

**REPÚBLICA DE CHILE**  
**CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD**  
**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**

**SE PRONUNCIA FAVORABLEMENTE SOBRE  
PROYECTO DEFINITIVO DEL PLAN DE PREVENCIÓN  
Y DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA LAS  
COMUNAS DE CONCÓN, QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ.**

En Sesión Ordinaria de 26 de diciembre de 2018, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, ha adoptado el siguiente Acuerdo:

**Acuerdo N° 26/2018**

**VISTOS:**

Lo dispuesto en la ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; en el D.S. N°39 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento Para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación, en la Resolución N°1.600, de 2008, de la Contraloría General de la Republica, que fija normas sobre exención de trámite de toma de razón, y

**CONSIDERANDO:**

1. Que, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 71 letra f) de la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, corresponde al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, pronunciarse sobre los proyectos de ley y actos administrativos que se propongan al Presidente de la Republica, cualquiera sea el ministerio de origen, que contenga normas de carácter ambiental señaladas en el artículo 70.
2. Que, por Oficio Ord. N°185538, de 19 de diciembre de 2018, la Ministra del Medio Ambiente, remitió al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, el Proyecto Definitivo del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, para su pronunciamiento.
3. Que, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, debatió y formuló observaciones al proyecto definitivo presentado, las que se han incorporado al texto que se adjunta a este Acuerdo y de las cuales quedó constancia en el acta respectiva.

**SE ACUERDA:**

1. **Pronunciarse favorablemente**, y en consecuencia, proponer a S.E. el Presidente de la República, el Proyecto Definitivo del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví que se adjunta y que se entiende formar parte del presente documento para todos los efectos legales.
2. **Elevar a S.E. el Presidente de la República** el proyecto definitivo mencionado, para su aprobación y posterior oficialización mediante Decreto Supremo expedido a través del Ministerio del Medio Ambiente, previa firma de los Ministros que correspondan.



*Carolina Schmidt Zaldívar*  
**CAROLINA SCHMIDT ZALDÍVAR**  
**MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE**  
**PRESIDENTA**  
**CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD**

*Paulina Sandoval Valdés*

**PAULINA SANDOVAL VALDÉS**  
**JEFA DIVISIÓN JURÍDICA**  
**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**  
**SECRETARIA**  
**CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD**

*RCK*  
RCK

Distribución:

- Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.
- Gabinete Ministerial, Ministerio del Medio Ambiente.
- División Jurídica, Ministerio del Medio Ambiente.
- División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente.

**PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA LAS COMUNAS  
DE CONCÓN, QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ.**

**CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES GENERALES**

**Artículo 1.** El presente Plan de Prevención y Descontaminación, en adelante el Plan, regirá en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, y tiene como objetivo evitar la superación de la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP10 (D.S. N°59/1998 de MINSEGPRES) como concentración anual, y de la norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP2,5 (D.S. N°12/2011 del MMA), como concentración de 24 horas, y recuperar los niveles señalados en la última norma mencionada, como concentración anual, en un plazo de 5 años.

**Artículo 2.** Los antecedentes que fundamentan el presente Plan se indican a continuación:

**I. Antecedentes y Descripción de la Zona Sujeta al Plan**

**1. Características Geográficas**

La zona geográfica a la que aplica el Plan, comprende las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, ubicadas en la región de Valparaíso, cuyos límites geográficos fueron fijados por el DFL N°3-18.715, de 1989, del Ministerio del Interior, respecto de las comunas de Quintero y Puchuncaví, y por la ley N°19.424, respecto de la comuna de Concón.

Las comunas de Concón, Puchuncaví y Quintero, se ubican en la costa de la región de Valparaíso. Si bien la comuna de Concón es un territorio separado de Quintero sólo por el Río Aconcagua, existe una conurbación como consecuencia del desarrollo y ampliación del parque industrial de ambas comunas.

**1. Antecedentes demográficos de la zona a la que aplica el Plan**

La zona geográfica a la que aplica el Plan, comprende las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, ubicadas en la región de Valparaíso. La población total, que representa a estas 3 comunas, es de 92.621 habitantes, correspondiente al 5,1% del total de la región de Valparaíso, según el informe de "Resultados Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile<sup>1</sup>. De acuerdo a dicho informe, la comuna de Puchuncaví posee una población de 18.546 habitantes. Por su parte, la comuna de Quintero posee una población de 31.923 habitantes y la comuna de Concón posee una población de 42.152 habitantes, siendo esta comuna la que posee la mayor densidad poblacional, con 549,9 habitantes/km<sup>2</sup>, mientras que Puchuncaví, posee la menor densidad poblacional con 61,7 habitantes/km<sup>2</sup>.

En relación a la "Incidencia de la pobreza en los hogares"<sup>2</sup>, la región de Valparaíso, presenta un valor correspondiente a un 6,2% (porcentaje de hogares por región); el que está por debajo del total nacional, que corresponde a un 7,6%.

---

<sup>1</sup><https://www.censo2017.cl/>

<sup>2</sup>[http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/Resultados\\_pobreza\\_Casen\\_2017.pdf](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/Resultados_pobreza_Casen_2017.pdf)

Desde el punto de vista del desarrollo económico en el territorio al que aplica el Plan, su ubicación en la zona central del país, sumado a su capacidad portuaria, energética, de infraestructura vial y cercanía con centros urbanos que la proveen de mano de obra y servicios asociados, han contribuido a una consolidación industrial, concentrándose en este territorio un porcentaje importante de la actividad industrial de la región.

### 3. Antecedentes Meteorológicos

Las estaciones de monitoreo de calidad del aire que cuentan con resolución de representatividad poblacional para material particulado y gases, forman parte de la red de vigilancia existente en la zona sujeta al presente Plan, registrando además de parámetros de calidad del aire y meteorología.

La distribución de estas estaciones, permite tener una importante cobertura de monitoreo en la zona aludida. Por otra parte, desde la entrada en vigencia del Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Las Ventanas en el año 1992, se han desarrollado diversos estudios<sup>3</sup> que han permitido definir aspectos meteorológicos que inciden en la dispersión de los contaminantes atmosféricos y la remoción del material particulado.

El análisis de la meteorología en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví (velocidad y dirección del viento, radiación solar, humedad relativa, y temperatura)<sup>4</sup>, permite constatar la existencia de un territorio complejo debido a que la variabilidad meteorológica está fuertemente modulada por efectos térmicos (mar/tierra). La zona costera posee un clima templado cálido con lluvias invernales, con temperaturas moderadas, sin nieve y casi sin heladas.

Este clima alcanza incluso los valles, caracterizándose por una gran cantidad de nubosidad que se observa todo el año, con mayor intensidad en invierno, asociada a nieblas y lloviznas. La precipitación media anual oscila entre 200 a 300 mm, alcanzando hasta 400 mm en la zona del río Aconcagua<sup>5</sup>. La temperatura y humedad están influenciadas por el dominio marítimo de la zona, dando paso a precipitaciones en forma de lluvia y neblinas de baja altura que llegan hasta la vertiente occidental de la cordillera de la costa.

Desde el punto de vista del transporte de contaminantes, es importante considerar la ocurrencia de los fenómenos de inversión térmica, tanto de superficie como de altura (inversión de subsidencia), la velocidad del viento y la presencia de nubosidad costera estratiforme (nubes bajas costeras). La frecuencia e intensidad de dichos fenómenos meteorológicos controlan el desarrollo vertical de la capa de mezcla, que a su vez controla el aumento de las concentraciones de contaminantes en las cercanías de las fuentes industriales, generando en ocasiones un fenómeno

---

<sup>3</sup> Estudios: (i) "Evaluación de exposición ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví", CENMA, de 2013; (ii) "Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica - Región de Valparaíso Implementación de un Modelo Atmosférico", UNTEC, de 2012; (iii) "Evaluación de Medidas Costo Efectivas para Revisar y Reformular el Plan de Descontaminación Ventanas", GEOAIRE, de 2015.

<sup>4</sup> Estudio "Evaluación de medidas costo efectivas para revisar y reformular el Plan de Ventanas", GEOAIRE 2015; y "Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica - Región de Valparaíso Implementación de un Modelo Atmosférico" UNTEC, 2011.

<sup>5</sup> Ver "Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA, Capítulo 5.3.1".

conocido como "fumigación costera". Este fenómeno se asocia al rápido crecimiento de la capa de mezcla durante las horas de transición matinal (noche/día) y la consecuente mezcla vertical de los contaminantes, emitidos típicamente durante la noche desde fuentes industriales. Lo anterior, se traduce en un fuerte aumento de las concentraciones de contaminantes en las horas de la mañana y cerca del mediodía.

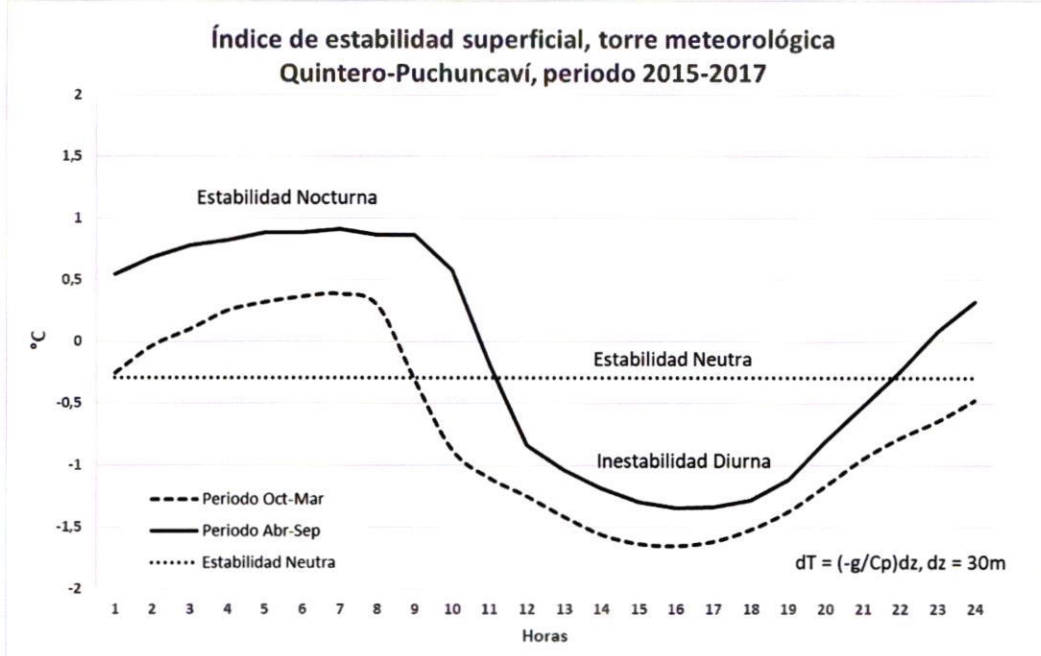
La modelación meteorológica ha permitido conocer el comportamiento de las variables meteorológicas, y en particular el movimiento de las masas de aire (campos de viento) y la distribución espacial de la altura de mezcla en toda el área de aplicación del Plan, donde se observa que en períodos nocturnos se esperan inversiones térmicas de superficie y, por tanto, bajos desarrollos de la capa de mezcla. Ello implica un menor volumen donde se mezclan los contaminantes, mientras que a mediodía, la capa se levanta permitiendo una mayor dilución de las emisiones y por tanto una menor concentración. Existe un patrón estacional con menores desarrollos de la capa de mezcla durante los meses de invierno, que implica mayores concentraciones de MP<sub>2,5</sub>, en los meses de junio y julio.

#### **4. Condiciones de ventilación que determinan episodios de alta concentración de contaminantes.**

Las condiciones de ventilación que determinan episodios de alta concentración de contaminantes en la zona de Quintero y Puchuncaví se pueden caracterizar por el ciclo diario promedio de la estabilidad superficial a partir de los datos de temperatura observados a 10 metros y a 40 metros. La diferencia de temperatura observada,  $dT = (T_{40} - T_{10})$ , para el periodo 2015 al 2017, permite diferenciar el ciclo diario de la estabilidad superficial en dos periodos, uno frío entre los meses de abril-septiembre y el otro cálido entre los meses de octubre-marzo.

La siguiente figura muestra un incremento de la estabilidad nocturna que se mantiene desde las 22:00 hasta 11:00 horas durante el periodo frío y desde la 01:00 hasta las 09:00 horas durante el periodo cálido. Asimismo, la estabilidad nocturna es más intensa durante el periodo frío que el cálido. Lo anterior, se asocia a la marcada diferencia estacional de las condiciones meteorológicas de la zona central de Chile.

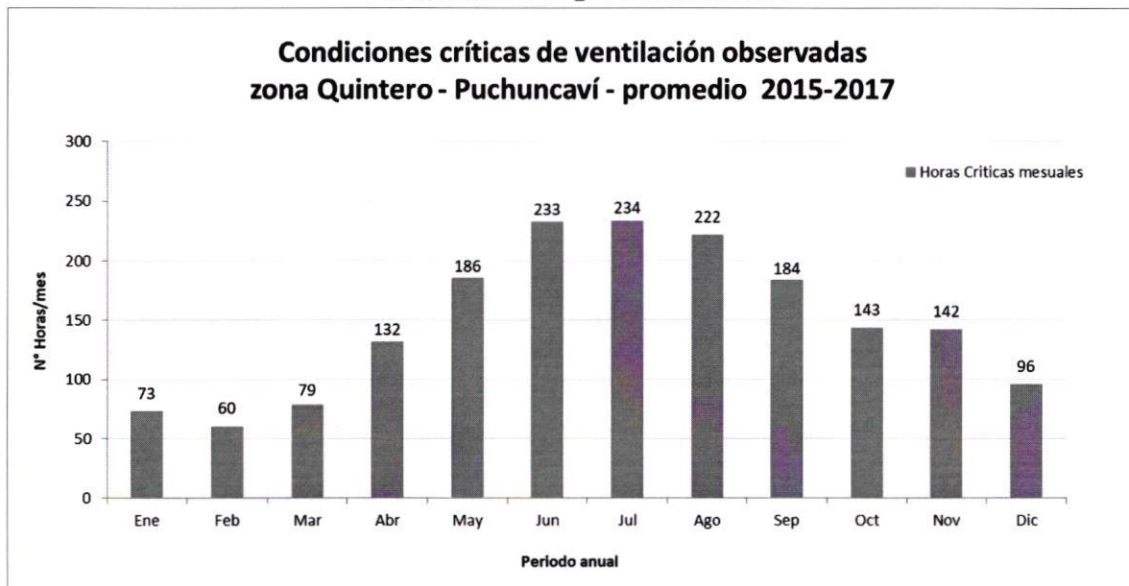
**Figura 1: Estabilidad superficial en Quintero y Puchuncaví**



Las condiciones de estabilidad superficial nocturna se asocian a una disminución de la intensidad del viento en la capa límite superficial y, por tanto, en la capacidad de la atmósfera local de dispersar contaminantes. Lo anterior, puede evaluarse directamente a través de la evolución del número de horas en que se observaron condiciones de ventilación críticas.

En la Figura 2, se observa la evolución estacional del número de horas críticas promedio 2015-2017, siendo el periodo frío (abril-septiembre) el que presenta un aumento mayor del número de horas bajo condiciones adversas de ventilación. En los meses de junio, julio y agosto, las horas críticas superan el 30% del tiempo. Lo anterior, es también consistente con la mayor estabilidad nocturna del periodo frío.

**Figura 2: Variación anual de condiciones críticas de ventilación en Quintero y Puchuncaví**



Un estudio de diagnóstico desarrollado en la comuna de Concón<sup>6</sup>, muestra que el comportamiento estacional (invierno/verano) de la estabilidad atmosférica y el ciclo diario de la intensidad del viento son relevantes en el aumento de concentraciones de contaminantes, especialmente en zonas cercanas a fuentes industriales. Por lo anterior, se puede sostener que el ciclo diario de la estabilidad superficial (nocturno/diurno) presenta características similares a las observadas en la zona costera de Quintero-Puchuncaví.

## II. Antecedentes de Calidad del Aire

El sistema de vigilancia de calidad del aire, comenzó a funcionar en el territorio en cumplimiento de lo establecido en el artículo 4º transitorio del D.S. Nº185, de 1991, del Ministerio de Minería, en virtud del cual el Complejo Industrial Las Ventanas, constituido entonces por ENAMI (actual CODELCO División Ventanas) y CHILGENER (actual AES GENER S.A.), debió implementar una red de monitoreo continuo para anhídrido sulfuroso y material particulado respirable en la zona circundante al complejo industrial. Esta red, con la cual se monitoreaba el comportamiento de la calidad del aire estaba compuesta por cinco estaciones, las que se ubican en el sector La Greda, Los Maitenes, sector sur del complejo industrial, sector Valle Alegre y Puchuncaví.

Posteriormente, y como resultado de los compromisos y exigencias estipuladas en las correspondientes resoluciones de calificación ambiental, se incorporan otras estaciones de monitoreo, entre ellas la red de monitoreo perteneciente a ENAP Refinerías Aconcagua. Actualmente, la zona sujeta al Plan cuenta con una red de monitoreo cuyas estaciones se encuentran distribuidas en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví. A partir del 10 de septiembre del año 2018 el Estado de Chile, a través del Ministerio del Medio Ambiente, ha tomado el control de la supervisión técnica de las estaciones de monitoreo de la zona.

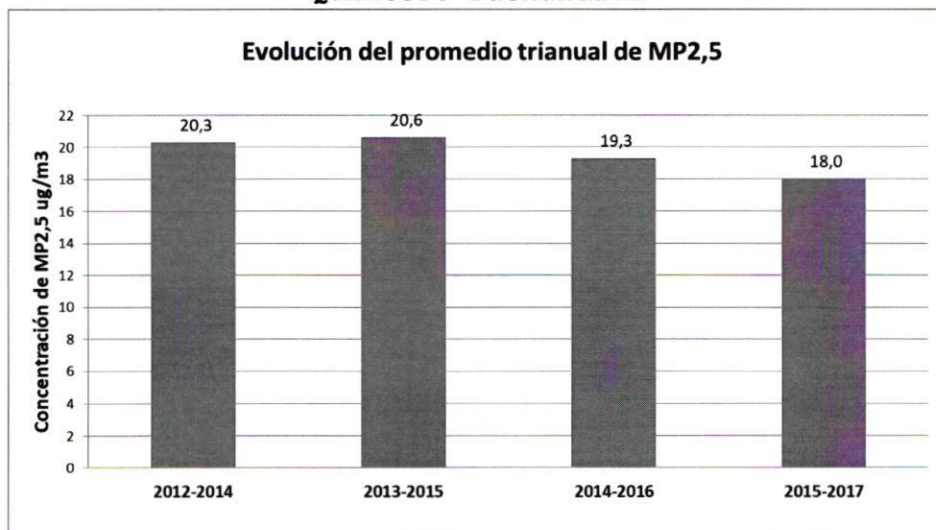
Para efectos de la elaboración de este Plan, se consideraron los registros de calidad del aire de 10 estaciones de monitoreo pertenecientes a la Red CODELCO División Ventanas-AES GENER S.A. y la Red ENAP. Las estaciones cuentan con representatividad poblacional para material particulado (MP10), material particulado fino respirable (MP2,5), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), según el caso, de acuerdo a las resoluciones de la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Salud de la Región de Valparaíso.

La Figura 3, muestra la evolución del promedio trianual de MP2,5 en la zona saturada desde la entrada en vigencia de la norma en 2012.

---

<sup>6</sup> <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/DignosticoPlanGestionAtmosfericoValpo.pdf>

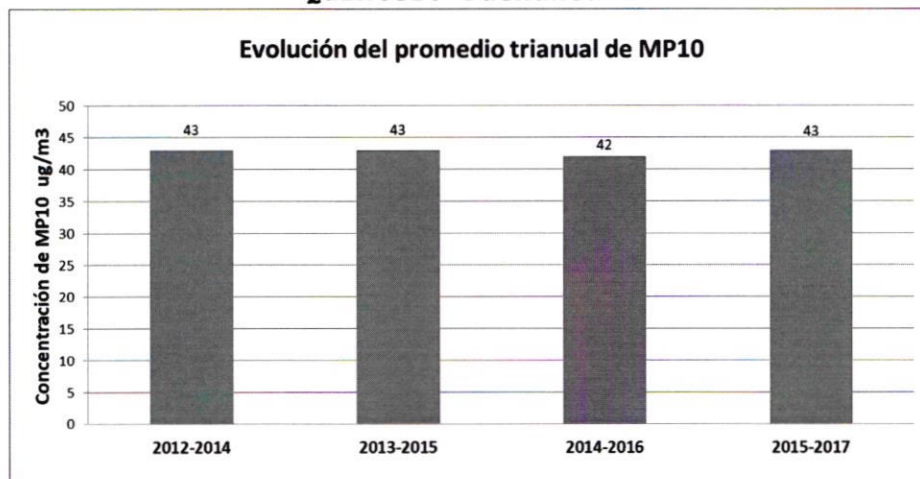
**Figura 3: Promedio trianual de MP2,5 en zona saturada de Concón-Quintero-Puchuncaví**



Fuente: Superintendencia del Medio Ambiente.

La Figura 4, muestra la evolución del promedio trianual de MP10 en la zona saturada.

**Figura 4: Promedio trianual de MP10 en zona saturada de Concón-Quintero-Puchuncaví**



Fuente: Superintendencia del Medio Ambiente.

Las mediciones efectuadas en dichas estaciones monitoras de calidad del aire, validadas por la Superintendencia del Medio Ambiente desde el año 2012 al 2017, permiten concluir que las concentraciones de MP2,5 han evolucionado positivamente, alcanzando su nivel más bajo en el periodo trianual 2015-2017, lo que se encuentra asociado a la implementación de normas de emisión específicas para centrales termoeléctricas y fundiciones de cobre.

Por su parte, la calidad del aire para material particulado respirable MP10 como concentración trianual, se ha mantenido estable durante todo el periodo.

### III. Metas de calidad del aire

Considerando la evolución de la calidad del aire para MP10 y MP2,5, es necesario incorporar medidas de control de emisiones para material particulado y gases precursores que permitan cumplir con las metas de calidad del aire del Plan en los plazos propuestos.

La meta del Plan es cumplir la norma primaria de calidad para MP2,5 en su concentración anual, evitar la superación de la norma primaria de calidad para MP2,5 en su concentración diaria y de la norma de MP10 en su concentración anual, asegurando la descontaminación de la zona y evitando que se superen en ésta los niveles de latencia.

Para cumplir este objetivo, se plantea disminuir las concentraciones de contaminantes existentes en un plazo de 5 años contado desde la publicación del presente decreto. Para esto, se establecen límites de emisión para SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y MP a las tres principales fuentes emisoras, desde la publicación del presente decreto, para continuar con una reducción progresiva de emisiones en el plazo de 3 años.

Asimismo, se establece la reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs) mediante exigencias de implementación de mejores técnicas disponibles, lo que se justifica por el aporte que tienen estas emisiones en la formación de aerosoles secundarios, que inciden directamente en la formación y toxicidad del MP2,5. Finalmente, se establecen medidas adicionales para otras fuentes emisoras, tales como calderas, fuentes areales, quemas agrícolas, calefacción domiciliaria, entre otras.

Adicionalmente, el Plan contempla una Gestión de Episodios Críticos destinada a que no se generen altas concentraciones de SO<sub>2</sub> (en periodos de una hora) y MP2,5 (en periodos de 24 horas), y de COVs, ante condiciones de mala ventilación.

Se espera que la implementación conjunta de las medidas estructurales de control de emisiones permita una reducción gradual de las concentraciones de contaminantes en la atmósfera para alcanzar y mantener las metas del Plan y reducir los episodios críticos, en un plazo máximo de 5 años.

Cabe señalar, que para efectos del cálculo del porcentaje de reducción de concentración de MP2,5 y MP10 en la atmósfera se utilizó el promedio de calidad del aire trianual 2015-2017 para ambos contaminantes.

Para evaluar si el Plan tiene el efecto esperado en la calidad del aire, se definen los siguientes indicadores:

1. Disminución de las concentraciones diarias máximas de MP2,5, percentil 98, para cada año.
2. Disminución de las concentraciones trianuales de MP10 y MP2,5.

#### **IV. Inventario de emisiones**

El inventario de emisiones permite determinar la contribución de emisiones directas de material particulado y emisiones de gases precursores por sector, de manera de establecer medidas para los distintos sectores acordes con sus respectivos aportes. Las emisiones de MP y de precursores de MP2,5 se presentan en la Tabla 1, diferenciadas por tipo de fuente.

El inventario ha sido actualizado para incorporar información de las emisiones reales de las tres fuentes que representan los principales aportes de MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>. Para Codelco Ventanas, Complejo Termoeléctrico Ventanas de GENER y Refinería Aconcagua de ENAP, se actualizaron las emisiones utilizando el promedio de las emisiones reportadas los tres últimos años (2015, 2016 y 2017). Para el caso de Codelco Ventanas, se consideró además la estimación de emisiones

fugitivas declaradas en virtud del D.S. N°138, del 2005, del Ministerio de Salud.

Para el resto de las fuentes se consideraron las emisiones calculadas en el inventario realizado por Geoaire (fuentes areales y otras fuentes puntuales reportadas en virtud del D.S. N°138, del 2005, del Ministerio de Salud).

**Tabla 1. Inventario de emisiones para la zona saturada de Concón, Quintero y Puchuncaví.**

| Tipo                             | FUENTE                        | EMISIONES (Ton/Año) |                 |               |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|---------------|
|                                  |                               | MP                  | SO <sub>2</sub> | NOx           |
| Puntual                          | AES GENER (*)                 | 195                 | 6.253           | 7.770         |
|                                  | CODELCO DIVISIÓN VENTANAS (*) | 145                 | 12.852          | 97            |
|                                  | ENAP (*)                      | 918                 | 1.492           | 1.169         |
|                                  | Otras puntuales (D.S. 138)    | 255                 | 178             | 977           |
|                                  | <b>Sub Total</b>              | <b>1.513</b>        | <b>20.775</b>   | <b>10.013</b> |
| Areal                            | Urbana Puchuncaví(**)         | 21                  | 0               | 3             |
|                                  | Urbana Quintero(**)           | 19                  | 0               | 4             |
|                                  | Urbana Concón(**)             | 25                  | 0               | 8             |
|                                  | Transporte Puchuncaví         | 10                  | 2               | 366           |
|                                  | Transporte Quintero           | 4                   | 1               | 152           |
|                                  | Transporte Concón             | 22                  | 5               | 620           |
|                                  | Acopios de CODELCO            | 27                  | -               | -             |
|                                  | Acopios de AES GENER          | 6                   | -               | -             |
|                                  | Acopios Puerto Ventana        | 12                  | -               | -             |
|                                  | Acopio Planta Cementera       | 1                   | -               | -             |
|                                  | Canchas deportivas            | 0                   | -               | -             |
|                                  | Plantas de áridos             | 9                   | -               | -             |
| <b>Sub Total</b>                 | <b>156</b>                    | <b>8</b>            | <b>1.153</b>    |               |
| <b>TOTAL EMISIONES (Ton/Año)</b> |                               | <b>1.669</b>        | <b>20.783</b>   | <b>11.166</b> |

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente

(\*)Emisiones reales promedio 2015-2017.

(\*\*)Las emisiones asociadas a las fuentes urbanas, corresponden tanto a las emisiones de los sectores residencial y comercial por combustión para calefacción como a las emisiones evaporativas de estos mismos sectores.

En las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví se emplazan distintas actividades económicas que aportan emisiones de material particulado y gases precursores de material particulado, entre las que se destacan: Fundición y Refinería de Cobre CODELCO División Ventanas, Complejo Termoeléctrico AES GENER S.A. y Refinería Aconcagua de ENAP, que en conjunto representan el 75% de las emisiones de MP, el 99% de las emisiones de SO<sub>2</sub> y el 81% de las emisiones de NOx.

Por otra parte, el sector industrial que se asocia con el manejo y procesamiento de hidrocarburos y sus derivados, es responsable de la mayor parte de las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles<sup>7</sup> (COVs) en la zona, siendo las principales fuentes: Refinería Aconcagua de ENAP, Gasmar, Copec, Oxiquim, GNL Quintero, ENAP Quintero y Enex. De acuerdo a lo informado por las empresas en

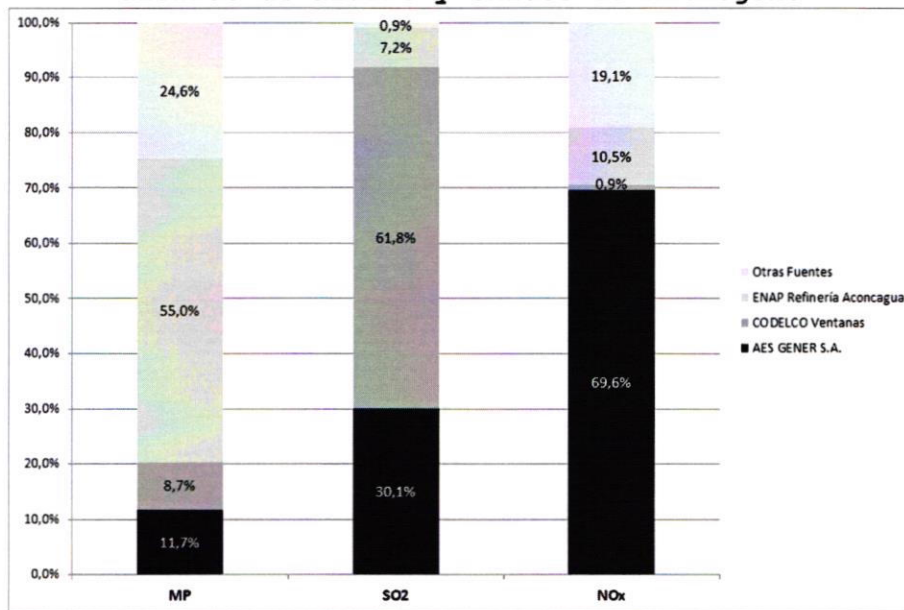
<sup>7</sup> <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-07/documents/fact-sheet-final-pm25-impl-rule.pdf>

cumplimiento de lo establecido en el D.S. N°138/2005 del Ministerio de Salud, las emisiones de COVs al año 2017 corresponden a 698 ton/año.

Otras fuentes emisoras presentes en la zona corresponden a Central Térmica Quintero de ENEL, Industria Química BASF, Catamutun, ESVAL, Cementos Melón y Puerto de Ventanas. La actividad portuaria es el principal centro de transferencia de graneles líquidos y sólidos como granos, Clinker<sup>8</sup>, combustible, asfaltos, concentrados de cobre y otros minerales además de productos químicos, gas natural y petcoke. En la zona, también coexisten otras instalaciones de menor tamaño.

La Figura 5, representa el aporte de las fuentes emisoras a las emisiones de MP y de los principales precursores de MP<sub>2,5</sub>, el dióxido de azufre y óxido de nitrógeno.

**Figura 5: Aportes porcentual de emisiones de material particulado, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno**



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Como consecuencia del análisis de la información antes expuesta, se concluye que las mayores fuentes emisoras de la zona corresponden a ENAP Refinerías Aconcagua, AES GENER y CODELCO División Ventanas, por lo cual se establecen metas de reducción de emisiones específicas para cada una de ellas en el presente decreto.

### I.5 Beneficios y costos del Plan

El Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación, dispone que el Plan debe contener, en su etapa de elaboración de Anteproyecto, un Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES), el cual evalúa los costos y beneficios de las medidas establecidas en el Plan.

Para la evaluación mencionada se consideraron las medidas de reducción de emisiones para las grandes fuentes, AES GENER, CODELCO Ventanas y ENAP. Además, se consideró el límite de emisión a calderas existentes y el control de emisiones de COVs. La reducción de emisiones para los contaminantes regulados (MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>) requerida por el plan se traduce en reducción en concentración anual de MP<sub>2,5</sub>.

<sup>8</sup> Producto intermedio de la fabricación de cemento portland.

Estos resultados se muestran en la siguiente tabla. La reducción de concentraciones ( $\Delta$ ) debido a la implementación del Plan es progresiva, alcanzando a 1,60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración de MP2,5 para el año 2022.

**Tabla 2: Reducciones en concentraciones del Plan por empresa o sector y medida**

| Empresa o sector                                 | Medida                     | Concentración [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |                        | $\Delta$ relativo (%) | $\Delta$ Conc total (%) |
|--|----------------------------|--|------------------------|-----------------------|-------------------------|
|  |                            | Línea Base                                 | Reducción ( $\Delta$ ) |                       |                         |
| ENAP   | Límite de emisión          | 2,05                                       | 1,25                   | 60,79%                | 77,94%                  |
| AES GENER  | Límite de emisión          | 3,11                                       | 0,04                   | 1,25%                 | 2,43%                   |
| Codelco  | Límite de emisión          | 1,97                                       | 0,21                   | 10,43%                | 12,87%                  |
| Otras puntuales                                  | Límite de emisión calderas | 1,54                                       | 0,07                   | 4,71%                 | 4,53%                   |
| AES GENER, CODELCO, Puerto Ventanas y Catamutún. | Acopios de graneles        | 0,037                                      | 0,036                  | 95,78%                | 2,23%                   |
| <b>Concentración Total</b>                       |                            | <b>17,45</b>                               | <b>1,60</b>            | <b>9,17%</b>          | <b>100%</b>             |

Fuente: Elaboración propia en base a la actualización de costos y beneficios del Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica de las Comunas de Quintero, Concón y Puchuncaví.

Los beneficios valorizados de la aplicación de las medidas del Plan se estiman en US\$21,4 millones, para un horizonte de evaluación de 12 años (2018 a 2030). Es importante destacar que la mayoría de estos beneficios son atribuibles a la disminución de casos de mortalidad. Además, existen beneficios no cuantificados asociados a la reducción de emisiones de COVs. Estas aportan a la reducción de ozono troposférico, mejorando la calidad del aire y reduciendo efectos de salud asociados a la exposición de este contaminante (ataques de asma, admisiones hospitalarias, visitas a salas de emergencia y muerte prematura). Además, se esperan beneficios respecto de una menor concentración de MP2,5 asociada a los aerosoles de carbono orgánico formados por COVs. Otros beneficios no cuantificados en el análisis son: mejora en la visibilidad, disminución de efectos negativos en ecosistemas y mejoras en la vulnerabilidad ambiental de la zona, entre otros.

De acuerdo al análisis efectuado en el AGIES, los costos asociados a la implementación del Plan, considerando un horizonte de evaluación de 12 años, se estiman en US\$91,9 millones.

Considerando los resultados evidenciados, se obtiene que la implementación de este Plan tiene una razón beneficio-costado de 0,23.

En la siguiente tabla se observa el número de casos de mortalidad evitados durante todo el período de evaluación del plan (2018-2030). Los casos evitados son atribuibles a la reducción de contaminantes atmosféricos (MP10 y MP2,5), para el percentil 50<sup>o</sup>.

**Tabla 3: Casos evitados de mortalidad y morbilidad - Plan (2018-2030)**

<sup>9</sup> Evaluación de la función dosis-respuesta con un valor de coeficiente de riesgo unitario para material particulado respirable y material particulado fino respirable correspondiente al percentil 50