no se cuente con un período adecuado de análisis de los resultados del DS 28.

Al respecto, debe considerarse también que las limitaciones estructurales de las fundiciones de Codelco implican necesariamente que mayores exigencias se traducirán en nuevas inversiones en complejos proyectos de ingeniería, cuya viabilidad deberá analizarse y aprobarse por las instancias pertinentes a la luz de las evaluaciones del negocio, cuyas restricciones hacen prever eventuales cierres y operaciones parciales. Por lo mismo, la revisión de la normativa debe ponderando tanto los beneficios ambientales buscados como los costos e impactos para la continuidad de la actividad.