

## **Resumen Ejecutivo**

### **INFORME FINAL**

# **“Antecedentes para Elaborar el Plan de Prevención de la Localidad de Huasco”**

**Informe Final**

**Fecha: 07 de agosto de 2015**



## Resumen Ejecutivo

La presente consultoría se enmarca en una serie de estudios y acciones que lleva a cabo el Ministerio de Medio Ambiente para iniciar de manera adecuada un Plan de Prevención o Descontaminación Atmosférica por Material Particulado Respirable MP10.

La localidad de Huasco, la cual se ubica en la zona costera de la III Región de Atacama, representa la zona de estudio del presente proyecto. Se localiza en una pequeña bahía que está abierta hacia el norte, ocupando la vertiente sur de la desembocadura del Río Huasco. La provincia de Huasco, incluye además las comunas de Freirina, Vallenar y Alto del Carmen.

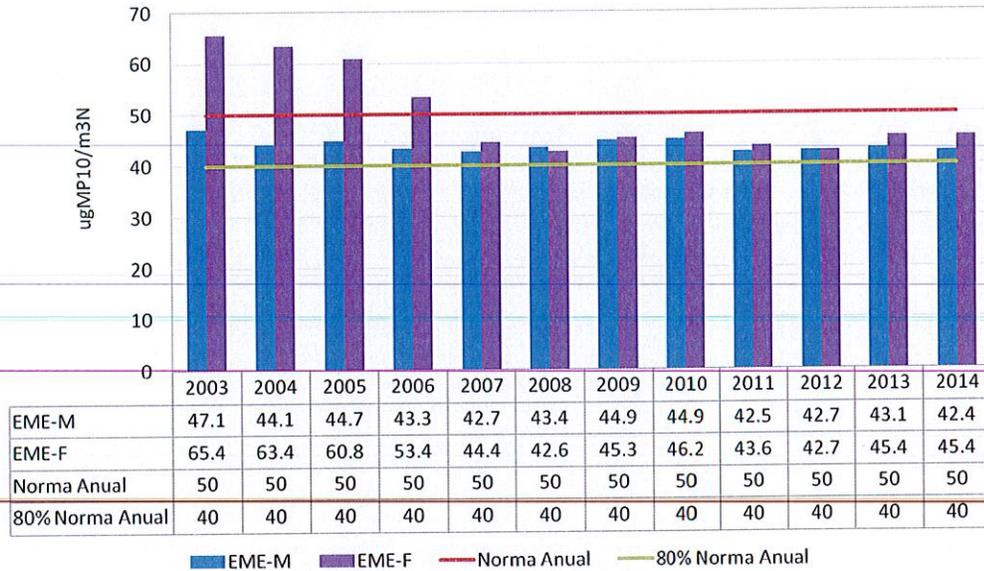
El 23 de mayo de 2012 se publica en el Diario Oficial de la República de Chile (DS 40) la declaración de la localidad de Huasco y su zona circundante como zona latente por material particulado respirable MP<sub>10</sub>, como concentración anual<sup>1</sup>.

La declaración de dicha zona se basó en el análisis de los resultados de las mediciones de la red de monitoreo de MP<sub>10</sub> perteneciente a la Empresa Eléctrica Guacolda. Los monitores considerados en el DS40 son EME-M (sector Escuela José Miguel Carrera y alrededores) y EME-F (sector Cuerpo de Bomberos y alrededores). Como se observa en la siguiente figura, el promedio tri-anual entre 2003 y 2014 supera el 80% de la norma anual de 50 (ugMP/m<sup>3</sup>). Hasta el año 2006, las mediciones de la estación EME-F superaban el 100% de la norma, aunque se observa una mejora a partir del año 2005, donde en ambos sitios se mide prácticamente lo mismo.

---

<sup>1</sup> La norma anual es de 50 µg/m<sup>3</sup>, como promedio aritmético de tres años consecutivos.

Figura 0-1: Concentraciones de MP10 en Huasco



Fuente: SINCA<sup>2</sup>

Entre las principales fuentes emisoras de la zona se incluyen:

- La planta de Pellet de la Compañía Minera del Pacífico
- El complejo Termoeléctrico de la Empresa Eléctrica Guacolda (4 unidades en operación y 1 en construcción)
- La pequeña central de Endesa
- Los tres puertos marítimos de Huasco: Puerto Las Losas, Puerto Guacolda I y Puerto Guacolda II.
- Transporte ferroviario FERRONOR

Además, fue aprobado el proyecto “Central Termoeléctrica Punta Alcalde” perteneciente a Endesa, cuyas emisiones afectan potencialmente a la zona de estudio en un futuro cercano.

La presente consultoría consistió en realizar una serie de análisis que permitiesen identificar las fuentes emisoras más relevantes en la localidad, además de estudiar distintas opciones y/o tecnologías de reducción de emisiones para proponer cronogramas que permitiesen que la calidad del aire de la Localidad de Huasco bajara de los niveles de saturación que se han monitoreado los últimos años. En una primera instancia se realizaron viajes a la zona de estudio, donde el consultor se reunió con profesionales de la SEREMI de Medio Ambiente y visitó las principales empresas (CAP Minería y Complejo Termoeléctrico Guacolda). Se realizó una exhaustiva revisión de

<sup>2</sup> <http://airviro.r9.cl/sinca/index.php/region/index/id/III>



antecedentes, documentos y bibliografía especializada, que permitió realizar una adecuada identificación y caracterización de las principales fuentes emisoras además de una recopilación de antecedentes que permitiesen analizar medidas de reducción de emisiones.

Una vez realizada la recopilación de antecedentes se procede a estimar el inventario de emisiones para el año 2013, debido a que ese año se contaba con la mayor cantidad de información relativa al funcionamiento de las diversas fuentes, emisiones monitoreadas y registros de la calidad del aire de la zona y variables meteorológicas. Además, se evalúa una proyección de emisiones al año 2020 y 2025 considerando un escenario base, donde no existe un plan de prevención (escenario Sin Plan). Para la proyección de emisiones se realiza una proyección de los niveles de actividad considerando la entrada de fuentes que hasta la fecha estaban contempladas (ej. Chimenea 3 de CAP, Unidad 5 de Guacolda, y ambas unidades de Punta Alcalde). Se proyectan los factores de emisión considerando los impactos de los instrumentos de gestión vigentes, como por ejemplo el cumplimiento de la Norma de Emisiones de Centrales Termoeléctricas. También se asume, que los titulares cumplen cabalmente con los compromisos estipulados en las Resoluciones de Calificación Ambiental, suponiendo la aplicación de buenas prácticas operacionales.

Con el inventario (Tabla 0-1) se identifica que las fuentes más relevantes en términos de emisiones de MP10 son las fuentes fijas de CAP, seguida por las chimeneas de la Central Guacolda y luego las fuentes de área (emisiones fugitivas) de CAP. En términos de NOx y SO2 la principal fuente es la Central Termoeléctrica Guacolda. Destacan también las emisiones fugitivas producto de flujo de vehículos en ciudad (levantamiento de polvo en caminos pavimentados) y emisiones por transporte de camiones en caminos no pavimentados.

Tabla 0-1: Inventario consolidado de emisiones (ton/año)

| Categoría de Fuente | Tipo de Emisión | Responsable      | 2013  |      |       |              |              |            | 2020         |               |               |              |              |               | 2025          |               |       |  |  |  |
|---------------------|-----------------|------------------|-------|------|-------|--------------|--------------|------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-------|--|--|--|
|                     |                 |                  | MP    | MP10 | MP2.5 | NOx          | SOx          | MP         | MP10         | MP2.5         | NOx           | SOx          | MP           | MP1           | MP2           | NOx           | SOx   |  |  |  |
| Fuentes Fijas       | Combustión      | CAP              | 271   | 271  | 103   | 38           | 487          | 1,446      | 1,446        | 547           | 1,075         | 1,701        | 1,446        | 1,446         | 547           | 1,075         | 1,701 |  |  |  |
|                     |                 | Guacolda         | 286   | 286  | 108   | 6,279        | 25,034       | 919        | 919          | 348           | 7,535         | 8,469        | 919          | 919           | 348           | 7,535         | 8,469 |  |  |  |
|                     |                 | Punta Alcalde    | 7,848 | 565  | 170   |              |              | 317        | 317          | 120           | 2,337         | 2,337        | 633          | 633           | 240           | 4,673         | 4,673 |  |  |  |
|                     |                 | CAP              | 131   | 32   | 5     |              |              | 10,713     | 692          | 220           |               |              | 10,713       | 692           | 220           |               |       |  |  |  |
|                     |                 | Puerto Las Losas | 19    | 2.58 | 0.36  |              |              | 147        | 33           | 5             |               |              | 147          | 33            | 5             |               |       |  |  |  |
| Fuentes Móviles     | Combustión      | Punta Alcalde    | 0.66  | 0.66 | 0.59  | 26.02        | 0.01         | 152        | 20           | 4             | 40.91         | 0.04         | 1.06         | 1.06          | 0.95          | 40.91         | 0.04  |  |  |  |
|                     |                 | CAP              | 0.11  | 0.11 | 0.10  | 3.83         | 0.01         | 0.14       | 0.14         | 0.12          | 4.79          | 0.02         | 0.14         | 0.14          | 0.12          | 4.79          | 0.02  |  |  |  |
|                     |                 | Guacolda         | 0.67  | 0.67 | 0.61  | 21.38        | 0.16         | 0.53       | 0.53         | 0.48          | 20.04         | 0.21         | 0.43         | 0.43          | 0.39          | 19.47         | 0.25  |  |  |  |
|                     |                 | Otros            | 0.01  | 0.01 | 0.01  | 0.27         | 0.00         | 0.01       | 0.01         | 0.01          | 0.27          | 0.00         | 0.01         | 0.01          | 0.01          | 0.27          | 0.00  |  |  |  |
|                     |                 | Puerto Las Losas | 32    | 12   | 1.81  |              |              | 0.13       | 0.13         | 0.12          | 4.68          | 0.01         | 0.27         | 0.27          | 0.24          | 9.36          | 0.03  |  |  |  |
| Total               | Fugitivas       | Punta Alcalde    | 92    | 33   | 3.45  |              |              | 71         | 23           | 4             |               |              | 71           | 23            | 3.60          |               |       |  |  |  |
|                     |                 | Guacolda         | 36    | 6.88 | 1.66  |              |              | 115        | 42           | 4             |               |              | 115          | 42            | 4.31          |               |       |  |  |  |
|                     |                 | Otros            | 1.26  | 0.35 | 0.05  |              |              | 47         | 9            | 2             |               |              | 57           | 10.93         | 2.65          |               |       |  |  |  |
|                     |                 | Puerto Las Losas |       |      |       |              |              | 1          | 0            | 0             |               |              | 1.26         | 0.35          | 0.05          |               |       |  |  |  |
|                     |                 | Punta Alcalde    |       |      |       |              |              | 180        | 67           | 7             |               |              | 360          | 133           | 13            |               |       |  |  |  |
| <b>Total</b>        |                 |                  |       |      |       | <b>8,718</b> | <b>1,210</b> | <b>395</b> | <b>6,369</b> | <b>25,522</b> | <b>14,175</b> | <b>3,579</b> | <b>1,263</b> | <b>11,016</b> | <b>12,507</b> | <b>14,844</b> |       |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

Luego, se procede a realizar una modelación de calidad del aire con la finalidad de construir relaciones de emisión – calidad del aire para las fuentes más relevantes. Para poder estimar adecuadamente el impacto de cada tipo de emisión en una zona dada, es necesario aplicar modelos de dispersión al inventario de emisiones del año base escogido (en este caso, 2013), de manera de simular las fuentes más relevantes en la zona y así ordenarlas de acuerdo a la magnitud de los impactos en calidad del aire. Esto es relevante porque una reducción de MP10 de 1 t/año en una fuente 'A' no causa el mismo beneficio (en términos de mejora en la calidad de aire) que si se redujera en la fuente 'B'.

Se realiza una modelación de la calidad de aire utilizando el modelo CALPUFF (versión 5.8.4), con la meteorología simulada con una resolución de 1km horizontal. Se modeló cada fuente específica de forma individual, obteniendo como resultado de salida la concentración anual de MP10 en cada uno de los receptores presentados a continuación:

**Tabla 0-2. Receptores utilizados en las modelaciones de calidad del aire.**

| Receptor | UTM E, m | UTM N, m | Descripción                              |
|----------|----------|----------|--|
| 1        | 281958   | 6848903  | Estación 21 de Mayo                      |
| 2        | 282520   | 6849122  | Estación EME-F                           |
| 3        | 282774   | 6848697  | Estación EME-M                           |
| 4        | 281653   | 6849248  | Estación Huasco II                       |
| 5        | 280218   | 6848417  | Estación Puerto Las Losas                |
| 6        | 282686   | 6848726  | Estación SIVICA-MMA                      |
| 7        | 281976   | 6849505  | Punto adicional: Huasco norponiente      |
| 8        | 282372   | 6849469  | Punto adicional: Costanera Municipalidad |
| 9        | 282881   | 6849248  | Punto adicional: Bajada hacia el faro    |
| 10       | 279366   | 6845292  | Estación SM1                             |
| 11       | 286430   | 6849342  | Estación SM2                             |
| 12       | 286764   | 6848599  | Estación SM3                             |
| 13       | 287841   | 6847571  | Estación SM4                             |
| 14       | 289917   | 6847258  | Estación SM5                             |
| 15       | 291874   | 6845164  | Estación SM6                             |
| 16       | 294837   | 6845843  | Estación SM7                             |
| 17       | 296289   | 6844810  | Estación SM8                             |

Los primeros seis receptores corresponden a las estaciones de monitoreo de calidad del aire (públicas y privadas) existentes en la zona para verificación de cumplimiento de la normativa primaria de calidad del aire. Las tres siguientes estaciones se ubicaron hacia el borde costero para así cubrir la zona urbana de Huasco de manera más completa. Finalmente, los últimos ocho receptores corresponden a la red de monitoreo de SO<sub>2</sub> de termoeléctrica Guacolda, y están

ubicadas para verificar el cumplimiento de la norma secundaria de calidad del aire en la zona agrícola del valle de Huasco.

El modelo no fue capaz de modelar completamente la calidad del aire de la zona, y destacan principalmente las siguientes limitaciones:

- i) Incertidumbres en las estimaciones de emisiones desde las distintas fuentes emisoras, ya que normalmente se asume un patrón de emisiones fijo, salvo cuando se conoce que hubo periodos de inactividad, lo cual es el caso de CMP el año 2013, en donde el proceso térmico no operó los 365 días del año, sino en 209 de ellos.
- ii) Incertidumbres en el modelo de dispersión asociados a la meteorología modelada e ingresada posteriormente a CALPUFF.
- iii) Incertidumbres en la forma en que el modelo CALPUFF simula la generación de material particulado secundario (nitratos y sulfatos)<sup>3</sup>.
- iv) Incertidumbre en los parámetros que usa el modelo para estimar la velocidad de depositación del MP10 al suelo, los parámetros de las propiedades del suelo, etc.
- v) Incertidumbre asociado a los niveles basales (naturales) de MP10, como por ejemplo el aerosol marino y el polvo superficial levantado por el viento.<sup>4</sup>

Los aportes a la concentración de MP10 de cada una de las fuentes modeladas se presenta a continuación, donde destaca el aporte de 5 fuentes principalmente: 1) Emisiones fugitivas por vehículos que circulan en la ciudad, 2) Emisiones fugitivas de los procesos de carga, descarga y transporte en correas en las canchas de acopio de material de CAP, 3) Emisiones fugitivas producto del transporte de material en ferrocarril, 4) Emisiones por combustión en las chimeneas de CAP, y 5) Emisiones por combustión en las chimeneas de la central termoeléctrica Guacolda.

<sup>3</sup> La única información disponible de mediciones de sulfatos y nitratos corresponde al estudio CENMA 2006.

<sup>4</sup> Idem nota al pie de página anterior, las únicas mediciones disponibles son las del estudio de CENMA 2006.

**Tabla 0-3 Resumen de Aporte a Concentración de MP10 por Fuentes Relevantes (ugMP10/m3)**

| ID Fuente    | Descripción Fuente  | MP        | Nitratos   | Sulfatos   | Total     |
|--------------|---|-----------|------------|------------|-----------|
| 1            | Emisiones Fugitivas – Guacolda a Vertedero                              | 0.8       | no aplica  | no aplica  | 0.81      |
| 2            | Emisiones Fugitivas - Línea de Tren a CAP                               | 1.7       | no aplica  | no aplica  | 1.73      |
| 3            | Proceso de Carga, Descarga y Operación Correas – Cancha Carbón Guacolda | 0.07      | no aplica  | no aplica  | 0.07      |
| 4            | Proceso de Erosión – Cancha Carbón Guacolda                             | 0.0025    | no aplica  | no aplica  | 0.00      |
| 5            | Proceso de Carga, Descarga y Operación Correas – Cancha Material CAP    | 3.9       | no aplica  | no aplica  | 3.86      |
| 6            | Proceso de Erosión – Cancha Material CAP                                | 0.32      | no aplica  | no aplica  | 0.32      |
| 7            | Proceso de Carga, Descarga y Operación Correas – Vertedero Guacolda     | 0.0060    | no aplica  | no aplica  | 0.01      |
| 8            | Proceso de Erosión – Vertedero Guacolda                                 | 0.116     | no aplica  | no aplica  | 0.12      |
| 9            | Emisiones Fugitivas – Transporte Camión Pto Las Losas y CAP             | 0.2       | no aplica  | no aplica  | 0.16      |
| 10           | Proceso de Carga, Descarga y Operación Correas – Puerto Las Losas       | 0.12      | no aplica  | no aplica  | 0.12      |
| 11           | Proceso de Carga, Descarga y Operación Correas – Cancha de Reharneo CAP | 0.57      | no aplica  | no aplica  | 0.57      |
| 12           | Proceso de Erosión – Cancha de Reharneo CAP                             | 0.501     | no aplica  | no aplica  | 0.50      |
| 13           | Emisiones Fugitivas – Transporte Vehicular en Ciudad (no empresas)      | 3.9       | no aplica  | no aplica  | 3.88      |
| 14           | Emisiones por Combustión – Guacolda                                     | 0.30      | 0.56       | 0.4        | 1.27      |
| 15           | Emisiones por Combustión - CAP  | 1.5       | 0.005      | 0.025      | 1.58      |
| <b>Total</b> |   | <b>14</b> | <b>0.6</b> | <b>0.4</b> | <b>15</b> |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 0-4 Resumen de Aporte a Concentración de MP10 para Punta Alcalde**

| ID Fuente | Descripción Fuente                       | MP10 | NOx   | SOx   | Total |
|-----------|--|------|-------|-------|-------|
| 16        | Emisiones por Combustión – Punta Alcalde | 0.62 | 0.097 | 0.404 | 1.122 |

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta el promedio de los resultados de salida de los primeros cuatro monitores, que efectivamente se encuentran en la zona urbana de la localidad de Huasco, se estimaron relaciones de emisiones calidad del aire para cada una de las fuentes modeladas.

Utilizando las relaciones de emisión – calidad del aire estimadas (ver sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), se puede simular la calidad del aire que tendrá la localidad de Huasco a futuro. La Figura 0-2 muestra la manera en que evolucionará la calidad del aire en un escenario base, en donde se proyecta sobrepasar los niveles de saturación de norma anual, debido a varias razones:

- 1) Potencial operación de chimeneas de acuerdo a emisiones ambientalmente aprobadas (bastante mayores que la operación actual)
- 2) Entrada en funcionamiento de la chimenea 3 de CAP
- 3) Entrada en funcionamiento de la central Punta Alcalde

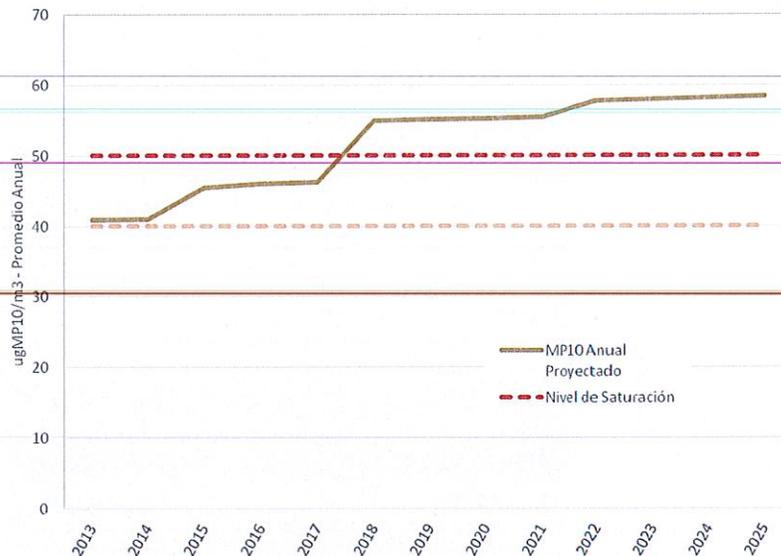


Figura 0-2 Proyección de la Calidad del Aire (concentración de MP10) en el escenario base

A continuación, se procedió a realizar un análisis del potencial de reducción de emisiones (y concentración de MP10), mediante la evaluación del siguiente listado de medidas:

Tabla 0-5 Medidas Finales Evaluadas

| Tipo Fuente      | Medida                               | CAP | Guacolda | Puerto Las Losas | Punta Alcalde | Otros |
|------------------|--------------------------------------|-----|----------|------------------|---------------|-------|
| Fija Fugitiva    | Chutes optimizados                   | x   | x        | x                |               |       |
|                  | Correas tubulares                    | x   | x        |                  | x             |       |
|                  | Domos                                | x   | x        | x                | x             |       |
| Fijas Combustión | Desulfurizador Seco Circulante       |     | x        |                  |               |       |
|                  | Precipitador Electrostatico          | x   | x        |                  | x             |       |
|                  | Reduccion Catalitica Selectiva (SCR) |     | x        |                  | x             |       |
|                  | Planta Desulfurizadora Humeda        |     | x        |                  | x             |       |
| Móvil Fugitiva   | Cobertura de Vagones                 | x   |          |                  |               |       |
|                  | Hidrolavado de Vagones               | x   |          |                  |               |       |
|                  | Pavimentacion                        | x   | x        | x                |               |       |
|                  | Mejoramamiento Espacio Urbano        |     |          |                  |               | x     |

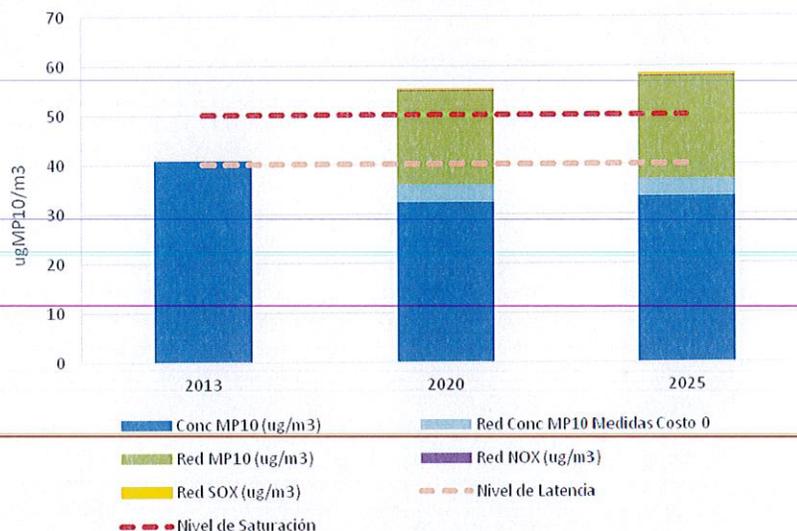
Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Estas medidas son adicionales a lo considerado en la "línea base" o escenario sin plan, que ya considera la implementación de sistemas para el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental vigentes (ej. Norma de Emisiones de Termoeléctrica).

NOTA: "Otros" se refiere a las fuentes móviles que circulan en la localidad de Huasco y que no pertenecen a las empresas CAP, Guacolda, Puerto Las Losas y Punta Alcalde, es decir, vehículos particulares, buses, taxis, etc.

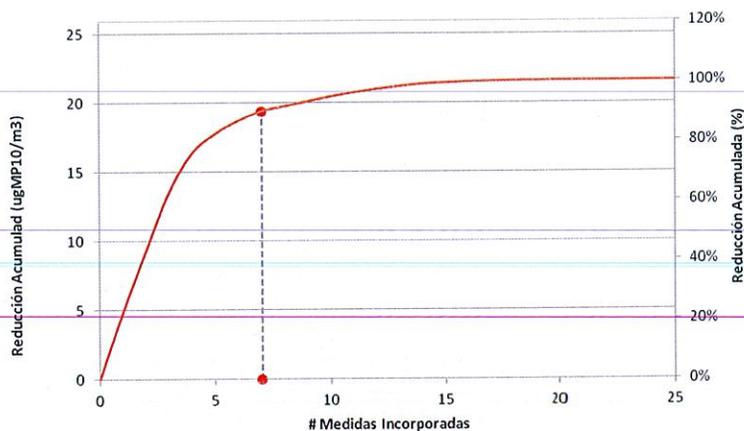
Para cada medida se procedió a estimar tanto el potencial de reducción de emisiones como los costos anuales asociados a la implementación de ellas. Luego, en base a las relaciones de emisión calidad del aire se estimó el potencial de reducción de concentración de MP10 al aplicar cada medida. En la figura a continuación se observa que la implementación de las medidas evaluadas antes del año 2020, permitirá alcanzar niveles de calidad del aire aceptables, con concentraciones de MP10 por debajo de los niveles de latencia de la norma.

Figura 0-3: Potencial de reducción de Concentración de MP10



Fuente: Elaboración propia

Destaca la aplicación de 7 medidas: 1) Precipitadores electrostáticos en CAP (principalmente chimenea 3), 2) chutes optimizados en las canchas de material de CAP, 3) Mejoramiento del Espacio Urbano, 4) pavimentación del camino hacia Punta Alcalde, 5) Cobertura de vagones de CAP, 6) Pavimentación del camino al vertedero de Guacolda, y 7) Precipitadores Electrostáticos en Punta Alcalde. De hecho, como se aprecia en la Figura 0-4, la implementación de estas 7 medidas comprende el 90% del potencial de reducción, equivalente a 19.4 (ug/m3) de MP10



**Figura 0-4 Reducción de Concentración de MP10 acumulado según # medidas incorporadas**

NOTA: Se define la incorporación de medidas en orden decreciente según potencial de reducción de concentración de MP10.

Otros de los aspectos relevantes al momento de evaluar y caracterizar medidas de reducción de emisiones es la consideración de los tiempos de implementación de estas mismas. En base estos tiempos, se generaron 3 cronogramas de implementación de medidas siguiendo los siguientes criterios:

- 1) **Fuentes nuevas:** aquellas fuentes/chimeneas que no existen todavía en el parque y cuya construcción todavía no ha comenzado (chimenea 3 de CAP y ambas chimeneas de Punta Alcalde). Se asume que el tiempo de implementación es 0 en el escenario optimista, y por lo tanto pueden estar efectivas una vez que entren en operación las fuentes. Para los escenarios esperados y conservador se consideran tiempos de implementación desde la entrada en operación de las chimeneas de 1 y 2 años.
- 2) **Fuentes existentes con equipos de abatimiento nuevos:** se utiliza el mismo criterio que para fuentes nuevas, asumiendo que los equipos de abatimiento no han sido diseñados ni construidos todavía (ej. Precipitador electrostático en la chimenea 2B de CAP), y que todavía hay tiempo suficiente para que una vez que entren en operación las chimeneas, los equipos estén operativos.
- 3) **Fuentes existentes:** se verificaron los tiempos mínimos de implementación de las medidas, valor que se utilizó como cota mínima (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Sobre este valor se construyeron los escenarios optimista, esperado y conservador, adicionando 0, 1 y 2 años respectivamente.

Con esto, es posible definir años específicos para la introducción de cada medida bajo distintos escenarios obteniéndose la figura presenta a continuación. En ella se observa que es perfectamente factible alcanzar niveles de buena calidad del aire, y el año en que estos se logren dependerá principalmente del momento en que se implemente cada medida.

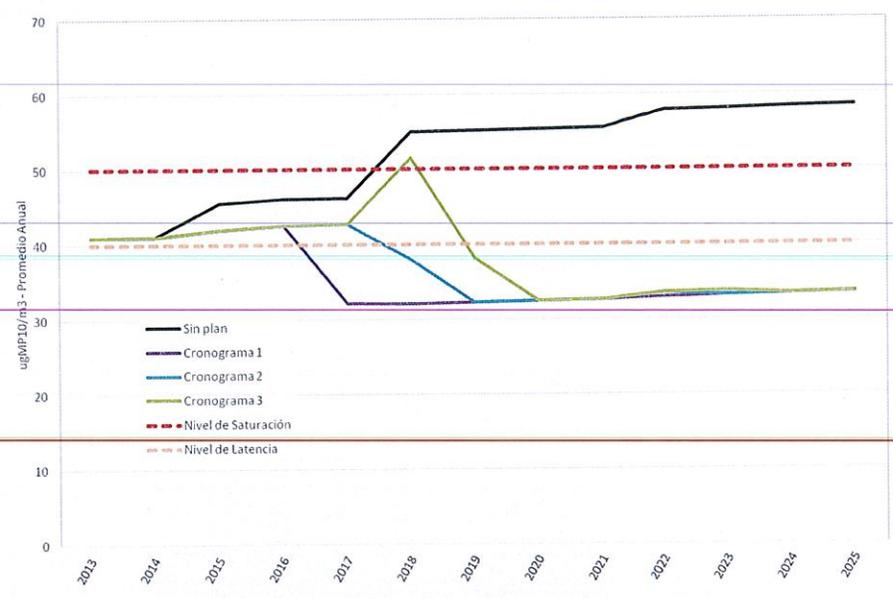


Figura 0-5 Concentración de MP10 Proyectada según Escenario