



Chile
en marcha

Anteproyecto Norma de emisión para grupos electrógenos

Emmanuel Mesías Rojas

Profesional División de Calidad del Aire - Ministerio del Medio Ambiente

Email: Emesias@mma.gob.cl

24 de julio de 2019

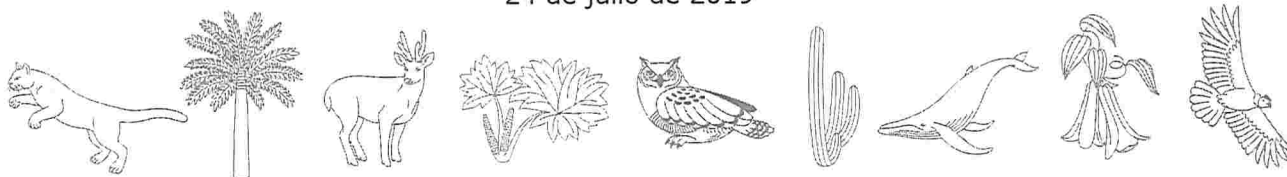


Tabla de contenidos

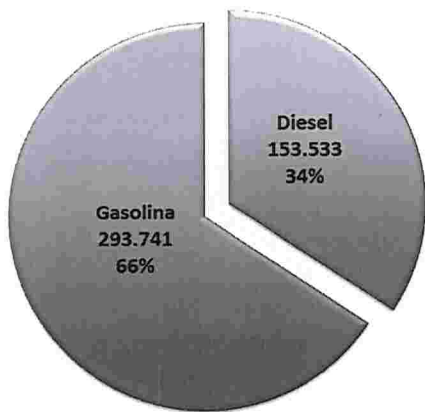
1. Antecedentes
2. Enfoques utilizados para la elaboración de la regulación
3. Medidas propuestas en borrador de Anteproyecto
4. Análisis general del impacto económico y social – AGIES
5. Conclusiones



Antecedentes

¿Cómo se distribuyen los grupos electrógenos a nivel país?

Universo de Grupos electrógenos a nivel país, año base 2015:
447.274

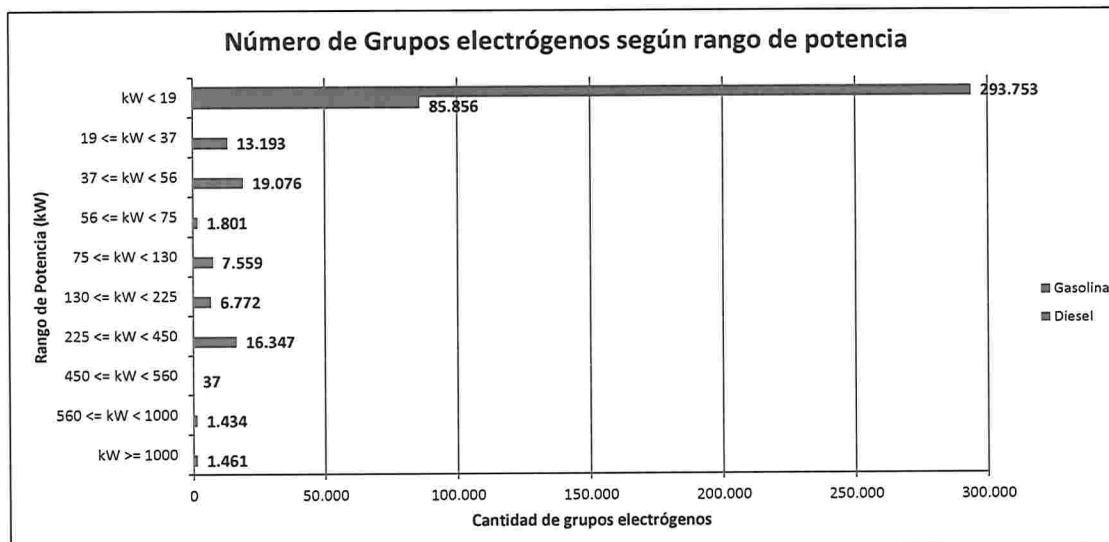


- Los principales contaminantes que emiten los grupos electrógenos son:
MP, SO₂, NO_x, CO y HC.

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de aduanas 2000-2015

¿Distribución por tamaño y combustible al año 2015?

Universo de grupos electrógenos al 2015: 447.289

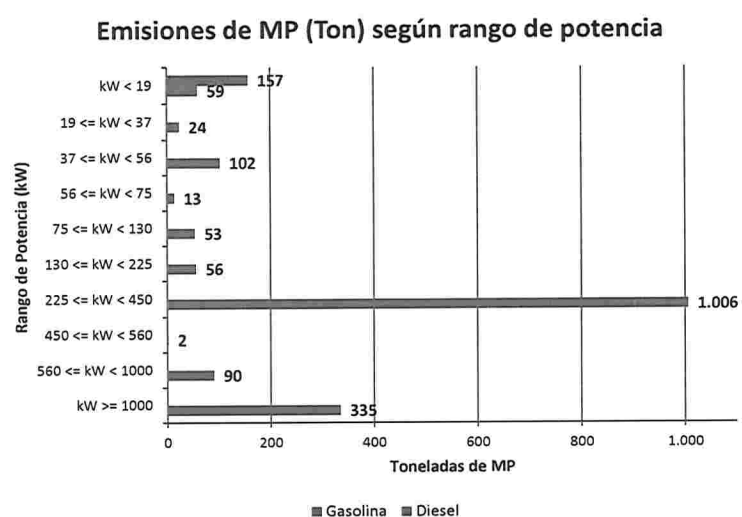


Un 84% de los grupos electrógenos está en un tamaño menor a 19 kW.

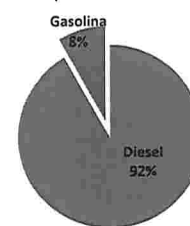
Se estima que al año 2015 existe un total de 67.680 equipos sobre 19 kW.

¿Aporte en emisiones de MP según tamaño y combustible ?

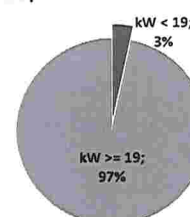
Universo 2015 de grupos electrógenos: 447.274



Participación emisiones MP



Participación emisiones MP diésel



Los equipos a gasolina representan un 66% del total del parque, sin embargo estos sólo aportan un 8% al total de las emisiones de MP.

Los grupos electrógenos diésel inferiores a 19 kW, representa un 56% del total diésel, sin embargo estos sólo aportan un 3% del total de las emisiones de MP.

A partir de los antecedentes presentados, el borrador de Anteproyecto de la Norma de Emisión para grupos electrógenos, se enfocará en regular a los grupos electrógenos diésel con potencia superior o igual a 19 kW.

Enfoques utilizados para la elaboración de la regulación

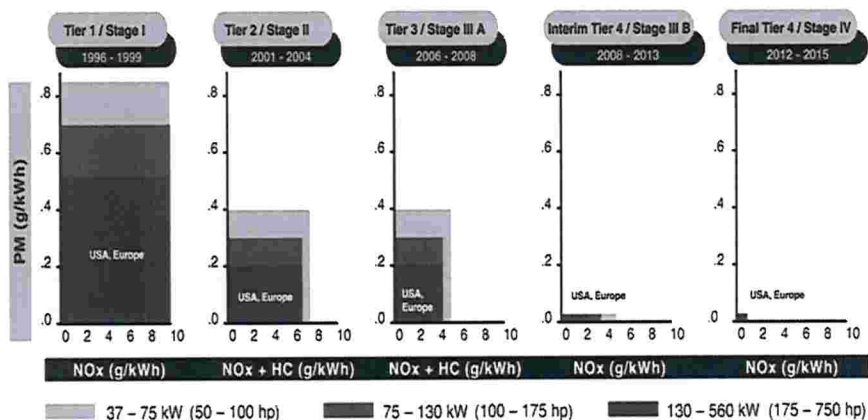


Enfoques utilizados para la elaboración de la regulación

1. Asegurar efectividad y eficiencia

- Reducir las emisiones
- Reducciones verificables y fiscalizables

2. Considerar la tendencia de la regulación nacional e internacional (Incluir las mejores técnicas y tecnologías)



Enfoques utilizados para la elaboración de la regulación

3. Utilizar un lenguaje y terminología **simplificada**

4. **Gradualidad**

- La propuesta de norma establece dos etapas, la primera comienza a regir el 01 de enero de 2022 y la segunda el 01 de enero de 2026.

5. **Coherencia** con otros instrumentos ambientales (planes de prevención y/o Descontaminación)

6. Considerar **múltiples beneficios (co-beneficios)**

- Beneficios por reducción de las concentraciones de material particulado en la calidad del aire.
- Co beneficios por reducción del consumo de combustible.



Medidas propuestas en borrador de Anteproyecto

¿Cuales son los equipos afectados a esta normativa?

La presente norma se aplica a los grupos electrógenos nuevos que son accionados con motores de combustión interna con encendido por compresión, de potencia máxima del motor mayor o igual a 19 kW y que se comercialicen en el país, a contar del 1 de enero de 2022.

Se excluyen de la aplicación de la presente norma de emisión a:

- los grupos electrógenos que se encuentren operando o instalados para su uso con anterioridad del 1 de enero de 2022.
- Los grupos electrógenos estacionarios nuevos con potencia máxima del motor mayor o igual a 19 kW y menor a 560 kW.

Límites de emisión para grupos electrógenos nuevos

ETAPA 1

Los grupos electrógenos móviles nuevos con potencia máxima del motor **mayor o igual a 19 kW y menor a 560 kW**, que se comercialicen en el país a contar del 01 de enero de 2022, deberán cumplir con lo siguiente:

Potencia máxima: P kW	CO g/kWh	HCNM+NO _x g/kWh	MP g/kWh	Estándar de emisión exigido
19 ≤ P < 37	5,5	7,5	0,6	Tier 2
37 ≤ P < 75	5	4,7	0,4	Tier 3
75 ≤ P < 130	5	4	0,3	
130 ≤ P < 560	3,5	4	0,2	

Grupo electrógeno móvil: es aquel apto para desplazarse o ser desplazado sobre el suelo, con o sin carretera y que funciona en base a motores de combustión interna, de encendido por compresión, con una potencia neta instalada, igual o superior a 19 kW e inferior o igual a 560 kW.

Límites de emisión para grupos electrógenos nuevos

ETAPA 1

Los grupos electrógenos nuevos con potencia máxima del motor **mayor o igual a 560 kW**, que se comercialicen en el país a contar del 01 de enero de 2022, deberán cumplir con lo señalado en las siguientes tablas:

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d	Potencia máxima: P	CO	HCNM+NOx	MP	Estándar de emisión exigido
Litros	kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh	
d < 10	P ≥ 560	3,5	6,4	0,2	Tier 2
10 ≤ d < 15	P ≥ 560	5	7,8	0,27	
15 ≤ d < 20	560 ≤ P < 3300	5	8,7	0,5	
	P > 3300	5	9,8	0,5	
20 ≤ d < 25	P ≥ 560	5	9,8	0,5	
25 ≤ d < 30	P ≥ 560	5	11	0,5	

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d	Potencia máxima: P	Velocidad máxima del motor: n	NOx	MP	Estándar de emisión exigido
Litros	kW	rpm	g/kWh	g/kWh	
d ≥ 30	P ≥ 560	n < 130	14,4	0,15	Tier 2
		130 ≤ n < 2000	44*n ^{-0,23}		
		2000 ≤ n	7,7		

Límites de emisión para grupos electrógenos nuevos

ETAPA 2

Los grupos electrógenos móviles nuevos con potencia máxima del motor **mayor o igual a 19 kW y menor a 560 kW**, que se comercialicen en el país a contar del 01 de enero de 2026, deberán cumplir con lo siguiente:

Potencia máxima: P	CO	HCNM	HCNM+NOx	NOx	MP	Estándar de emisión exigido
kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	
19 ≤ P < 37	5,5	No aplica	4,7	No aplica	0,03	Tier 4
37 ≤ P < 56	5	No aplica	4,7	No aplica	0,03	
56 ≤ P < 130	5	0,19	No aplica	0,4	0,02	
130 ≤ P < 560	3,5	0,19	No aplica	0,4	0,02	

Límites de emisión para grupos electrógenos nuevos

ETAPA 2

Los grupos electrógenos nuevos con potencia máxima del motor **mayor o igual a 560 kW**, que se comercialicen en el país a contar del 01 de enero de 2026, deberán cumplir con lo señalado en las siguientes tablas:

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d	Potencia máxima: P	CO	HCNM	HCNM+NOx	NOx	MP	Estándar de emisión exigido
Litros	kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	
d < 10	P ≥ 560	3,5	0,19	No aplica	0,67	0,03	Tier 4
10 ≤ d < 30	560 ≤ P < 3700	5	No aplica	1,8	No aplica	0,04	
	3700 < P	5	No aplica	1,8	No aplica	0,06	

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d	Potencia máxima: P	Velocidad máxima del motor: n	NOx	MP	Estándar de emisión exigido
Litros	kW	rpm	g/kWh	g/kWh	
d ≥ 30	P ≥ 560	n < 130	3,4	0,15 ^(b)	Tier 3
		130 ≤ n < 2000	9,0*n ^{-0,20} (a)		
		2000 ≤ n	2,0		

Límites de emisión para grupos electrógenos nuevos

ETAPA 2

Los grupos electrógenos con potencia máxima del motor mayor o igual a 560 kW, cuyas horas de funcionamiento son menores o iguales a 100 horas y/o aquellos que operan en zonas aisladas sin acceso a los sistemas de interconexión de la energía eléctrica, y que abastezcan a una o varias localidades, cuyo uso sea el abastecimiento de clientes residenciales; quedan exentos de cumplir con etapa 2, sin embargo deberán cumplir con los límites exigidos en la etapa 1.

Para el caso de los grupos electrógenos de emergencia, el titular deberá demostrar que el equipo es un grupo electrógeno de emergencia, reportando todos los años las horas de funcionamiento que este operó en el año calendario anterior.

Diferencias entre el texto actual y la versión anterior

ETAPA 1

ANTES

Inicio norma: 2020

Aplica a grupos electrógenos móviles y estacionarios

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: D	Potencia nominal: P	Estándar de emisión exigido
Litros	kW	
D < 10	$19 \leq P < 37$	Tier 2
	$37 \leq P < 560$	Tier 3
	$P \geq 560$	Tier 2
D ≥ 10	$P \geq 19$	Tier 2

AHORA

Inicio norma: 2022

Aplica sólo a grupos electrógenos móviles

Potencia nominal: P	Estándar de emisión exigido
kW	
$19 \leq P < 37$	Tier 2
$37 \leq P < 560$	Tier 3

Aplica a grupos electrógenos móviles y estacionarios

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: D	Potencia nominal: P	Estándar de emisión exigido
Litros	kW	
D < 10	$P \geq 560$	Tier 2
D ≥ 10	$P \geq 560$	Tier 2

Diferencias entre el texto actual y la versión anterior

ETAPA 2

ANTES

Inicio norma: 2026

Aplica a grupos electrógenos móviles y estacionarios, pero hace diferenciación entre emergencia y no emergencia

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: D	Potencia nominal: P	Estándar de emisión exigido
Litros	kW	
D < 30	$P \geq 19$	Tier 4
D ≥ 30	$P \geq 19$	Tier 3

AHORA

Inicio norma: 2026

Aplica sólo a grupos electrógenos móviles y no hace diferenciación entre emergencia y no emergencia

Potencia nominal: P	Estándar de emisión exigido
kW	
$19 \leq P < 37$	Tier 4
$37 \leq P < 560$	Tier 4

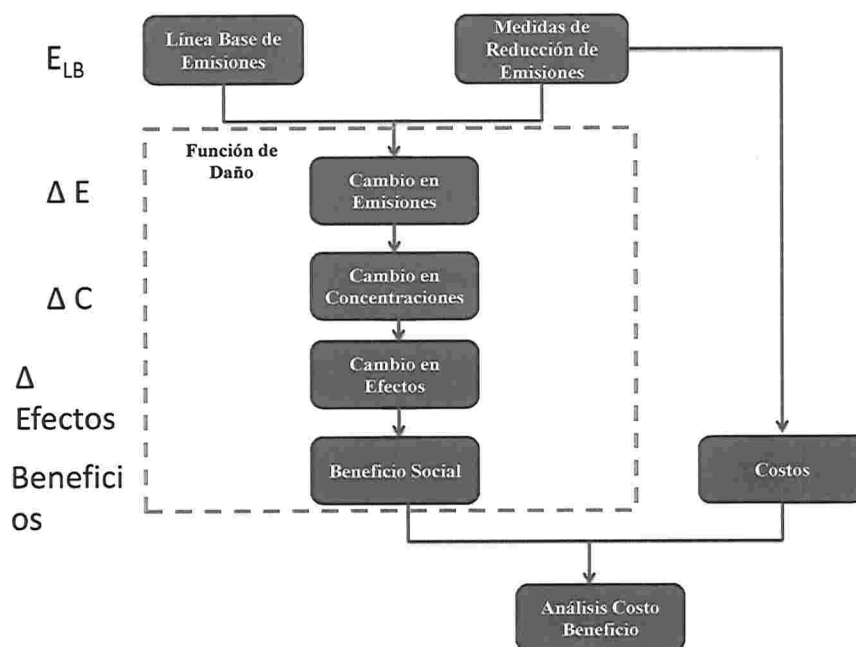
Aplica a grupos electrógenos móviles y estacionarios, pero hace diferenciación entre emergencia y no emergencia

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: D	Potencia nominal: P	Estándar de emisión exigido
Litros	kW	
D < 30	$P \geq 560$	Tier 4
D ≥ 30	$P \geq 560$	Tier 3

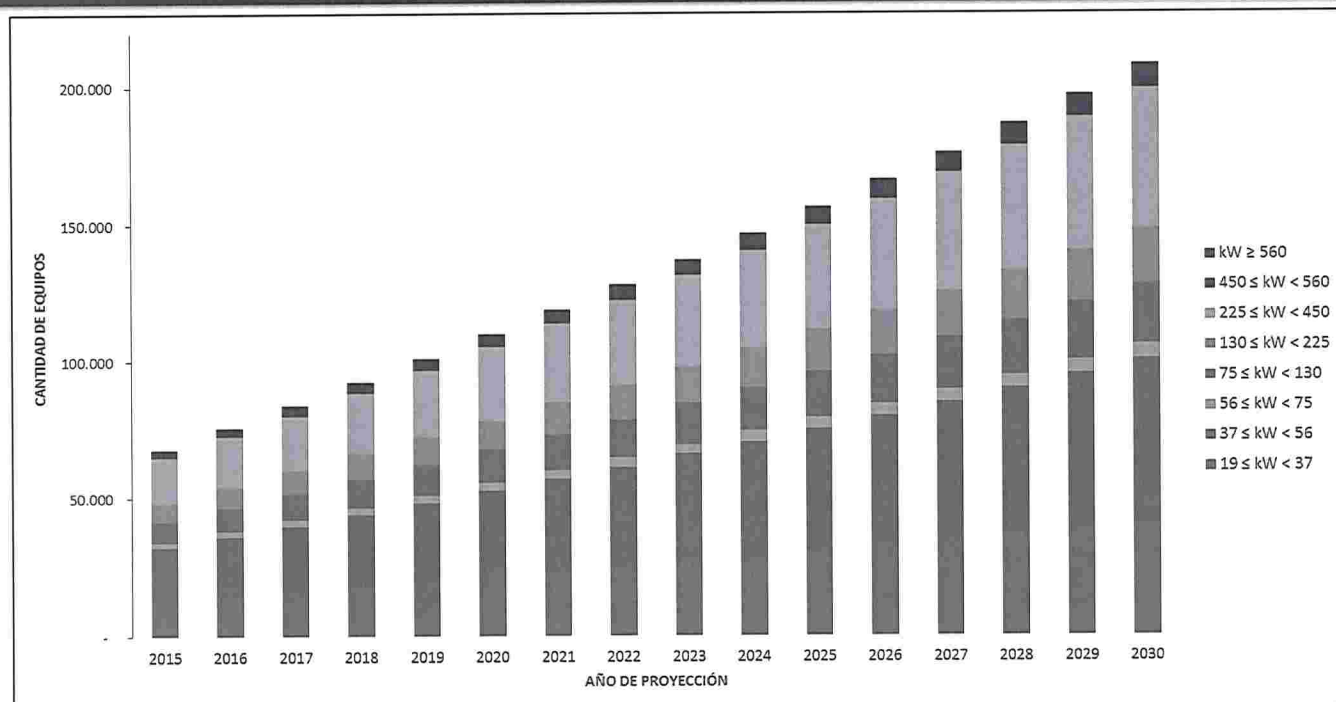
Resultados del Análisis general del Impacto Económico y Social – AGIES



Metodología general del AGIES



Proyección del parque de grupos electrógenos

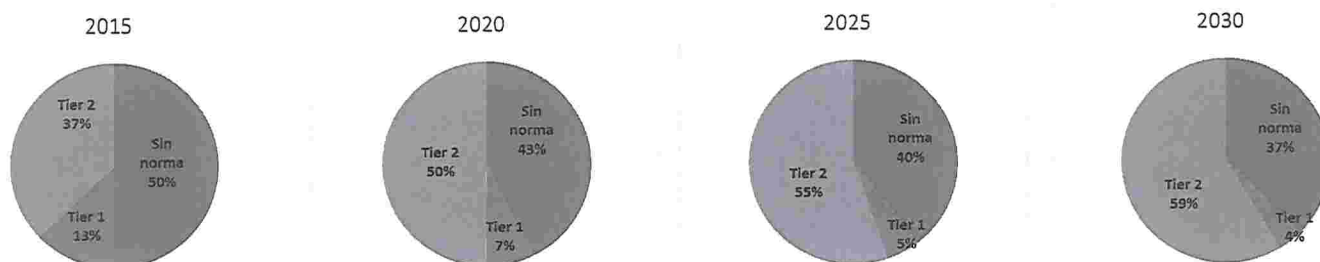


Proyección de 2,4%.

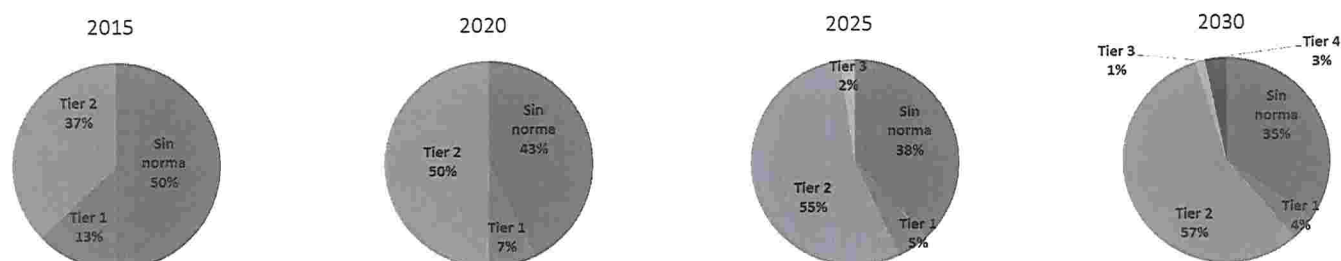
Fuente: (CDEC SIC, 2015) Estudio de Previsión de Demanda 2015-2035

Proyección del parque de grupos electrógenos

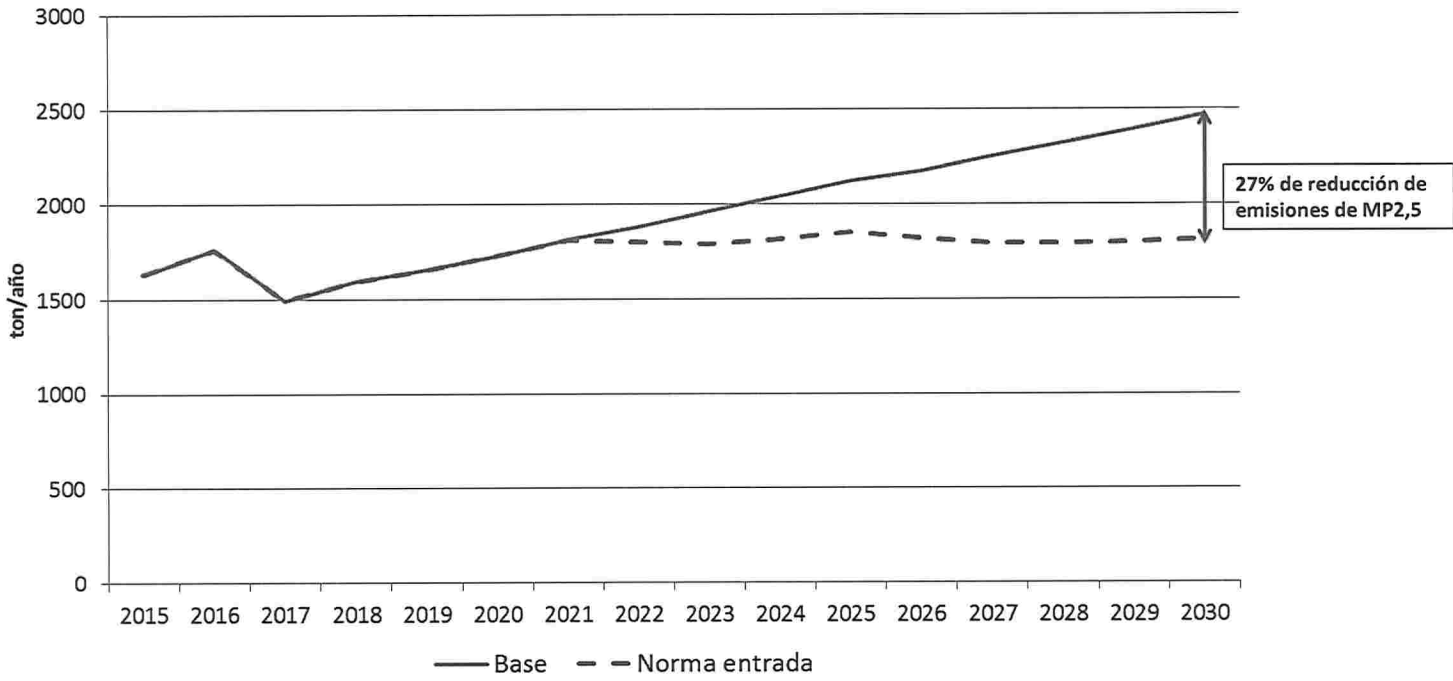
Parque Base:



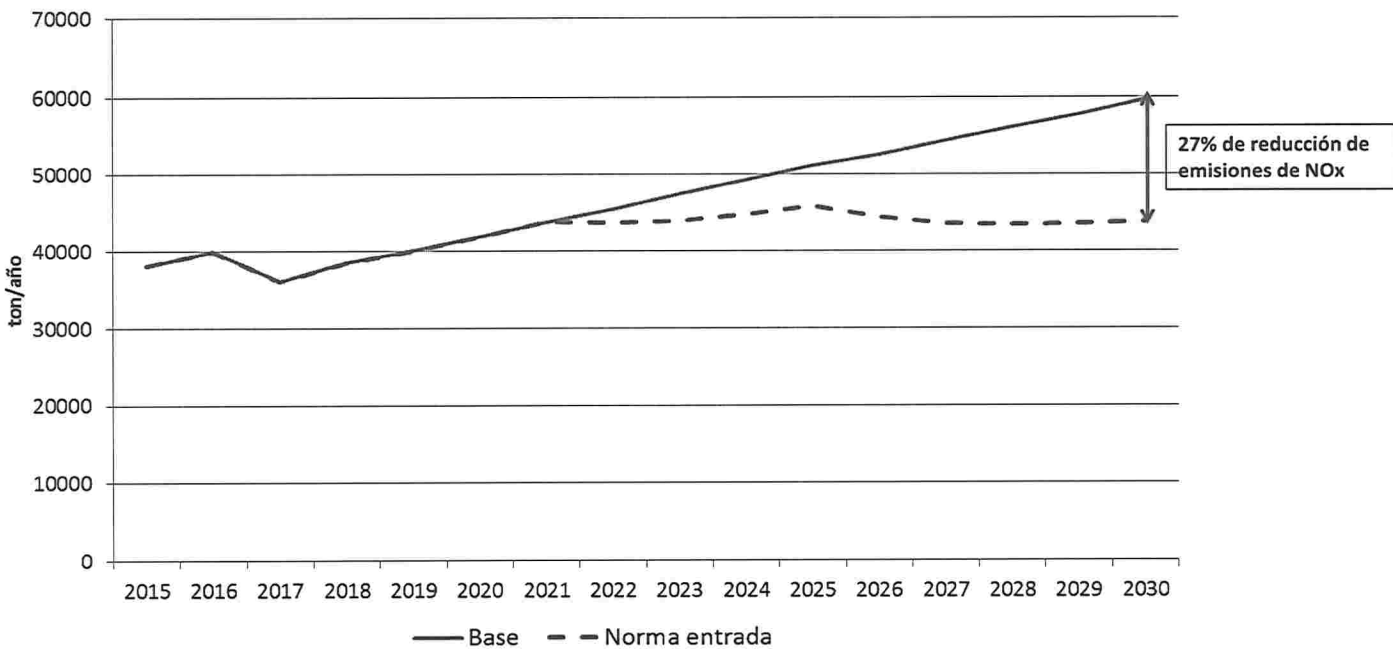
Parque con Normativa:



Resultados: Emisiones de MP2,5 (Ton/año) proyectadas



Resultados: Emisiones de NOx (Ton/año) proyectadas



Beneficios en salud

Evento	Contaminante	Tipo	Casos evitados 2030 (Percentil 50)	Intervalo de confianza (IC) al 90%	Casos evitados 2020-2030 (Percentil 50)	Intervalo de confianza (IC) al 90%
Mortalidad	MP2.5	Cardiopulmonar largo plazo	739	[459 – 1.057]	3.342	[1.785 – 5.095]
Admisiones hospitalarias	MP2.5	Asma (crónica)	20	[16 - 26]	96	[70 - 137]
	MP2.5	Cardiovascular	301	[249 - 351]	1.395	[1.103 – 1.678]
	MP2.5	Respiratorias crónicas	51	[-14 - 97]	234	[-121 - 511]
	MP2.5	Neumonía	237	[108 - 346]	1.063	[354 – 1.685]
Visitas Salas de Emergencia	MP2.5	Asma	11.130	[6.324 – 18.807]	55.046	[22.807 – 101.509]
Productividad perdida	MP2.5	Días laborales	99.562	[94.716 – 108.534]	495.886	[462.025 – 549.871]
	MP2.5	Días de actividad restringida	449.954	[414.385 – 473.224]	2.237.080	[2.020.220 – 2.392.300]
	MP2.5	Días de actividad restringida menor	849.199	[763.379 – 899.589]	4.222.767	[3.703.108 – 4.564.203]

Costos incrementales cambio de equipo

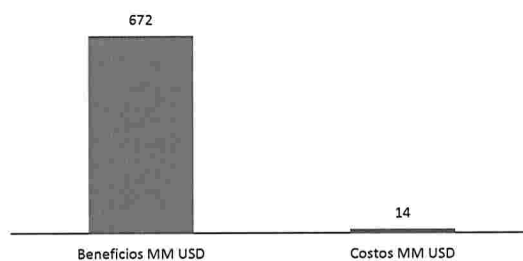
		19 ≤ kW < 37			37 ≤ kW < 56			56 ≤ kW < 75		
		Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 2	Tier 3	Tier 4
Inversión	Sin norma	34.86	79.70	140.34	74.88	127.87	180.45	78.86	134.67	479.79
	Tier 1	29.03	73.86	134.51	37.44	90.43	143.01	39.43	95.24	440.36
	Tier 2	0.00	44.84	105.48	0.00	52.99	105.57	0.00	55.81	400.93
	Tier 3	0.00	0.00	60.64	0.00	0.00	52.58	0.00	0.00	345.12
Operación	Sin norma	145.29	145.29	145.29	40.96	124.75	124.75	43.14	131.39	243.88
	Tier 1	72.64	72.64	72.64	40.96	124.75	124.75	43.14	131.39	243.88
	Tier 2	0.00	0.00	0.00	0.00	83.79	83.79	0.00	88.25	200.74
	Tier 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.49

		75 ≤ kW < 130			130 ≤ kW < 450			450 ≤ kW		
		Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 2	Tier 3	Tier 4
Inversión	Sin norma	243.57	360.50	744.99	222.59	377.80	754.89	726.01	1139.09	2905.17
	Tier 1	121.77	238.70	623.19	111.29	266.50	643.59	363.01	776.09	2542.17
	Tier 2	0.00	116.93	501.42	0.00	155.21	532.30	0.00	413.09	2179.17
	Tier 3	0.00	0.00	384.49	0.00	0.00	377.09	0.00	0.00	1766.08
Operación	Sin norma	-68.50	-366.63	-222.36	-107.31	-441.90	-266.77	-1059.02	-2420.34	-1365.14
	Tier 1	-68.50	-366.63	-222.36	-107.31	-441.90	-266.77	-1059.02	-2420.34	-1365.14
	Tier 2	0.00	-298.13	-153.85	0.00	-334.59	-159.46	0.00	-1361.32	-306.12
	Tier 3	0.00	0.00	144.27	0.00	0.00	175.13	0.00	0.00	1055.20

- Se realiza adaptación de los costos incrementales de mejora tecnológica utilizados en el AGIES de la Norma Maquinaria Fuera de Ruta, el cual considera el estudio Geasur 2014.
- Geasur (2014). Análisis técnico-económico de la aplicación de una nueva norma de emisión para motores de maquinaria fuera de ruta a nivel país.

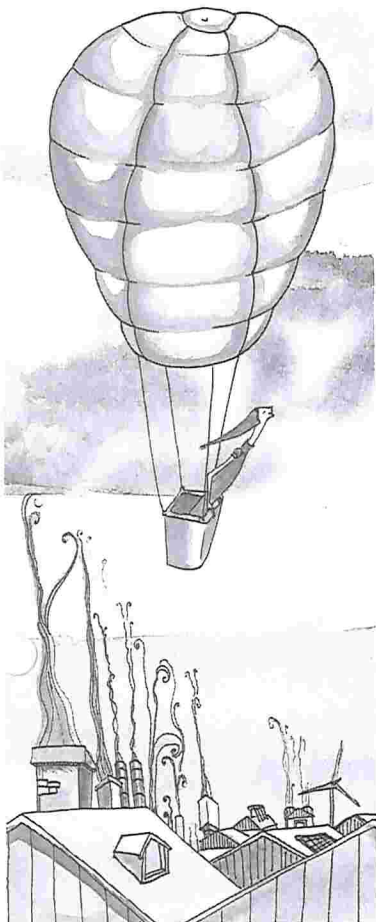
Análisis costo beneficio

B/C Total: 48,1



Análisis costo beneficio – por región

	Costos MM USD		Beneficios MM USD		Beneficio Neto MM USD	B/C
	VP Inversion	VP Costo	VP Ahorro	VP Beneficio Salud		
Arica y Parinacota	0,1	0,0	0,1	0,5	0,5	5,8
Tarapacá	0,4	0,0	0,3	2,1	2,0	6,3
Antofagasta	1,1	0,1	1,0	10,1	9,9	9,2
Atacama	0,7	0,0	0,6	3,1	3,0	5,1
Coquimbo	1,4	0,0	1,2	12,9	12,7	10,1
Valparaíso	0,7	0,1	0,6	16,7	16,6	22,5
Metropolitana	4,3	0,3	3,6	476,9	475,9	104,1
O'Higgins	0,5	0,0	0,4	12,3	12,2	25,6
Maule	0,6	0,0	0,5	24,9	24,7	40,7
Bío Bío	1,0	0,0	0,9	26,6	26,5	26,6
Ñuble	0,1	0,0	0,1	2,5	2,5	25,0
Araucanía	0,4	0,1	0,3	3,5	3,3	8,2
Los Ríos	0,2	0,0	0,2	5,5	5,4	24,8
Los Lagos	1,1	0,1	0,9	49,5	49,2	41,9
Aysén	0,3	0,0	0,2	4,9	4,8	15,0
Magallanes y la Ant	0,3	0,0	0,2	9,4	9,3	34,6
Total	13,2	0,6	11,0	661	658	48,1
Total sin RM	8,8	0,5	7,3	185	183	20,5
Total sin RM y BioB	7,8	0,5	6,5	158	156	19,8



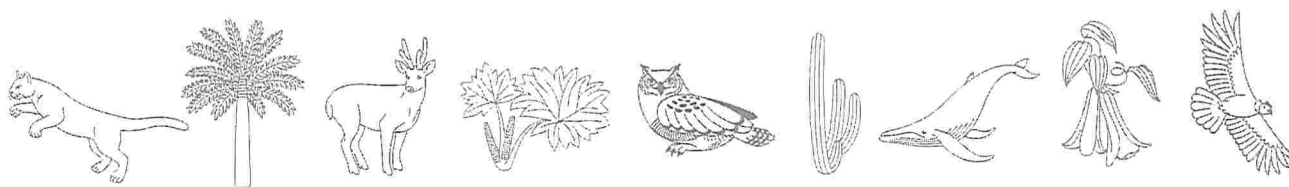
4. Conclusiones

Conclusiones

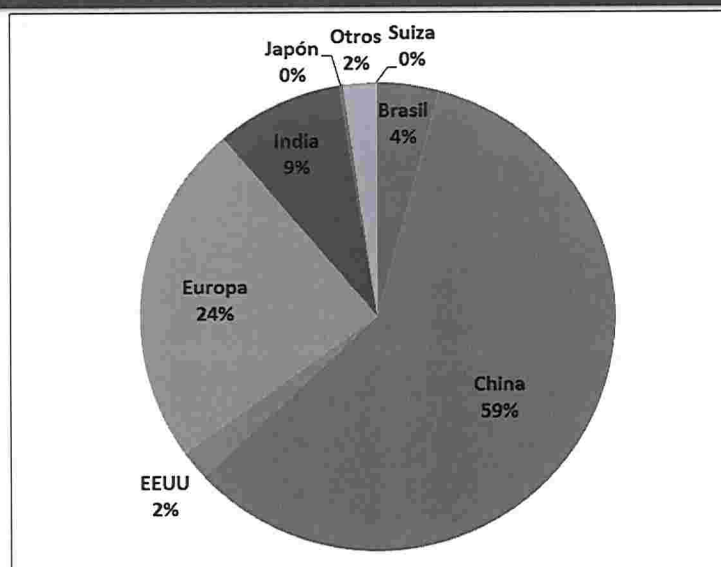
- ✓ Ha sido un proceso largo la discusión sobre la necesidad de una norma para grupos electrógenos para Chile.
- ✓ Se han realizado múltiples estudios y análisis técnicos para su elaboración.
- ✓ Ha contado con participación de los distintos actores públicos y del sector regulado.
- ✓ De los resultados obtenidos en el AGIES, se concluye que la norma entrega más beneficios que costos, por lo que es rentable su aplicación.



Chile
en marcha



ANEXO I: Origen de las importación de grupos electrógenos diésel - año 2015



La directiva Europea, afecta a las máquinas móviles y excluye a las "estacionarias". Esto significa que cualquier grupo electrógeno para instalaciones fijas y que se transporta e instala una sola vez durante su vida útil, no entra en el campo de aplicación de la directiva

Norma	Estandar	Aplicación
China	- Stage IIIA (2014)	Toda MMFR incluido a los grupos electrógenos móviles
	- Stage IV (2020)	
EPA	- Tier 4 (2015)	Todos los grupos electrógenos
Europea	- Stage IV (2014)	Aplica a grupos electrógenos móviles (19-560 kW)
	- Stage V (2019)	Aplica a grupos electrógenos móviles (19-560 kW) y Estacionarios con potencia mayor a 560 kW