



# Calidad del Aire



**Por su impacto en la salud y el ecosistema, la calidad del aire continúa siendo una prioridad de la gestión ambiental.**

Foto: Bárbara Salas Arellano, Vista a Santiago desde el Cerro Minillas (2467 m.)



# Calidad del Aire

La contaminación del aire afecta la salud de personas y animales, daña la vegetación y el suelo, deteriora materiales, reduce la visibilidad y tiene el potencial de contribuir significativamente al cambio climático. Por ello, la calidad del aire sigue siendo una de las prioridades en materia de gestión ambiental en Chile.

Para el cumplimiento del objetivo estratégico de medir la contaminación del aire, el país cuenta con una Red de Monitoreo de Calidad del Aire, orientada principalmente a la medición de material particulado en sus fracciones gruesa ( $MP_{10}$ ) y fina ( $MP_{2,5}$ ). Desde la publicación de la Norma para  $MP_{2,5}$  se ha ido incrementando considerablemente la cobertura de esta medición, especialmente en ciudades de las zonas centro y sur del país, donde se registran las más altas concentraciones de ese contaminante, superando en gran número de casos la normativa anual vigente.

En Chile, se reconocen tres grandes fuentes de contaminación del aire: los medios de transporte, las actividades industriales y la calefacción de las viviendas mediante combustión de leña.

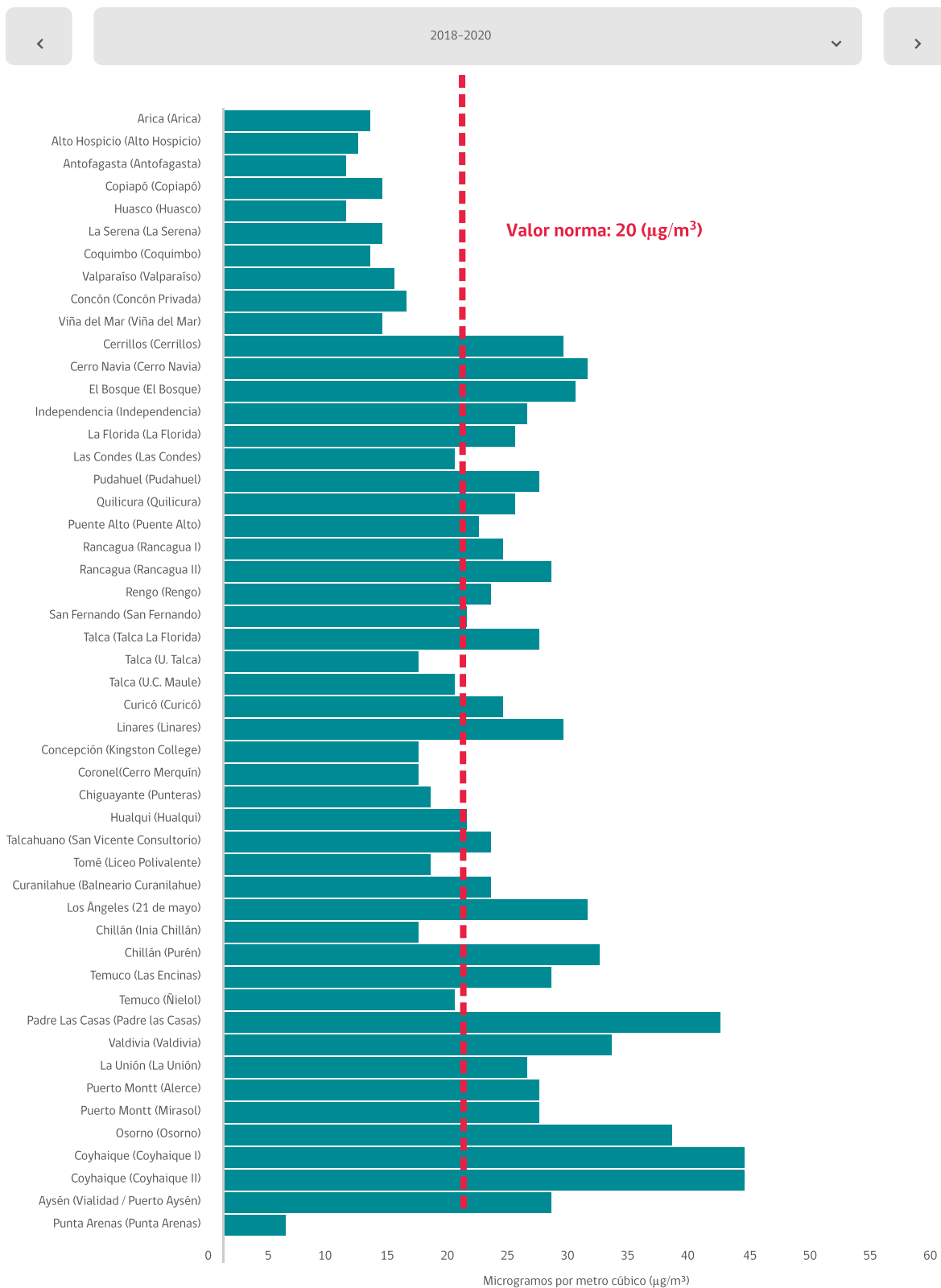
El país ha continuado implementando diversas acciones para mejorar la calidad del aire como: nuevos planes de prevención y/o descontaminación atmosférica y alertas sanitarias, incremento del número de estaciones de monitoreo de calidad del aire; regulaciones aplicadas al sistema de transporte público y privado; trabajo con las comunidades para mejorar la eficiencia energética de los hogares; establecimiento de normas de calidad (ej.: nueva norma primaria de dióxido de azufre,  $SO_2$ ) y emisión para las principales fuentes industriales emisoras de contaminantes; además de la implementación de impuestos verdes, gravando las emisiones de material particulado (MP), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ) provenientes de fuentes fijas, y de fuentes móviles en la primera venta de vehículos de acuerdo con su rendimiento urbano y emisiones de  $NO_x$ .

## I-CA1. PROMEDIO TRIANUAL DE CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO FINO (MP<sub>2,5</sub>) EN ESTACIONES DE MONITOREO DEL

El 2020, a nivel nacional el 56% (28 de 50) de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron concentraciones superiores al valor de la norma primaria anual para MP<sub>2,5</sub> (20 µg/m<sup>3</sup>). Las estaciones ubicadas en la zona sur del país registraron las mayores concentraciones, debido principalmente a la combustión de leña residencial, alcanzándose el valor más alto (43 µg/m<sup>3</sup>) en la ciudad de Coyhaique (Estaciones Coyhaique I y II).

Descripción	Muestra las concentraciones promedio trianuales de material particulado fino (material particulado de diámetro menor o igual a 2,5 micrones, MP <sub>2,5</sub> ) en las estaciones de monitoreo a nivel nacional, comparadas entre sí y con el valor de la norma primaria anual de ese contaminante (20 µg/m <sup>3</sup> ), para los últimos tres años más recientes con datos disponibles.
Metodología	<p>Las concentraciones anuales de MP<sub>2,5</sub> se calculan según lo establece la norma D.S. N°12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtienen las mediciones horarias de concentraciones de MP<sub>2,5</sub> en el aire en estaciones de monitoreo con representatividad poblacional.</li> <li>• A partir de las mediciones horarias se calcula el promedio diario. Se considera válido el promedio diario si por lo menos tiene 18 horas medidas en el día.</li> <li>• A partir de los promedios diarios válidos se calculan los promedios mensuales. Se considera válido el promedio mensual si por lo menos tiene el 75% de los promedios diarios válidos en el mes.</li> <li>• Con los promedios mensuales se calcula el promedio anual. Para que el promedio anual sea válido se necesita un mínimo de 9 meses válidos. En el caso de tener 9 o 10 meses válidos se completan los meses faltantes con el máximo de los últimos 12 meses válidos anteriores al mes faltante, hasta obtener 11 meses válidos. Luego con los 11 meses válidos se calcula el promedio anual. En el caso de tener 11 meses válidos se calcula el promedio anual con esos 11 meses.</li> <li>• Por último, se calcula el promedio aritmético de tres años sucesivos, a partir del cual se puede comparar con el valor límite que establece la norma.</li> </ul>
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Departamento de Redes de Monitoreo, 2021.

## Promedio trianual de concentraciones de material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) en estaciones de monitoreo del país, 2014-2020



 [Download data](#)

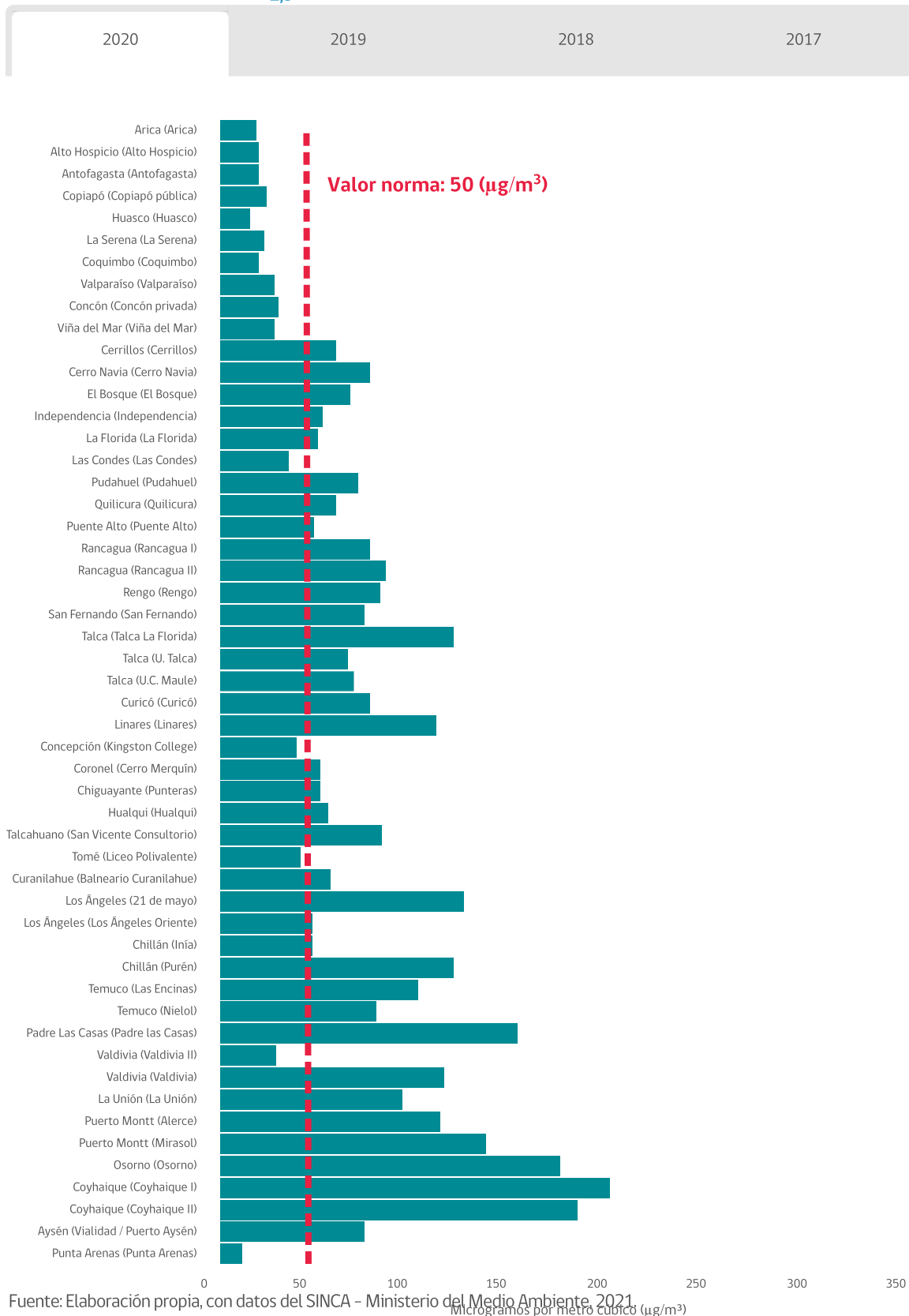
Fuente: Elaboración propia, con datos del SINCA - Ministerio del Medio Ambiente, 2021.

## I-CA2. PERCENTIL 98 DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE MATERIAL PARTICULADO FINO (MP<sub>2,5</sub>) EN ESTACIONES DE MONITOREO DEL PAÍS

En 2020, de las 53 estaciones que monitorearon el percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>), 31 registraron concentraciones sobre el valor límite (50 µg/m<sup>3</sup>) de la norma diaria de MP<sub>2,5</sub> (promedio de 24 horas), las que representan el 58% del total. Las mayores concentraciones diarias para material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) se observan en la comuna de Osorno en la Región de los Lagos (170 µg/m<sup>3</sup>) y en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo (195 µg/m<sup>3</sup> en la estación de monitoreo Coyhaique I y 179 µg/m<sup>3</sup> en la estación de monitoreo Coyhaique II).

Descripción	Muestra la comparación del percentil 98 de los promedios diarios de material particulado fino (material particulado cuyo diámetro es menor o igual a 2,5 micrones, MP <sub>2,5</sub> ), registrados durante un año, en las estaciones de monitoreo a nivel nacional y de éstas con el valor de la norma de este parámetro (50 µg/m <sup>3</sup> ) al año más reciente.
Metodología	<p>El percentil 98 de las concentraciones diarias de MP<sub>2,5</sub> se calcula según la norma D.S. N°12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtienen las mediciones horarias de concentraciones de MP<sub>2,5</sub> en el aire en estaciones de monitoreo con representatividad poblacional.</li> <li>• A partir de las mediciones horarias se calcula el promedio diario. Se considera válido el promedio diario si por lo menos tiene 18 horas medidas en el día.</li> <li>• Luego se ordenan de menor a mayor los promedios diarios válidos registrados durante un año. Si existen por lo menos el 75% de los promedios diarios válidos, se podrá calcular el percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) registradas durante un año.</li> <li>• Finalmente, el Percentil 98 corresponde al valor del elemento de orden "k", donde "k" se calcula por medio de la siguiente fórmula: <math>k=q \cdot n</math>, siendo "q" =0,98, y "n" el número de promedios diarios válidos. El valor "k" se redondea al número entero más próximo.</li> </ul>
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Departamento de Redes de Monitoreo, 2021.

## Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) en estaciones de monitoreo del país, 2017-2020

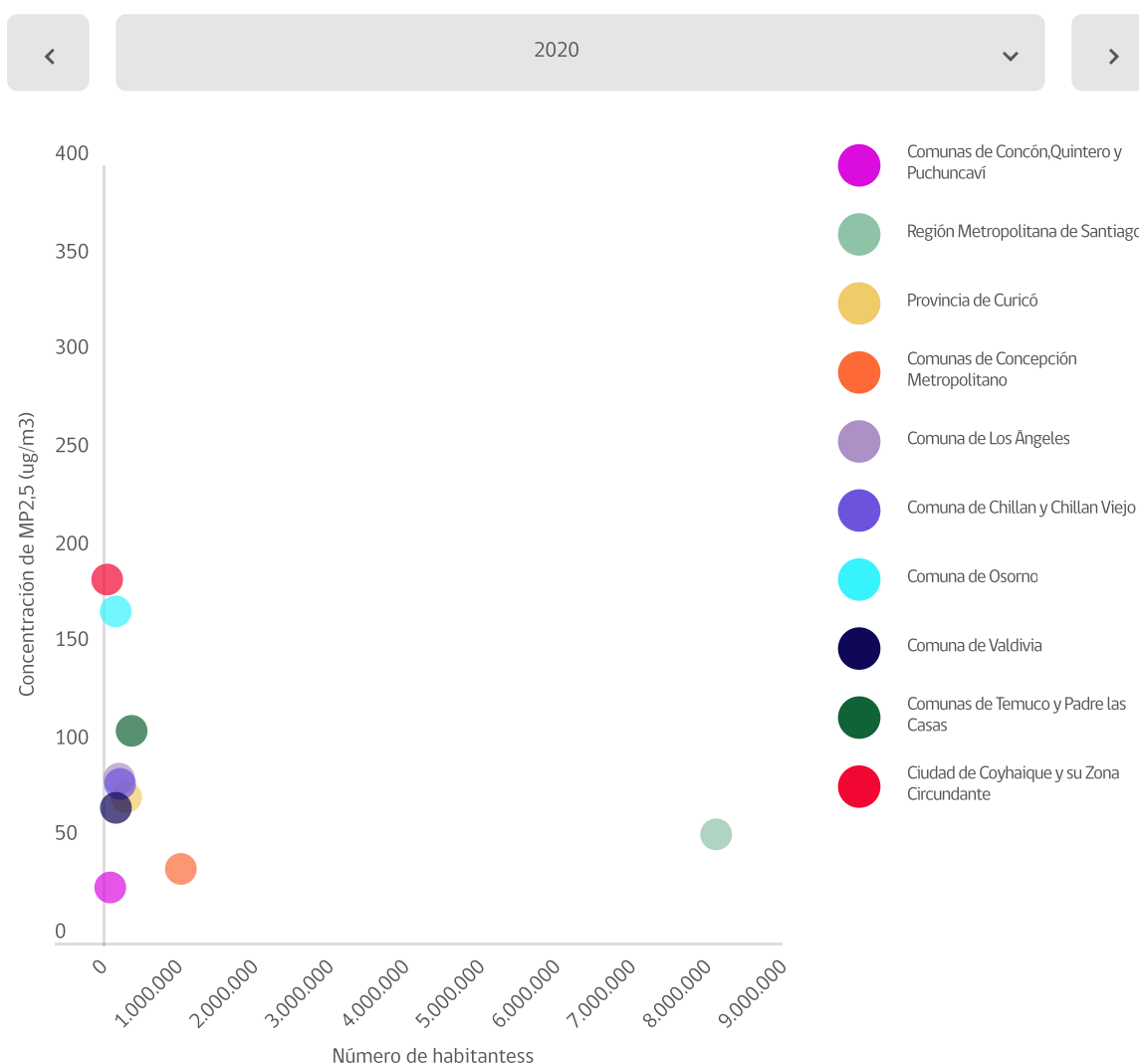


Fuente: Elaboración propia, con datos del SINCA - Ministerio del Medio Ambiente, 2021. Microgramos por metro cúbico (µg/m³)

 Download data

## I-CA3. POBLACIÓN EXPUESTA A CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO FINO EN ZONAS LATENTES O SATURADAS POR MP<sub>2,5</sub>

En 2020, cerca de 10,8 millones de habitantes del país viven en zonas que han sido declaradas como latentes o saturadas por material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>). Las mayores concentraciones se registran en la ciudad de Coyhaique, asociada al plan de descontaminación de la ciudad de Coyhaique y zonas circundante, en donde habitan aproximadamente 61.210 personas. Mientras que las menores concentraciones se encuentran en las zonas de Concón, Quintero y Puchuncaví, donde habitan aproximadamente 102.095 personas.



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia, con datos del SINCA - Ministerio del Medio Ambiente 2021 e INE 2021.

Descripción	Muestra la población expuesta a concentraciones anuales de material particulado fino (MP2,5) agrupadas por zonas que se encuentren latentes o saturadas por material particulado fino (MP2,5)
Metodología	<p>El indicador considera el promedio del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP2,5) registrados por estaciones de monitoreo asociadas a PPDA vigente o en desarrollo, razón por la cual la zona se considere latente o saturada por material particulado, y su población expuesta respectiva, para lo cual hay un total de 11 planes, para las siguientes zonas: comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví; Región Metropolitana de Santiago; Valle Central de la Provincia de Curicó; comunas de Chillán y Chillán Viejo; comunas de Concepción Metropolitano; comuna de Los Ángeles; Comuna de Valdivia; comuna de Temuco y Padre las Casas; Comuna de Osorno; ciudad de Coyhaique y su Zona Circundante.</p> <p>Población expuesta: La población expuesta corresponde a las estimaciones de población del INE en el periodo 2002-2020 que abarcan las zonas de los PPDA.</p>
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Departamento de Redes de Monitoreo, 2021. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), proyecciones de población 2002-2020.



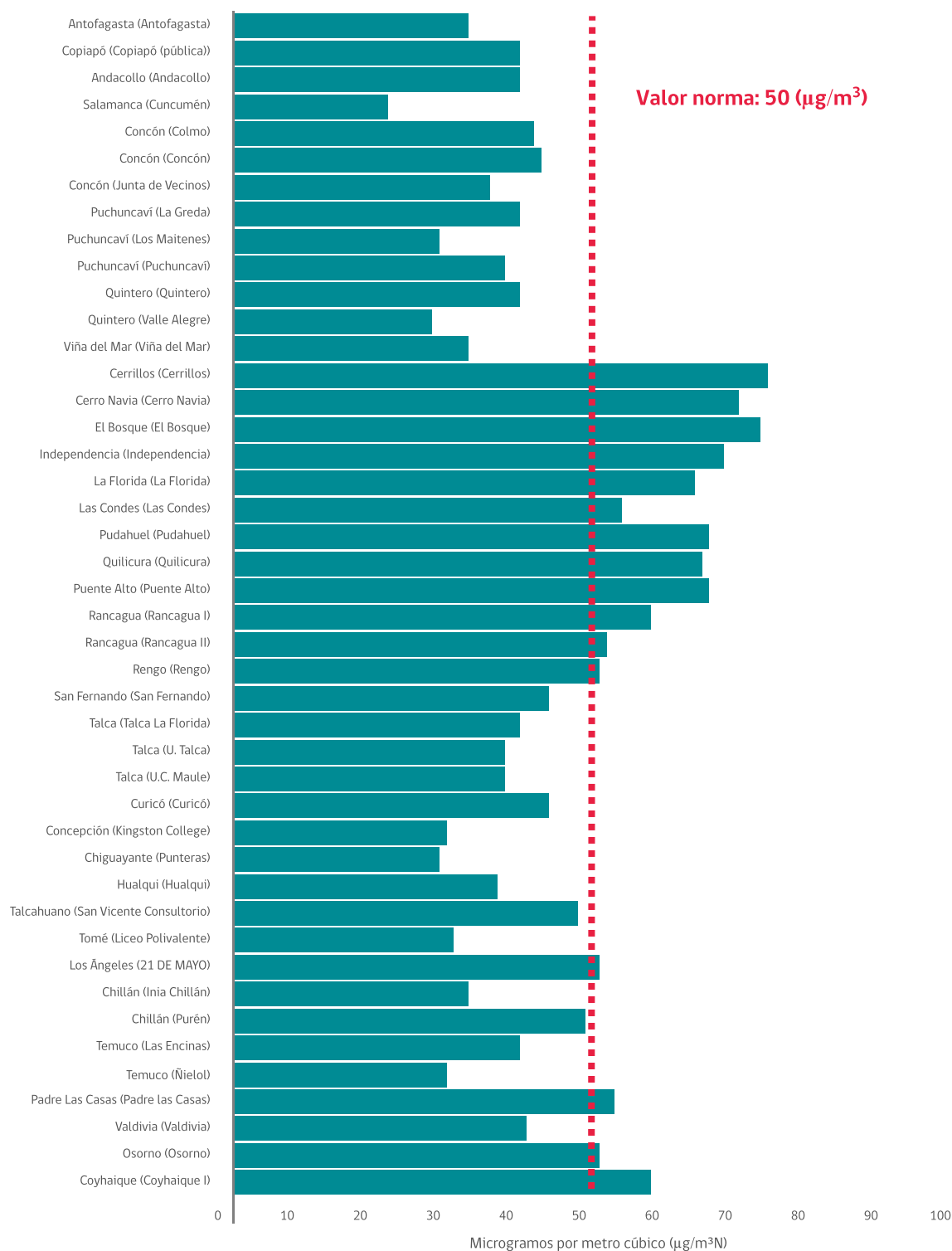
## I-CA4. PROMEDIO TRIANUAL DE MATERIAL PARTICULADO (MP<sub>10</sub>) EN ESTACIONES DE MONITOREO DEL PAÍS

El 2020, el 38% (14 de 37) de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional sobrepasaron el límite normativo anual para MP<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>N). Las mayores concentraciones de este contaminante se observaron en las estaciones Cerrillos (73 µg/m<sup>3</sup>N), El Bosque (72 µg/m<sup>3</sup>N), Cerro Navia (69 µg/m<sup>3</sup>N).

Descripción	Muestra las concentraciones promedio trianuales de material particulado grueso (material particulado cuyo diámetro es menor o igual a 10 micrones, MP10) de las estaciones de monitoreo a nivel nacional comparadas entre sí y con el valor de la norma anual (50 µg/m <sup>3</sup> N) al año más reciente.
Metodología	<p>Las concentraciones anuales de MP10 se calculan de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se toman las mediciones horarias de concentraciones de MP10 en el aire en estaciones de monitoreo con representatividad poblacional.</li> <li>• A partir de las mediciones horarias se calcula el promedio diario. Se considera válido el promedio diario si por lo menos tiene 18 horas medidas en el día.</li> <li>• A partir de los promedios diarios válidos se calculan los promedios mensuales. Se considera válido el promedio mensual si por lo menos tiene el 75% de los promedios diarios válidos en el mes.</li> <li>• Luego con los promedios mensuales se calcula el promedio anual. Para que el promedio anual sea válido se necesita un mínimo de 9 meses válidos. En el caso de tener 9 o 10 meses válidos se completan los meses faltantes con el máximo de los últimos 12 meses válidos al mes faltante, hasta obtener 11 meses válidos. Luego con los 11 meses válidos se calcula el promedio anual. En el caso de tener 11 meses válidos se calcula el promedio anual con esos 11 meses.</li> <li>• Por último, se calcula el promedio aritmético de tres años sucesivos, a partir del cual se puede comparar con el valor límite que establece la norma.</li> </ul>
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Departamento de Redes de Monitoreo, 2021.

## Promedio trianual de concentraciones de material particulado grueso (MP<sub>10</sub>) en estaciones de monitoreo del país, 2016- 2020

< 2018-2020 >



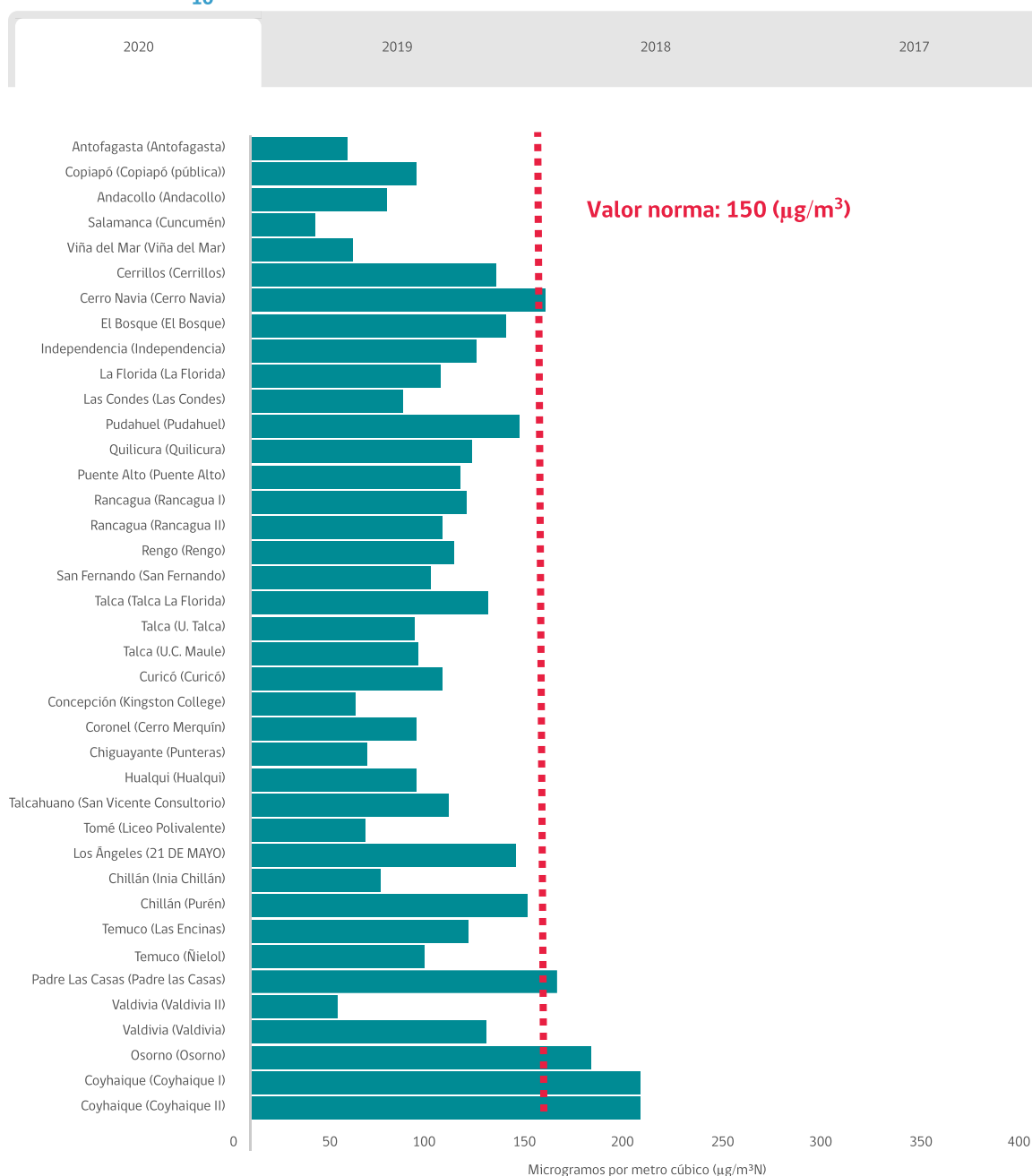
Fuente: Elaboración propia, con datos del SINCA - Ministerio del Medio Ambiente, 2021.

 [Download data](#)

## I-CA5. PERCENTIL 98 DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE MATERIAL PARTICULADO (MP<sub>10</sub>) EN ESTACIONES DE MONITOREO DEL PAÍS

En 2020, el 10% (4 de 41) de las estaciones de monitoreo en las que es posible calcular el percentil 98 de MP<sub>10</sub> obtuvieron concentraciones de 24 horas mayores al límite establecido a nivel normativo (150 µg/m<sup>3</sup>N). Las estaciones que registraron los más altos valores fueron Coyhaique I (196 µg/m<sup>3</sup>N) y Coyhaique II (196 µg/m<sup>3</sup>N).

### Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado grueso (MP<sub>10</sub>) en estaciones de monitoreo del país, 2017-2020



Fuente: Elaboración propia, con datos del SINCA - Ministerio del Medio Ambiente, 2021.

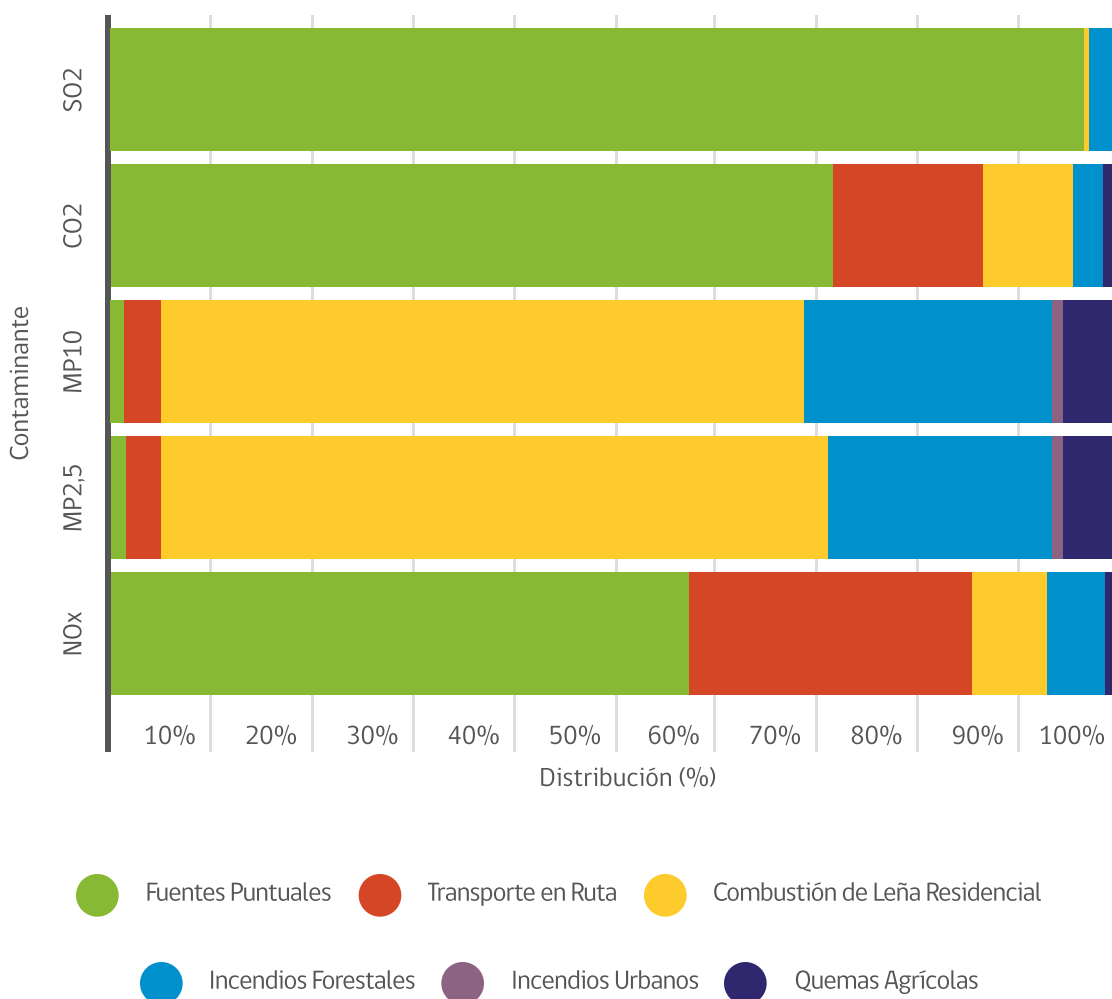
 [Download data](#)

Descripción	Muestra la comparación del percentil 98 de los promedios diarios de material particulado grueso material particulado cuyo diámetro es menor a 10 micrones, MP10) de las estaciones de monitoreo representativas del país, entre sí y con el valor de la norma (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ N), para el año más reciente.
Metodología	<p>El percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 se calcula de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se registran las mediciones horarias de concentraciones de MP10 en el aire en estaciones de monitoreo con representatividad poblacional.</li><li>• A partir de las mediciones horarias se calcula el promedio diario, considerándose válido cuando por lo menos tiene 18 horas medidas en el día.</li><li>• Luego se ordenan de menor a mayor los promedios diarios válidos registrados durante un año. Si existen por lo menos el 75% de los promedios diarios válidos, se podrá calcular el percentil 98 de las concentraciones diarias registradas durante el año.</li><li>• Finalmente el Percentil 98 será el valor del elemento de orden "k". En el que "k" se calculará por medio de la siguiente fórmula: <math>k=q \cdot n</math>, donde "q" =0,98, y "n" corresponde al número de promedios diarios válidos. El valor "k" se redondea al número entero más próximo.</li></ul>
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Departamento de Redes de Monitoreo, 2021.

## I-CA6. COMPOSICIÓN DE LAS EMISIONES AL AIRE DE MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> Y SO<sub>2</sub> A NIVEL NACIONAL POR TIPO DE FUENTE

En 2019, las emisiones nacionales totales de MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> alcanzaron 126.930, 184.610 y 123.964 toneladas, respectivamente. En el caso del MP<sub>2,5</sub> la combustión de leña residencial fue la principal fuente emisora (65,9%), seguido de los incendios forestales (22,1%). Respecto a las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), las fuentes puntuales (57,3%), el transporte en ruta (27,9%) y la combustión de leña residencial (7,3%) fueron las principales fuentes. Las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) fueron generadas principalmente por las fuentes puntuales (96,3%) con 119 mil toneladas.

### Composición de las emisiones al aire de MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> a nivel nacional por tipo de fuente, 2019



 [Download data](#)

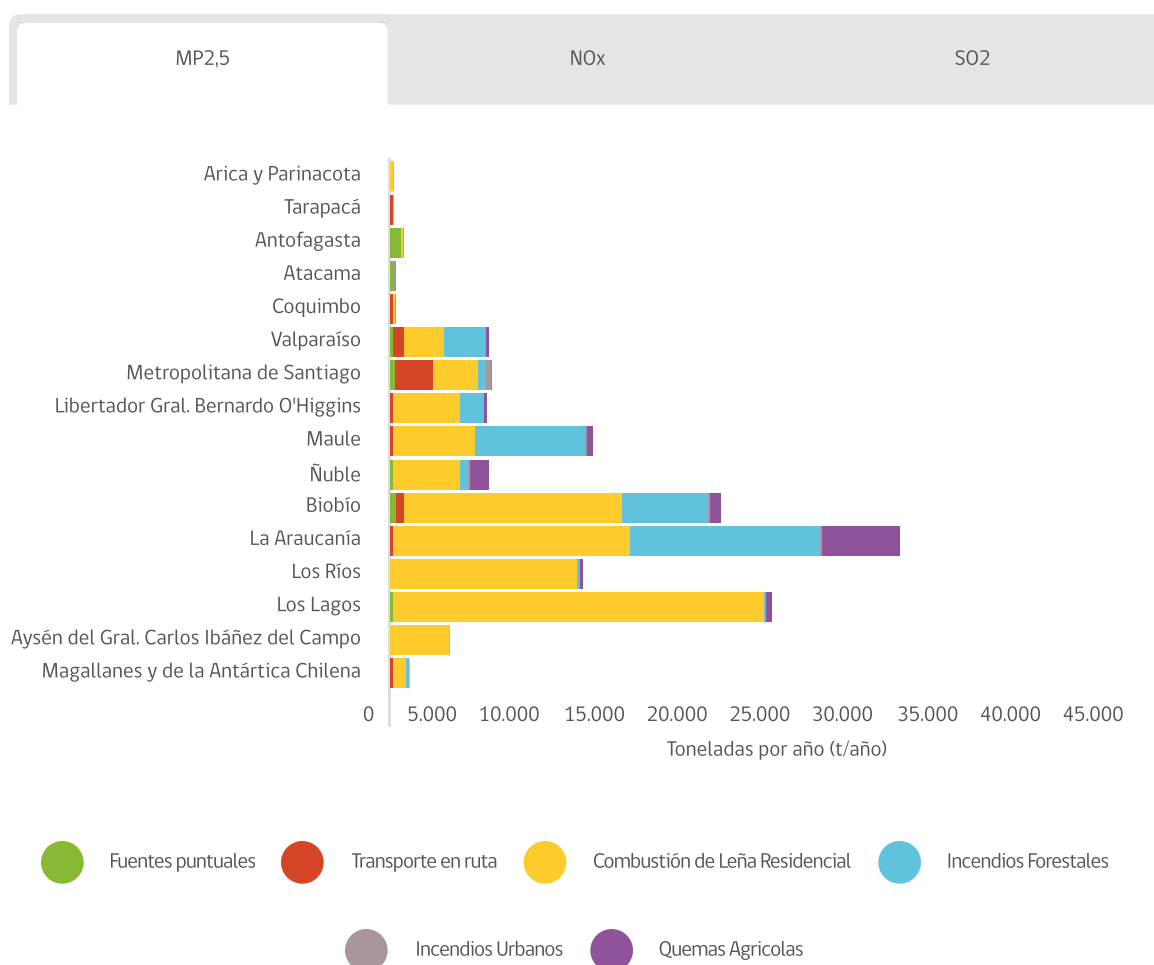
Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2021.

Descripción	Indicador que compara la proporción de emisiones de material particulado fino (MP2,5), óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO2) a nivel nacional, por cada tipo de fuente emisora sobre el total de emisiones de cada uno de estos contaminantes, del año más reciente con datos disponibles.
Metodología	<p>Las emisiones de contaminantes al aire por tipo de fuente provienen del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Las fuentes de emisión tienen distintas metodologías de estimación y origen, pudiéndose clasificar principalmente como fuentes puntuales y fuentes no puntuales. Dentro de las fuentes no puntuales se encuentran la combustión de leña residencial y el transporte en ruta, en cambio, en las fuentes puntuales se encuentran las termoeléctricas, las fundiciones y el resto de las categorías industriales.</p> <p>Las emisiones del transporte en ruta se calculan a partir del modelo de emisiones vehiculares MODEM versión 5.1., para 22 ciudades del país, el cual contempla información proporcionada por: SECTRA, Plantas de Revisión Técnica (MTT), Transantiago (RM) y el parque vehicular estimado por el INE. Hay otras 5 ciudades donde la estimación se realiza a partir de una metodología simplificada con el uso de factores de emisión.</p> <p>En el caso de la combustión de leña residencial, las estimaciones se hacen a partir de una metodología top down, para la cual se utilizó como información base, la encuesta nacional de leña del estudio "Medición del Consumo Nacional de Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera" realizado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT, 2015) para el Ministerio de Energía, de dicho estudio se obtienen los consumos de leña desde la Región de Valparaíso hasta Aysén, en tanto, que desde la Región de Arica y Parinacota hasta Coquimbo son agrupadas en macrozona norte. Además, desde esa misma encuesta se obtuvieron parámetros claves para la estimación de emisiones por región; tales como, humedad, tipo de artefacto y tiraje, mientras que los factores de emisión que utilizan dichos parámetros fueron calculados en el marco del inventario de Temuco y Padre Las Casas, provenientes del estudio "Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas de las Comunas de Temuco y Padre Las Casas, año base 2013" (MMA, 2014) desarrollado por SICAM Ingeniería Ltda., para la Seremi del Medio Ambiente, Región de la Araucanía.</p> <p>También, se utilizó la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN, 2013) y la información reportada por el "Programa de Proyecciones de la Población" desarrollado por el INE a partir de los resultados de los Censos levantados en el país, para obtener porcentajes de distribución poblacional a nivel comunal (urbano y rural) en las 15 regiones del país, los cuales son utilizados para distribuir los consumos regionales de leña.</p> <p>En el caso de las emisiones de fuentes puntuales, se utilizan los datos de los establecimientos que declaran en el D.S. N°138/2005 MINSAL. En el caso de la categoría termoeléctricas, se consideran solo a los establecimientos afectos a declarar en el D.S. N°13/2011 MMA, junto con privilegiar el valor de las emisiones de NOx y SO2 reportadas en el marco de dicho decreto, por corresponder a mediciones realizadas directamente en sus chimeneas. Además, para las fundiciones, se consideran sólo aquellos establecimientos que deben dar cumplimiento a la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico (D.S. N°28/2013 MMA), junto con privilegiar las emisiones de SO2 del proceso de fundición de cobre reportadas por dicha obligación.</p>
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2021.

## I-CA7. EMISIONES AL AIRE DE MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> POR REGIÓN Y TIPO DE FUENTE

En 2019, las regiones que presentaron las mayores emisiones de NO<sub>x</sub> del país fueron la Metropolitana, con alrededor de 38,9 mil toneladas (21,1%) y la del Biobío con emisiones entorno a 31,6 mil toneladas (17,2%). En el caso de la primera, se debe principalmente a las emisiones del transporte en ruta, en cambio en la segunda a las fuentes puntuales y el transporte en ruta. Para el caso del SO<sub>2</sub>, la principal fuente generadora son las fuentes puntuales, las regiones con mayor generación son Antofagasta (31.815 toneladas), O'Higgins (25.766 toneladas), Valparaíso (23.952 toneladas) y Atacama (20.318 toneladas). Para el caso del MP<sub>2,5</sub>, las regiones de La Araucanía y Los Lagos son las que participan con mayor generación del contaminante. Para la Región de La Araucanía, las emisiones se componen principalmente por combustión de leña residencial (14.307 toneladas) e incendios forestales (11.302 toneladas).

### Emisiones al aire de MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> por región y según tipo de fuente, 2019



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2021.

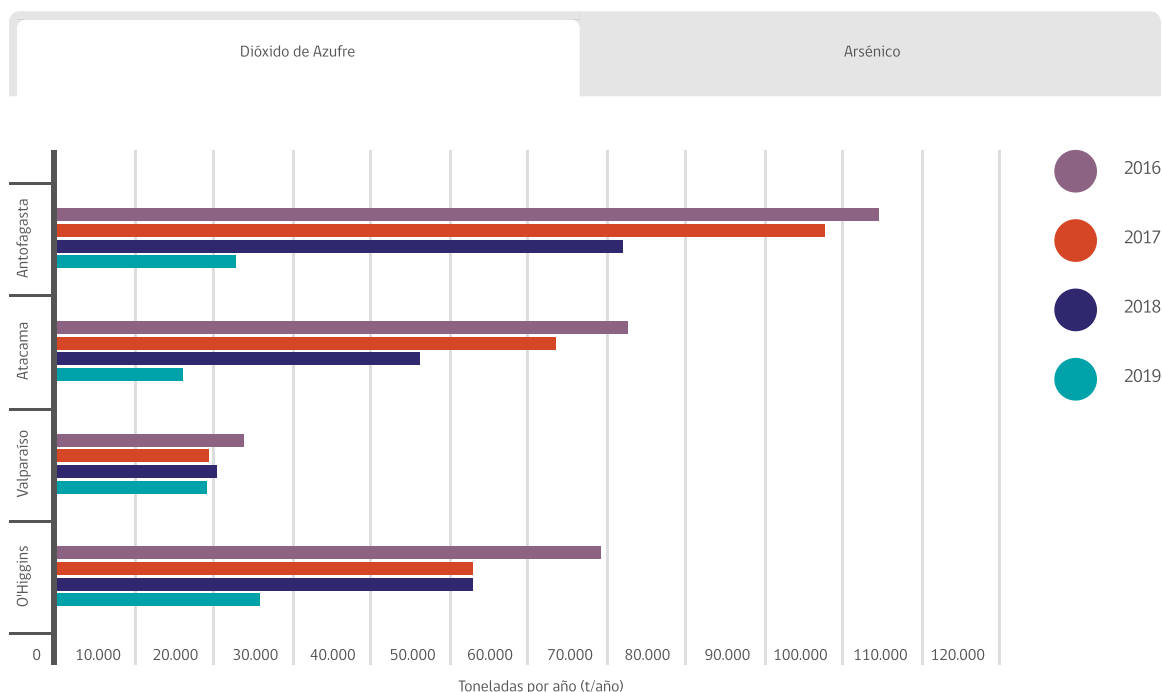
Descripción	Indicador que compara la emisión anual de material particulado fino (MP2,5), óxidos de nitrógeno (NOX) y dióxido de azufre(SO2) por región y fuente, para el año más reciente con datos disponibles.
Metodología	<p>Las emisiones de contaminantes al aire por tipo de fuente provienen del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Las fuentes de emisión tienen distintas metodologías de estimación y origen, pudiéndose clasificar principalmente como fuentes puntuales y fuentes no puntuales. Dentro de las fuentes no puntuales se encuentran la combustión de leña residencial y el transporte en ruta, en cambio, en las fuentes puntuales se encuentran las termoeléctricas, las fundiciones y el resto de las categorías industriales.</p> <p>Las emisiones del transporte en ruta se calculan a partir del modelo de emisiones vehiculares MODEM versión 5.1., para 22 ciudades del país, el cual contempla información proporcionada por: SECTRA, Plantas de Revisión Técnica (MTT), Transantiago (RM) y el parque vehicular estimado por el INE. Hay otras 5 ciudades donde la estimación se realiza a partir de una metodología simplificada con el uso de factores de emisión.</p> <p>En el caso de la combustión de leña residencial, las estimaciones se hacen a partir de una metodología top down, para la cual se utilizó como información base, la encuesta nacional de leña del estudio "Medición del Consumo Nacional de Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera" realizado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT, 2015) para el Ministerio de Energía, de dicho estudio se obtienen los consumos de leña desde la Región de Valparaíso hasta Aysén, en tanto, que desde la Región de Arica y Parinacota hasta Coquimbo son agrupadas en macrozona norte. Además, desde esa misma encuesta se obtuvieron parámetros claves para la estimación de emisiones por región; tales como, humedad, tipo de artefacto y tiraje, mientras que los factores de emisión que utilizan dichos parámetros fueron calculados en el marco del inventario de Temuco y Padre Las Casas, provenientes del estudio "Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas de las Comunas de Temuco y Padre Las Casas, año base 2013" (MMA, 2014) desarrollado por SICAM Ingeniería Ltda., para la Seremi del Medio Ambiente, Región de la Araucanía.</p> <p>También, se utilizó la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN, 2013) y la información reportada por el "Programa de Proyecciones de la Población" desarrollado por el INE a partir de los resultados de los Censos levantados en el país, para obtener porcentajes de distribución poblacional a nivel comunal (urbano y rural) en las 15 regiones del país, los cuales son utilizados para distribuir los consumos regionales de leña.</p> <p>En el caso de las emisiones de fuentes puntuales, se utilizan los datos de los establecimientos que declaran en el D.S N°138/2005 MINSAL. En el caso de la categoría termoeléctricas, se consideran solo a los establecimientos afectos a declarar en el D.S.N°13/2011 MMA, junto con privilegiar el valor de las emisiones de NOx y SO2 reportadas en el marco de dicho decreto, por corresponder a mediciones realizadas directamente en sus chimeneas. Además, para las fundiciones, se consideran sólo aquellos establecimientos que deben dar cumplimiento a la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico (D.S. N°28/2013 MMA), junto con privilegiar las emisiones de SO2 del proceso de fundición de cobre reportadas por dicha obligación.</p>
Fuentes de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2021.



## I-CA8. EMISIONES DE SO<sub>2</sub> Y AS GENERADAS POR FUNDICIONES, REGULADAS POR EL D.S. N°28/2013 DEL MMA

EL D.S N°28 de 2013 MMA reconoce como fuentes emisoras a las 7 fundiciones de cobre existentes en el país, y además, a las fuentes emisoras de arsénico que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental (RCA). En 2019 se observa una fuerte caída en las emisiones de dióxido de azufre respecto a los años anteriores, llegando a mostrar una disminución del 71% en relación al total reportado en 2016. Respecto a su distribución en el territorio, la región de O'Higgins es la que presenta la mayor cantidad de emisiones de SO<sub>2</sub> (25.760 toneladas). En cuanto al arsénico, las mayores emisiones se concentran en la región de Antofagasta, representando el 52% del total emitido en 2019, (145,7 toneladas).

### Emisiones de SO<sub>2</sub> y As generadas por fundiciones, reguladas por el D.S. N°28/2013 del MMA por región, 2016-2019



 [Download data](#)

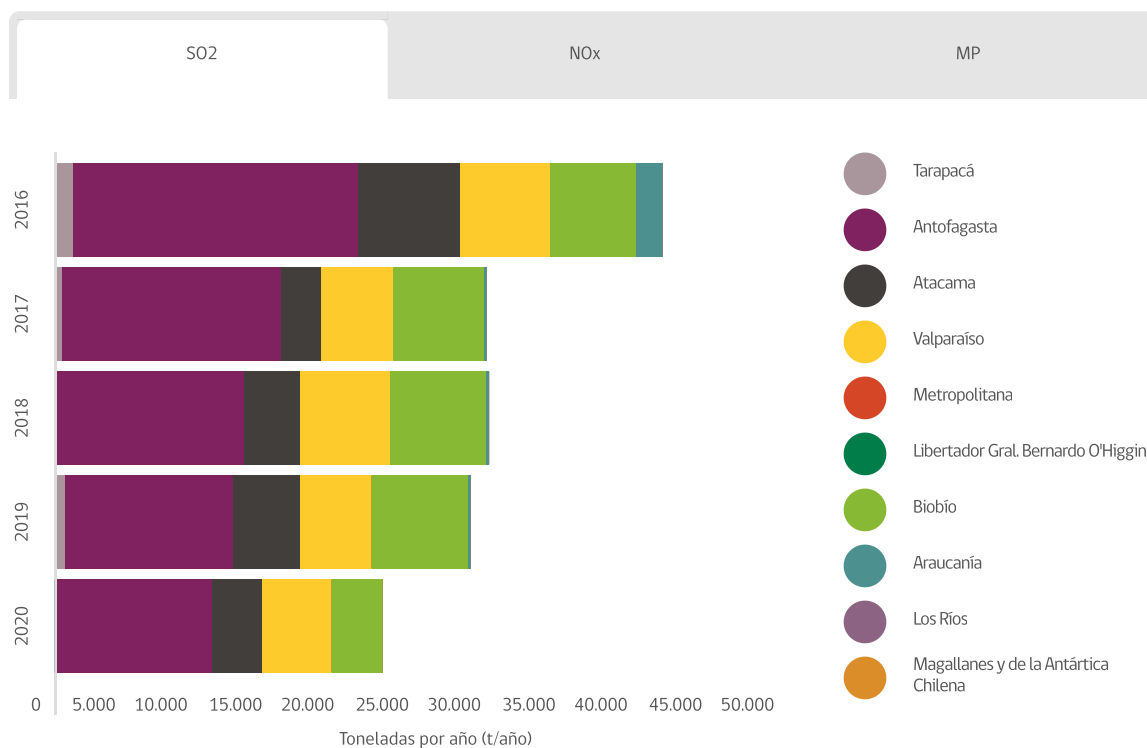
Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2021.

Descripción	Indicador que presenta la evolución de emisiones anuales de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) y arsénico (As) generadas por las fundiciones de cobre del país.
Metodología	Las emisiones corresponden a las toneladas reguladas en el marco del decreto supremo N°28 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que establece la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico, fijando límites para las emisiones de dióxido de azufre y arsénico (MMA, 2013).
Fuentes de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2021.

## I-CA9. EMISIONES DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y MP GENERADAS POR TERMOELÉCTRICAS, REGULADAS POR EL D.S. N° 13/2011 DEL MMA

De acuerdo a las emisiones reportadas en el marco del D.S. N° 13/2011 del MMA, en el periodo 2016–2020 se observa una tendencia a la baja en los tres contaminantes locales: dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y material particulado (MP). El 2020, las regiones del país que presentaron las mayores emisiones de dióxido de azufre son las regiones de Antofagasta (10.515 toneladas), Valparaíso (4.615 t), Biobío (3.595 t) y Atacama (3.512 t). Una distribución similar se observa para las emisiones de NO<sub>x</sub> y MP.

### Emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y MP generadas por termoeléctricas, reguladas por el D.S 13/2011 del MMA por región, 2016–2020



 [Download data](#)

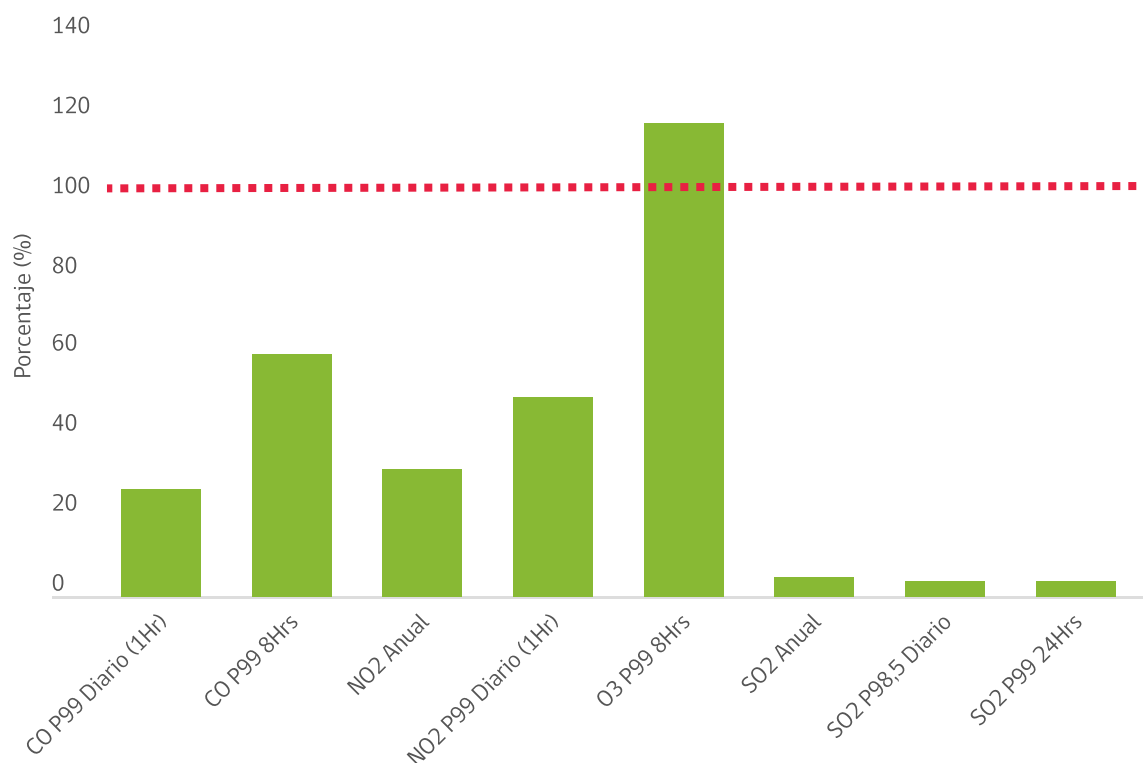
Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2021.

Descripción	Indicador que presenta la evolución de emisiones anuales de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) y material particulado (MP) generadas por las termoeléctricas del país.
Metodología	Las emisiones corresponden a las toneladas de material particulado, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno reguladas a través del Decreto Supremo N° 13 de normas de emisión del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2011)
Fuentes de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), 2021.

## I-CA10. SUPERACIÓN NORMA ANUAL (%) DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Al analizar la norma anual de contaminantes atmosféricos para ozono troposférico, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en la Región Metropolitana, el ozono troposférico agrupado en el percentil 99 de 8 horas es el único indicador que sobrepasa la norma. Los otros contaminantes, ya sea por agrupación de percentil 99 de 8 horas, percentil 99 de 1 hora o anual, no superan las normas respectivas.

### Superación norma anual (%) de contaminantes atmosféricos, 2020



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2021.

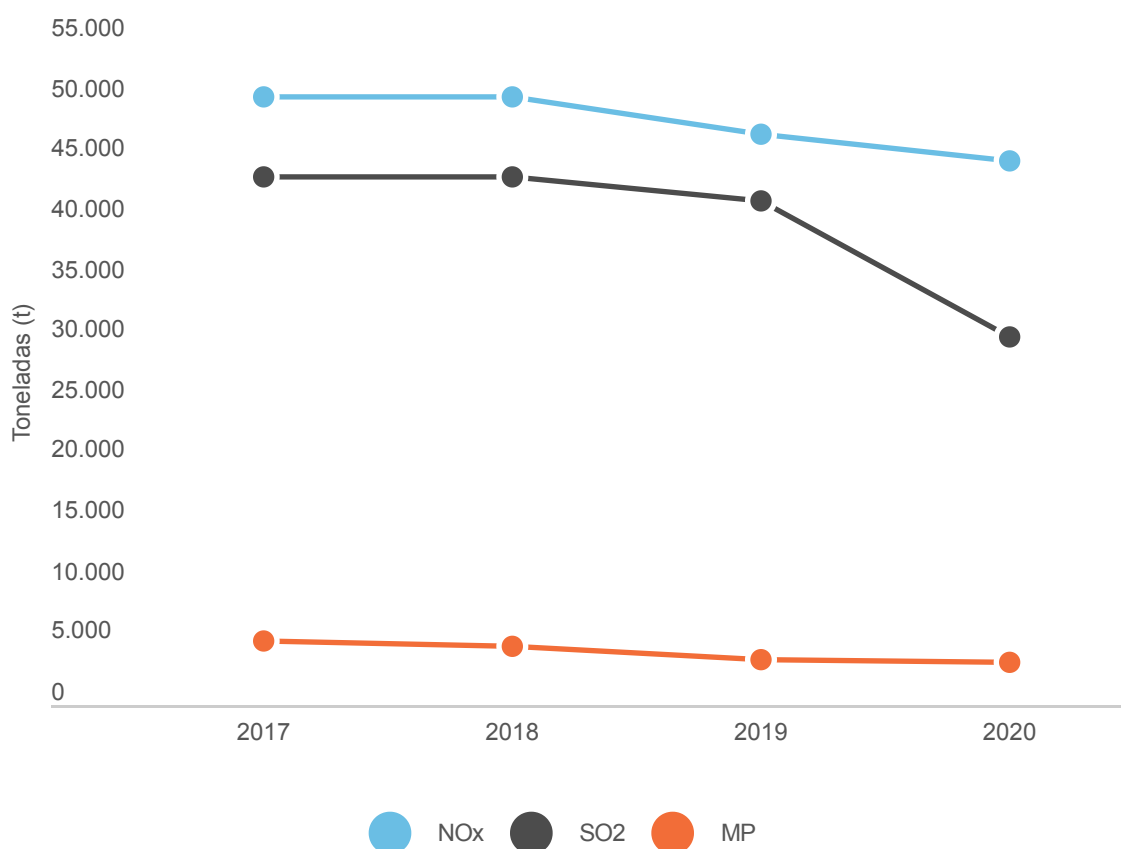
Descripción	Indica el porcentaje que alcanzan los valores de ciertos contaminantes respecto a su estándar normativo.
Metodología	Se calculan los porcentajes que alcanzan los siguientes estadígrafos de contaminantes en comparación a con sus respectivos valores normativos: O3 P99 hrs, CO P99 8 hrs, CO P99 diario (1hr), NO2 anual, NO2 P99 diario (1hr), SO2 anual, SO2 P99 24 hrs, SO2 P98,5 diario.
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2021.

## I-CA11 y 12. EMISIONES DE CONTAMINANTES LOCALES GRAVADAS POR IMPUESTOS VERDES A NIVEL NACIONAL SEGÚN CONTAMINANTE Y SECTOR

La cantidad total de emisiones gravadas de los tres contaminantes locales contemplados en el artículo 8° de la Ley N°20.780 (impuestos verdes) alcanzó 79.191 toneladas el año 2020. Del total de ese año, las emisiones gravadas de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  representaron un 57%, las de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) un 39% y las de material particulado (MP) un 4%, aproximadamente.

El 2020, el principal sector emisor de las emisiones gravadas de contaminantes locales fue el de generadoras eléctricas, representando un 91,9% en el caso de  $\text{NO}_x$ , un 87,5% en  $\text{SO}_2$  y 91,4% en material particulado.

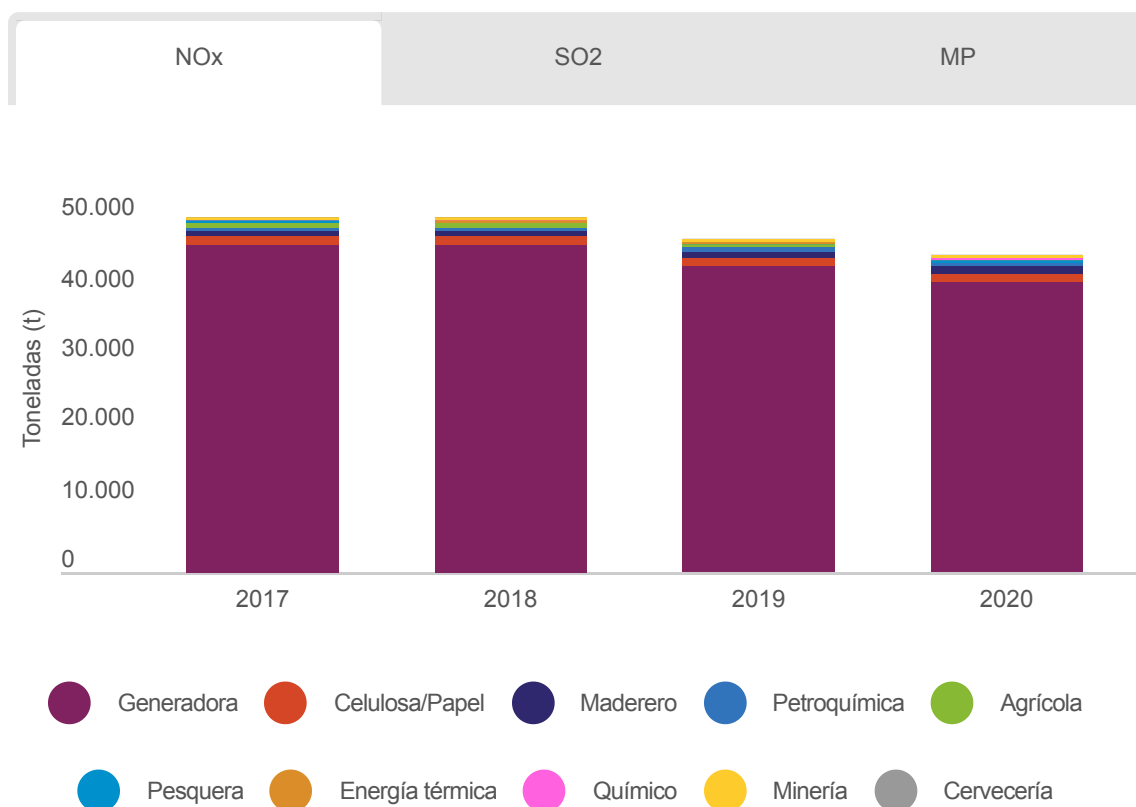
### I-CA 11. Emisiones de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes, según contaminantes, 2017-2020



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2021.

## I-CA 12. Emisiones de contaminantes locales gravadas por impuestos verdes según contaminante y sector, 2017-2020



 [Download data](#)

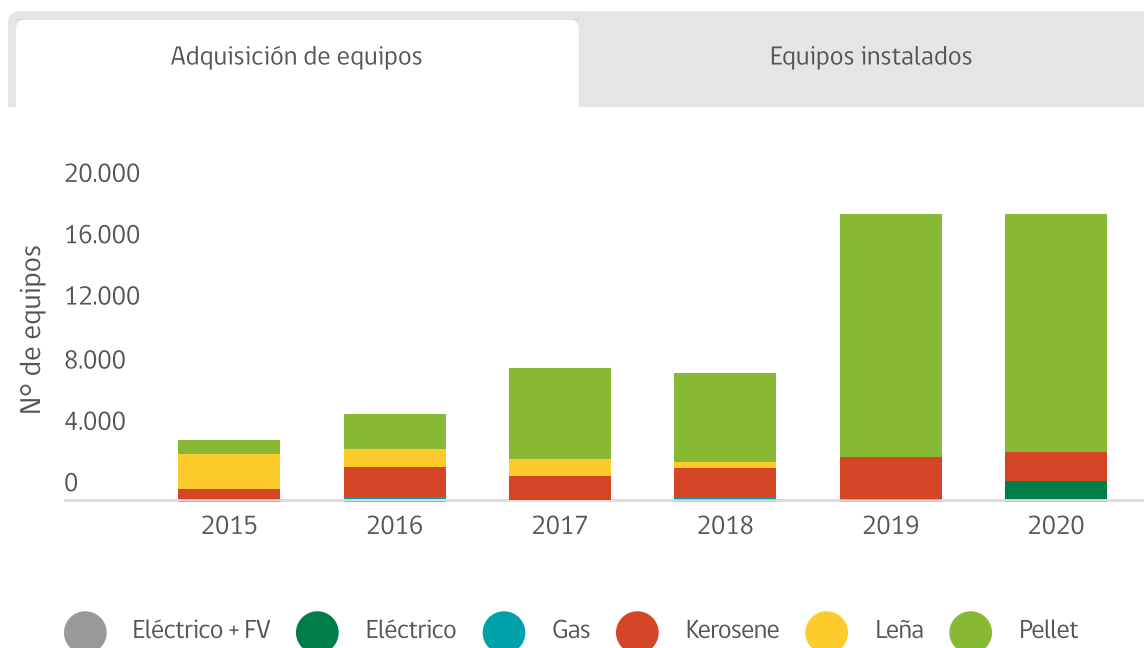
Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2021.

Descripción	Indica una estimación de las emisiones de contaminantes locales de fuentes fijas gravadas por impuestos verdes (artículo 8° de la Ley N°20.780).
Metodología	El artículo 8° de la Ley N°20.780 establece un "impuesto verde" a la emisión de contaminantes locales (material particulado MP, óxidos de nitrógeno NOX y dióxidos de azufre SO2) generados por fuentes fijas. Los totales de emisión son desagregados según tipo de contaminante local gravado, mientras que la distribución porcentual se desagrega según combustible principal utilizado por la fuente emisora.
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente en base a los datos de emisión proporcionados por la Superintendencia del Medio Ambiente, 2021.

## I-CA13. EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DEL PROGRAMA RECAMBIO DE CALEFACTORES

En el periodo 2015–2020 el programa de recambio de calefactores ha adquirido un total de 62.817 equipos e instalados un total de 45.598, siendo 2020 el año con mayor cantidad de equipos adquiridos (18.426), mientras que el año 2019 contó con la mayor cantidad de equipos instalados (13.036), seguido muy de cerca por el año 2020, con 12.455 equipos instalados. Para el año 2020, el tipo de tecnología de equipos instalados se distribuye en: 10.717 de pellets, 1.385 de kerosene, 348 eléctricos y 5 eléctricos +FV.

### Evolución tecnológica del Programa de Recambio de Calefactores, 2015–2020



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2021.

Descripción	Evolución del tipo de nueva tecnología implementada por Programa de Recambio de Calefactores, las que incluyen equipos más eficientes de tipo eléctrico, a gas, kerosene, pellet y leña.
Metodología	El Programa de Recambio de Calefactores es una medida estructural de la mayoría de los planes de descontaminación atmosférica de las ciudades del centro y sur de Chile. Por medio de este programa, los beneficiarios pueden acceder a un nuevo sistema de calefacción más eficiente y menos contaminante cuando hacen entrega de su antiguo calefactor y/o cocina a leña. El número de recambios considerados en cada plan permite alcanzar la norma calidad del aire en la respectiva ciudad.
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, 2021.