

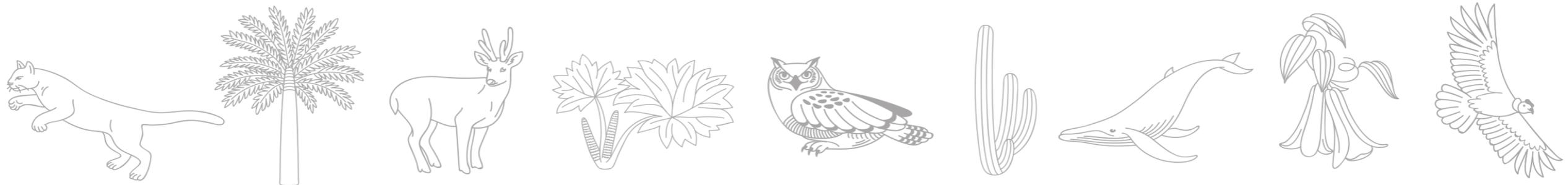


## 2 Normas de Entrada

Norma de Emisión para Grupos Electrógenos  
Norma de Emisión para Maquinaria Fuera de Ruta

### Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

Marcelo Fernández – Emmanuel Mesias – Nancy Manríquez – División Calidad del Aire  
Tatiana García – División de Economía Ambiental



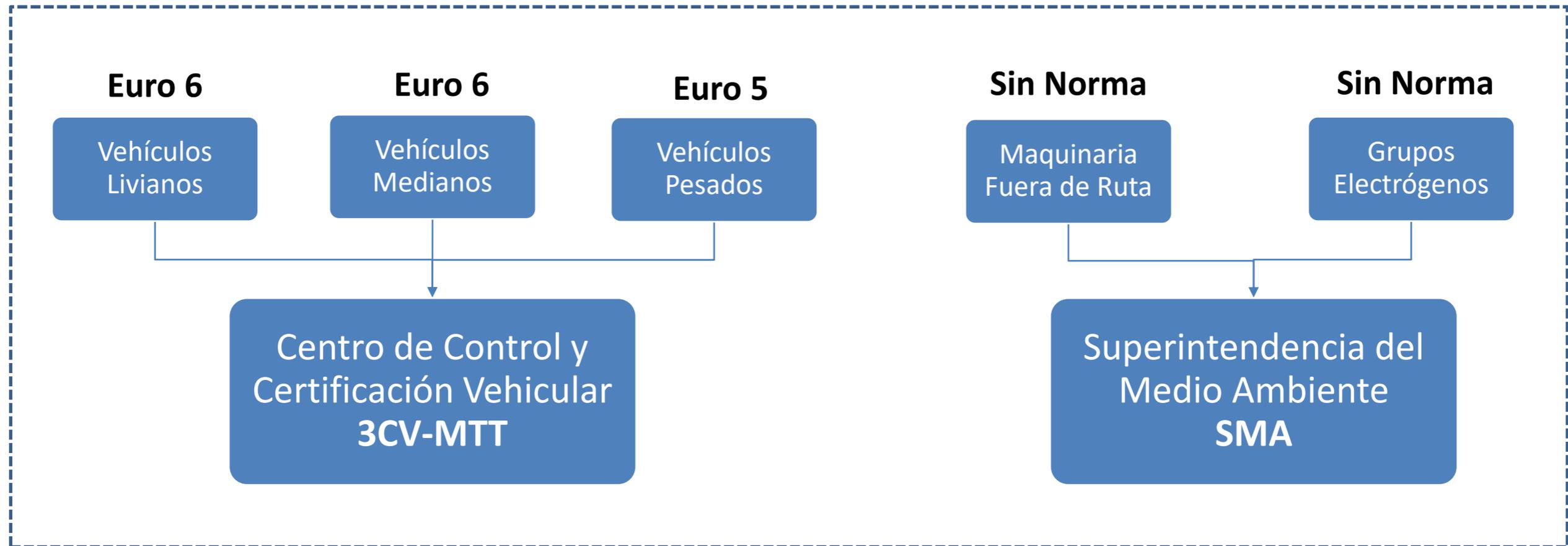
# Normas de Emisión de Entrada

- Aplican sólo a fuentes nuevas, por lo tanto permiten aprovechar la renovación natural del parque de maquinaria y grupos electrógenos.
- NO afecta a equipos existentes.
- Ambos sectores carecen de regulación ambiental y se proyecta un aumento en su impacto ambiental.
- Con estas normas vigentes, el aumento del parque se traducirá en el mediano-largo plazo en una reducción de las emisiones.

# Contexto

- **Maquinaria Fuera de Ruta y Grupos Electrógenos usan principalmente diésel como combustible**, generando emisiones de MP y NOx, que afectan la salud de la población.
- Una fracción importante del MP emitido corresponde a **Carbono Negro**. El **carbono negro** tiene efectos significativos en cambio climático.
- Chile comprometió **meta de reducción del 25% del Carbono Negro al 2030** (NDC).
- La OMS ha clasificado al **material particulado fino y ultra fino, generado por motores diésel** como sustancia carcinogénica para seres humanos.
- Es necesario **proteger a las personas que trabajan, habitan o transitan en las proximidades de esta maquinaria o de grupos electrógenos**, reduciendo la exposición.
- Actualmente **existe tecnología** para reducir al mínimo estas emisiones (filtros de partículas) y **tenemos la calidad de combustible necesaria para su uso**.

# Control Emisiones Motores Diesel NUEVOS



- Reducción de contaminantes locales
- Reducción de carbono negro (Aporte al cumplimiento de NDC)
- Aumento de eficiencia en consumo de combustibles

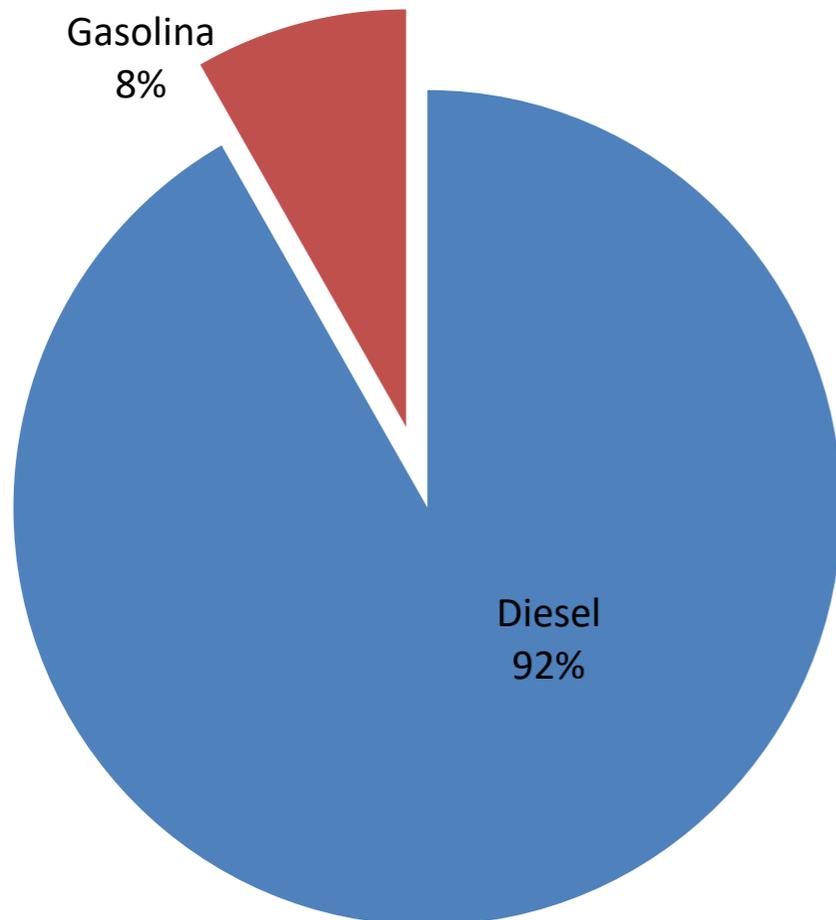
# Norma Grupos Electrógenos

- Inicio proceso: 13/06/2016.
- Publicación Anteproyecto: 14/02/2020.
- Consulta Pública: 17/02/2020- 12/05/2020
- Presentación al CMS: 09 de diciembre de 2020.
- Firma – Toma de razón de la Contraloría.

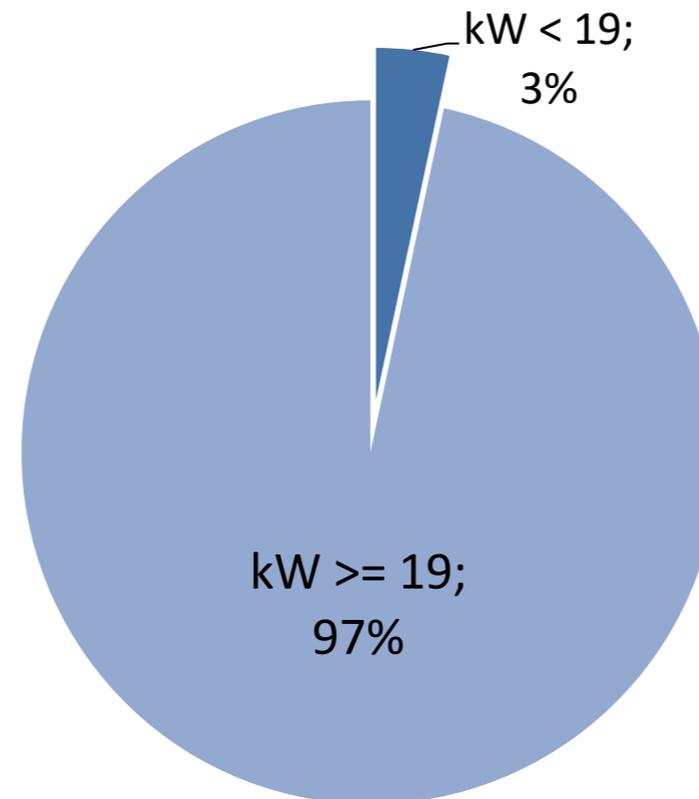


# Emisiones de MP según tamaño y combustible

## Participación Emisiones MP



## Participación MP diésel

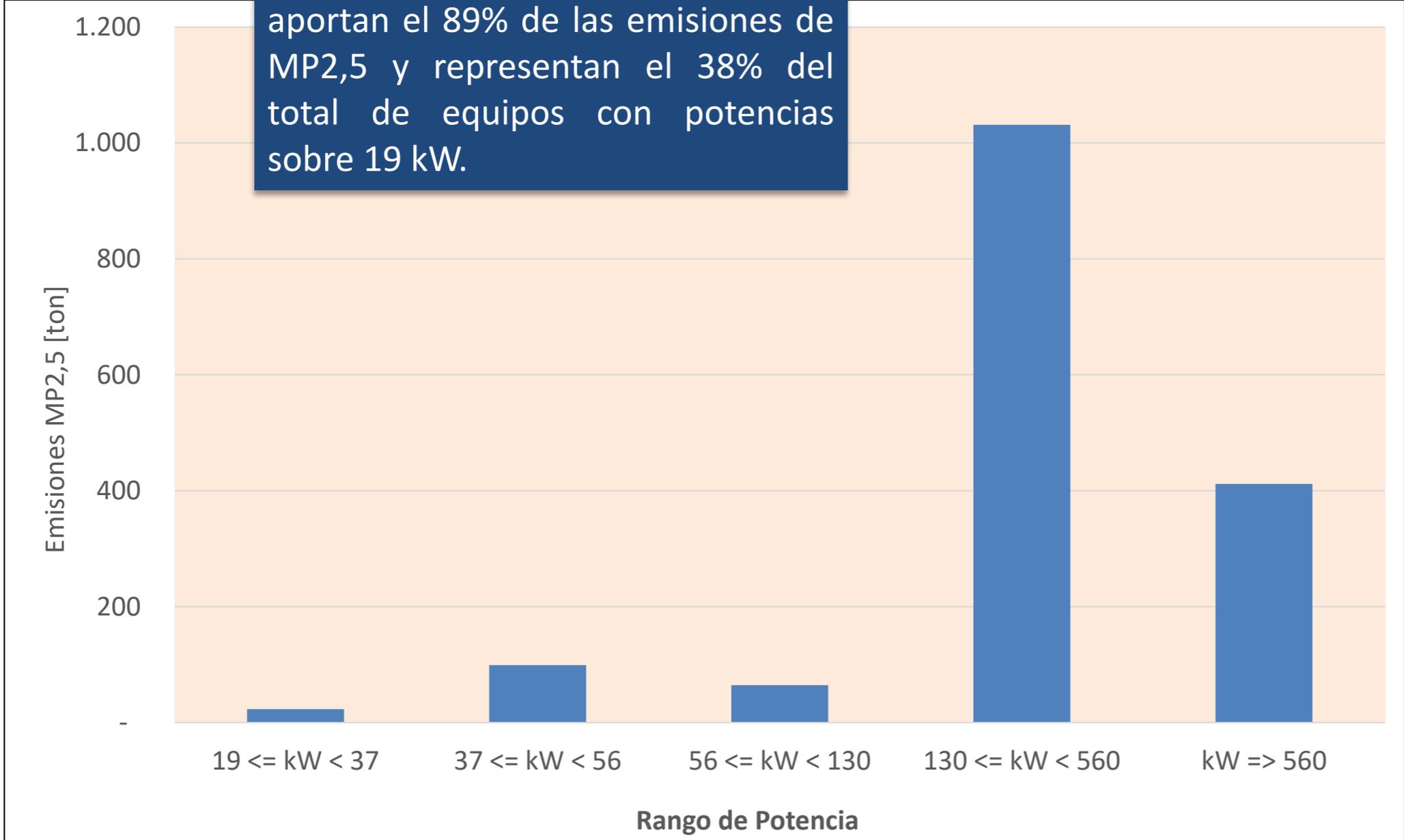


Los GE > 19 kW diesel, representan el 15% del parque y aportan 89% del MP.

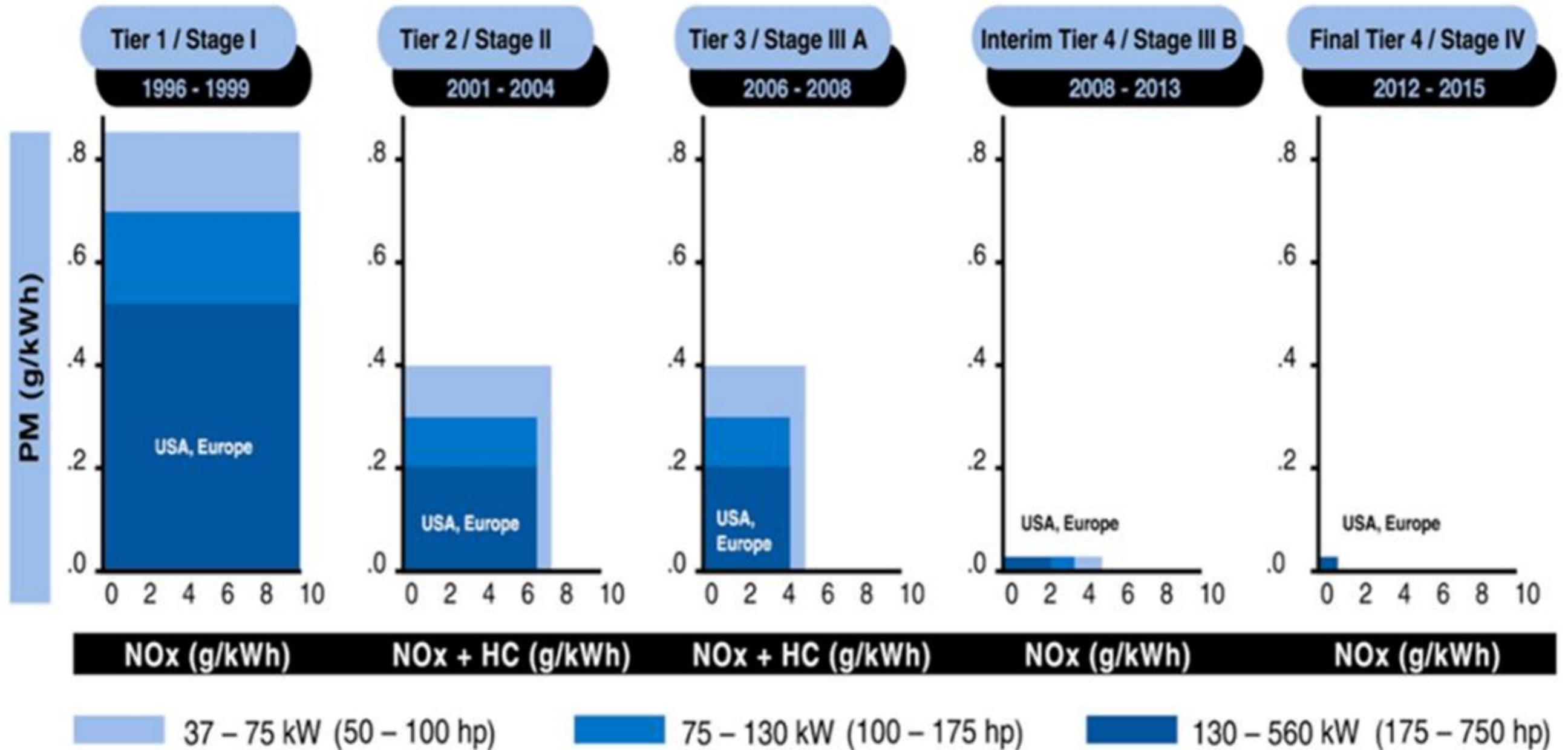
Los GE a gasolina representan un 66% del total del parque y aportan un 8% del MP.

# Emisiones MP<sub>2,5</sub> GE diésel por rango de potencia

Los GE con Potencias  $\geq 130$  kW aportan el 89% de las emisiones de MP<sub>2,5</sub> y representan el 38% del total de equipos con potencias sobre 19 kW.



# Norma de Entrada (basada en normas internacionales)



# 1. Fuentes Reguladas (GE Diesel Nuevos > 19 kw)

- La presente norma de emisión se aplica a los **grupos electrógenos nuevos, diésel, de potencia máxima del motor mayor o igual a 19 kW.**
- Se excluyen grupos electrógenos que operan en zonas sin acceso al Sistema Eléctrico Nacional, cuyo uso principal sea el abastecimiento de clientes residenciales.
- Implementación de la norma en 2 etapas:
  - Etapa 1: Tier 2 / Tier 3 (24 meses) - Todos
  - Etapa 2: Tier 3 / Tier 4 (48 meses) – Sobre 130 kw potencia.
- Verificación a la entrada: SMA

## 2. Límites de emisión para GE nuevos: ETAPA 1

Los GE nuevos con potencia máxima del motor mayor o igual a 19 kW y menor a 560 kW, deberán cumplir con lo siguiente:

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

Los GE nuevos con potencia máxima del motor mayor o igual a 560 kW, deberán cumplir con lo siguiente:

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d Litros	Potencia máxima: P kW	Estándar de emisión exigido
$d < 10$	$P \geq 560$	Tier 2
$10 \leq d < 30$	$P \geq 560$	
$d \geq 30$	$P \geq 560$	

### 3. Límites de emisión para GE nuevos: ETAPA 2

Los GE con potencia máxima del motor mayor o igual a **130 kW** y menor a **560 kW**, cuya importación se realiza a contar de 48 meses desde la entrada en vigencia del presente decreto, deberán cumplir con lo siguiente:

Potencia máxima: P kW	Estándar de emisión exigido
<b><math>130 \leq P &lt; 560</math></b>	Tier 4

Los GE con potencia máxima del motor **mayor o igual a 560 kW**, cuya importación se realiza a contar de 48 meses desde la entrada en vigencia del presente decreto, deberán cumplir con lo señalado:

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d Litros	Potencia máxima: P kW	Estándar de emisión exigido
<b><math>d &lt; 10</math></b>	$P \geq 560$	Tier 4
<b><math>10 \leq d &lt; 30</math></b>	$P \geq 560$	
<b><math>d \geq 30</math></b>	$P \geq 560$	Tier 3

# Efecto de la norma en reducción de emisiones

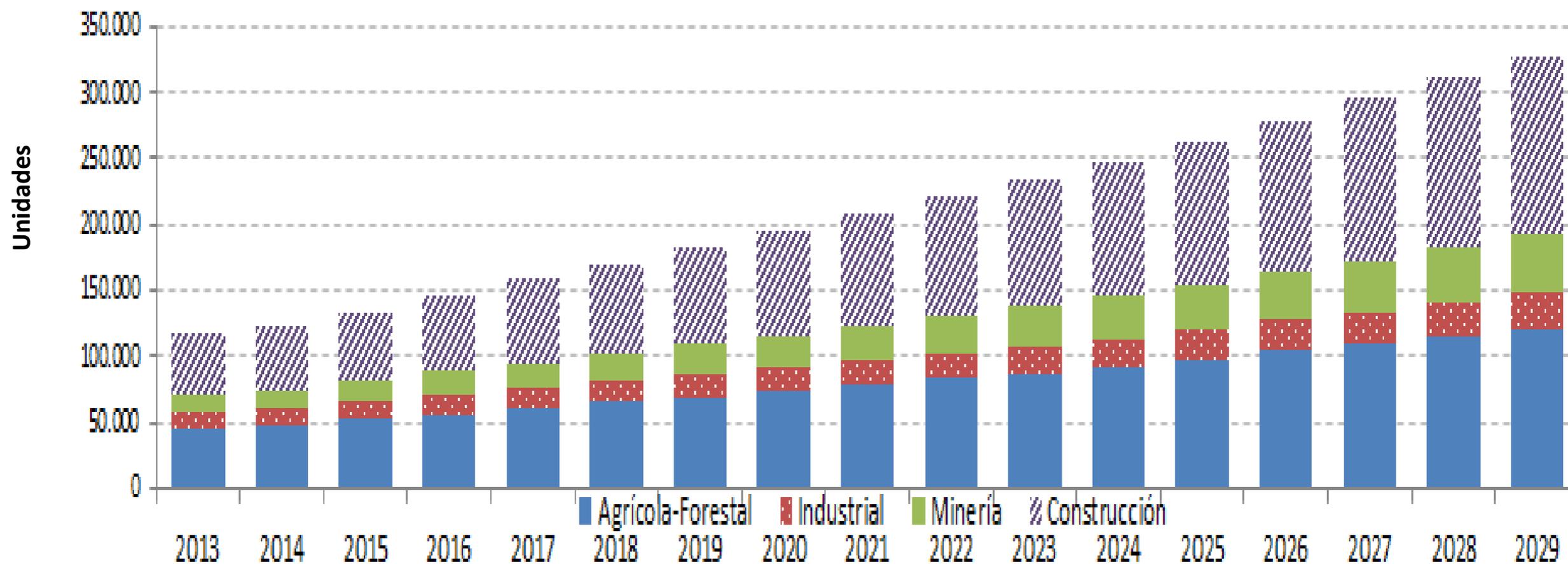
- Reduce **77% emisiones  $MP_{2,5}$**  al 2030 respecto de la línea base
- Reduce **80% emisiones  $NO_x$**  al 2030 respecto de la línea base
- Contribuye a la meta de reducción de Carbono Negro (NDC) del 25% al 2030. **Aporta un 14% de meta comprometida.**

# Norma Maquinaria Fuera de Ruta

- **Publicación resolución de inicio: mayo de 2013**
- Publicación Anteproyecto en D.O.: noviembre 2016
- Consulta Pública: nov 2016 – feb 2017
- **Presentación Proyecto Definitivo CMS (09 dic 2020)**
- Firmas – Toma de razón de Contraloría.

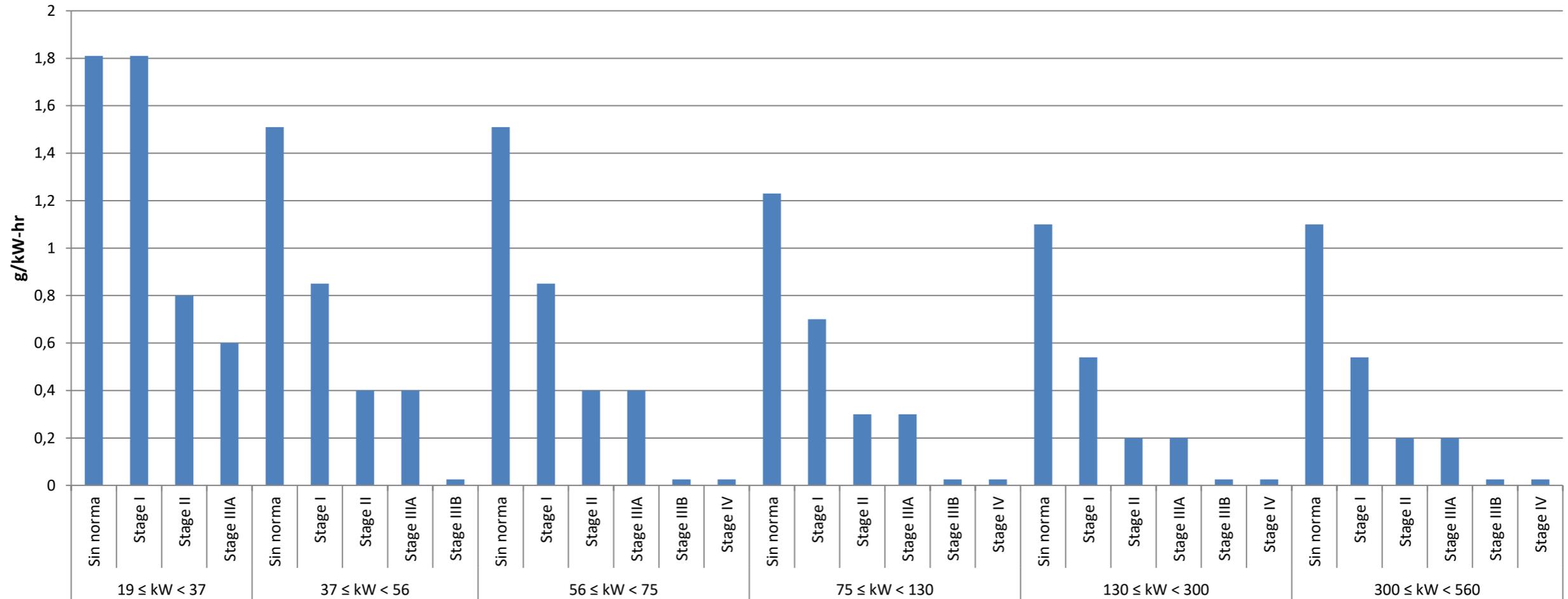


# CONTEXTO: Proyección del parque de Maquinaria Fuera de Ruta



# CONTEXTO

## Comparación factor de emisión MP (g/kW-hr)



# REGULACIÓN PROPUESTA:

- Establecer **norma de entrada** con límites de emisión de acuerdo a la potencia de la maquinaria.
- Normar todas las potencias: 19 kw a 560 kw.
- Estándar Stage IV (24 meses – todos excepto tractores)
- Estándar Stage IV (36 meses - tractores)
- Verificación a la entrada: SMA

# Límites de emisión

**Tabla 1:** Límites máximos de emisión provenientes del sistema de escape en gramos por kilowatt hora (g/kWh) y en gramos por caballos de fuerza al freno hora (g/bhp-h).

Potencia kW	Estándar de emisión exigido
$130 \leq P \leq 560$	Stage IV
$56 \leq P < 130$	Stage IV
$37 \leq P < 56$	Stage IV
$19 \leq P < 37$	Stage IV

**Tabla 2:** Límites máximos de emisión provenientes del sistema de escape en gramos por kilowatt hora (g/kWh)  
(Norma superior, opcional, incorpora medición de número de partículas)

Potencia kW	Estándar de emisión exigido
$130 \leq P \leq 560$	Stage V
$56 \leq P < 130$	Stage V
$37 \leq P < 56$	Stage V
$19 \leq P < 37$	Stage V

# Efecto de la norma en reducción de emisiones

- Reduce **51% emisiones  $MP_{2,5}$**  al 2030 respecto de la línea base
- Reduce **55% emisiones  $NO_x$**  al 2030 respecto de la línea base
- Contribuye a la meta de reducción de Carbono Negro (NDC) del 25% al 2030. **Aporta 52% de la meta comprometida.**

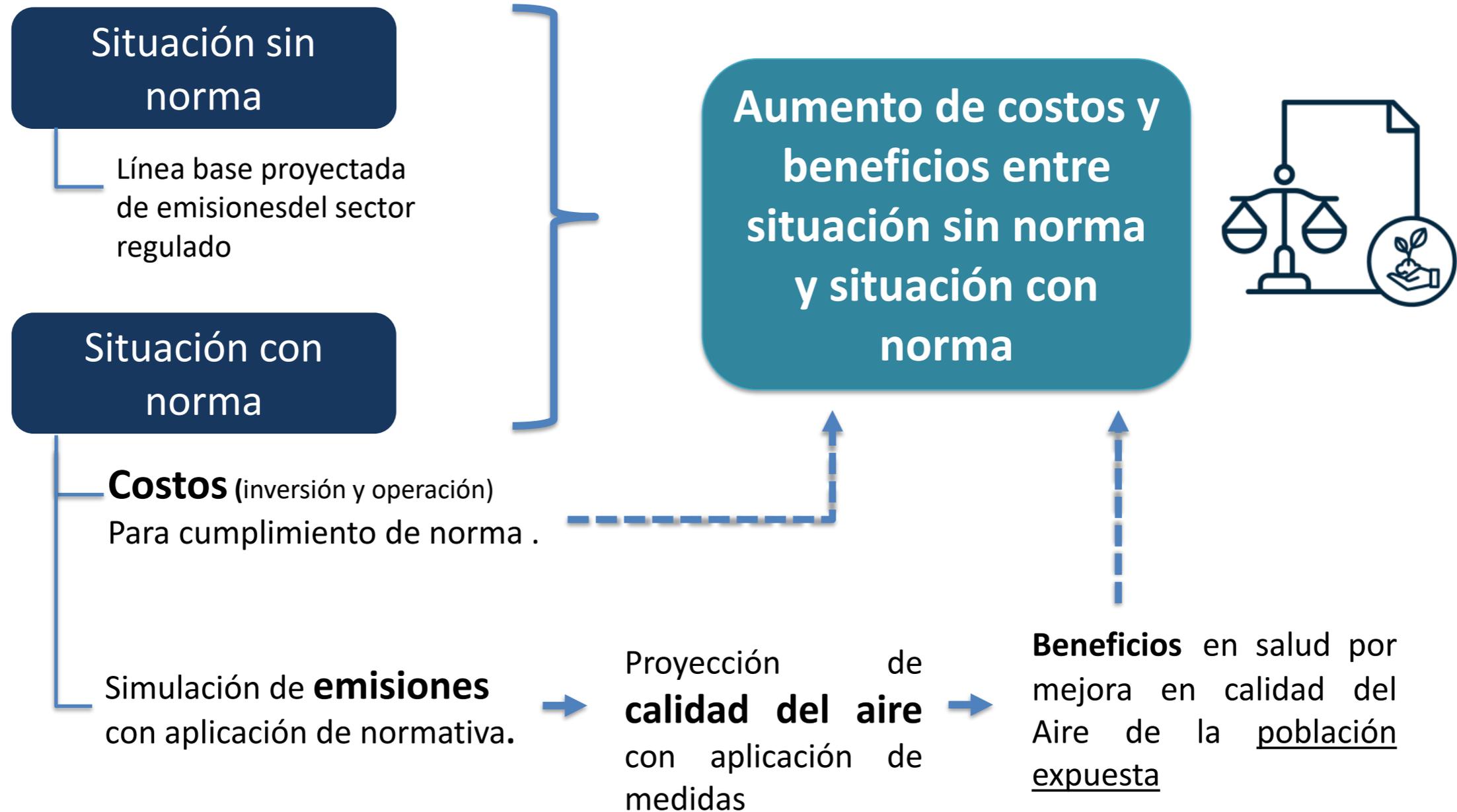
# ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL (AGIES)

## Normas de emisión:

**Grupos Electrógenos  
y  
Maquinaria Fuera de Ruta**



# Metodología de Evaluación



# Costos Unitarios Grupos Electrogenos

## Costos Unitarios - Grupos Electrógenos [USD/año]

		19 ≤ kW < 37			37 ≤ kW < 56			56 ≤ kW < 75			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	Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 2	Tier 3	Tier 4
INVERSIÓN	Sin norma	35	80	140	75	128	180	79	135	480	244	361	745	223	378	755	726	1139	2905
	Tier 1	29	74	135	37	90	143	39	95	440	122	239	623	111	267	644	363	776	2542
	Tier 2	0	45	105	0	53	106	0	56	401	0	117	501	0	155	532	0	413	2179
	Tier 3	0	0	61	0	0	53	0	0	345	0	0	384	0	0	377	0	0	1766
OPERACIÓN	Sin norma	145	145	145	41	125	125	43	131	244	-69	-367	-222	-107	-442	-267	-1059	-2420	-1365
	Tier 1	73	73	73	41	125	125	43	131	244	-69	-367	-222	-107	-442	-267	-1059	-2420	-1365
	Tier 2	0	0	0	0	84	84	0	88	201	0	-298	154	0	-335	-159	0	-1361	-306
	Tier 3	0	0	0	0	0	0	0	0	112	0	0	144	0	0	175	0	0	1055

### Ejemplo:

El costo incremental entre un **equipo G.E.** (inversión) de Tier 1 de 100 kW v/s otro Tier 3 (igual potencia) es **239 USD/año**.

La diferencia entre el **costo de la operación** (uso) del equipo Tier 1 v/s otro Tier 3 es un **ahorro de 367 USD/año**.

# Costos Unitarios MFR

**Costos Unitarios incrementales STAGE IV- Maquinaria fuera de ruta [USD/año]**

		19 ≤ kW < 37	37 ≤ kW < 56	56 ≤ kW < 75	75 ≤ kW < 130	130 ≤ kW < 225	225 ≤ kW < 560
<b>Inversión</b>	Sin norma	140	180	480	745	755	2.905
	Stage I	135	143	440	623	644	2.542
	Stage II	105	106	401	<b>501</b>	532	2.179
	Stage IIIA	61	53	345	384	377	1.766
	Stage IIIB	0	0	0	0	0	0
<b>Operación</b>	Sin norma	145	125	244	-222	-267	-1.365
	Stage I	73	125	244	-222	-267	-1.365
	Stage II	0	84	201	<b>-154</b>	-159	-306
	Stage IIIA	0	0	112	144	175	1.055
	Stage IIIB	0	0	0	0	0	0

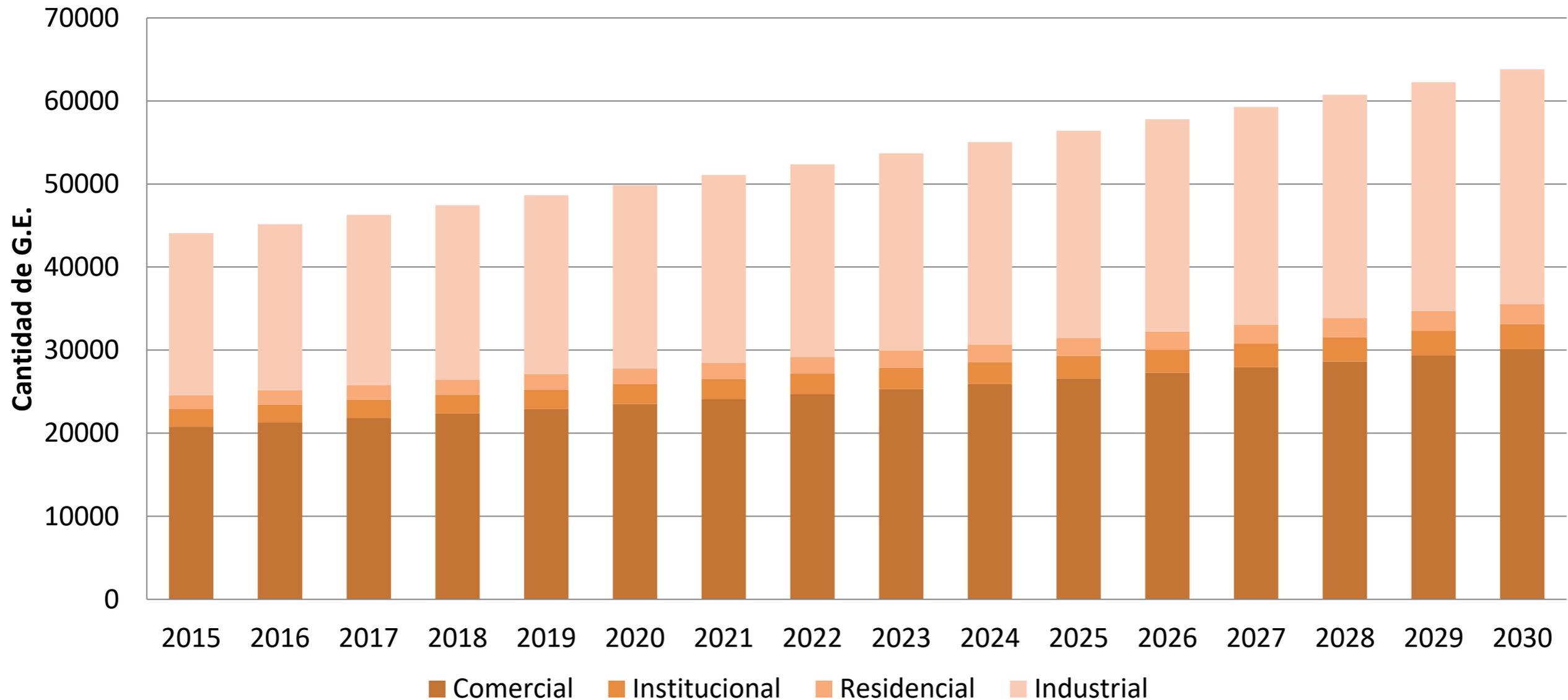
**Ejemplo:**

El costo incremental entre un equipo M.F.R.(inversión) de Stage II de 100 kW v/s otro Stage IV (igual potencia) es **501 USD/año**.

La diferencia entre el costo de la operación (uso) del equipo Stage II v/s otro Stage IV es un **ahorro de 154 USD/año**.

**AGIES**  
**Norma de emisión**  
**Grupos Electrógenos**

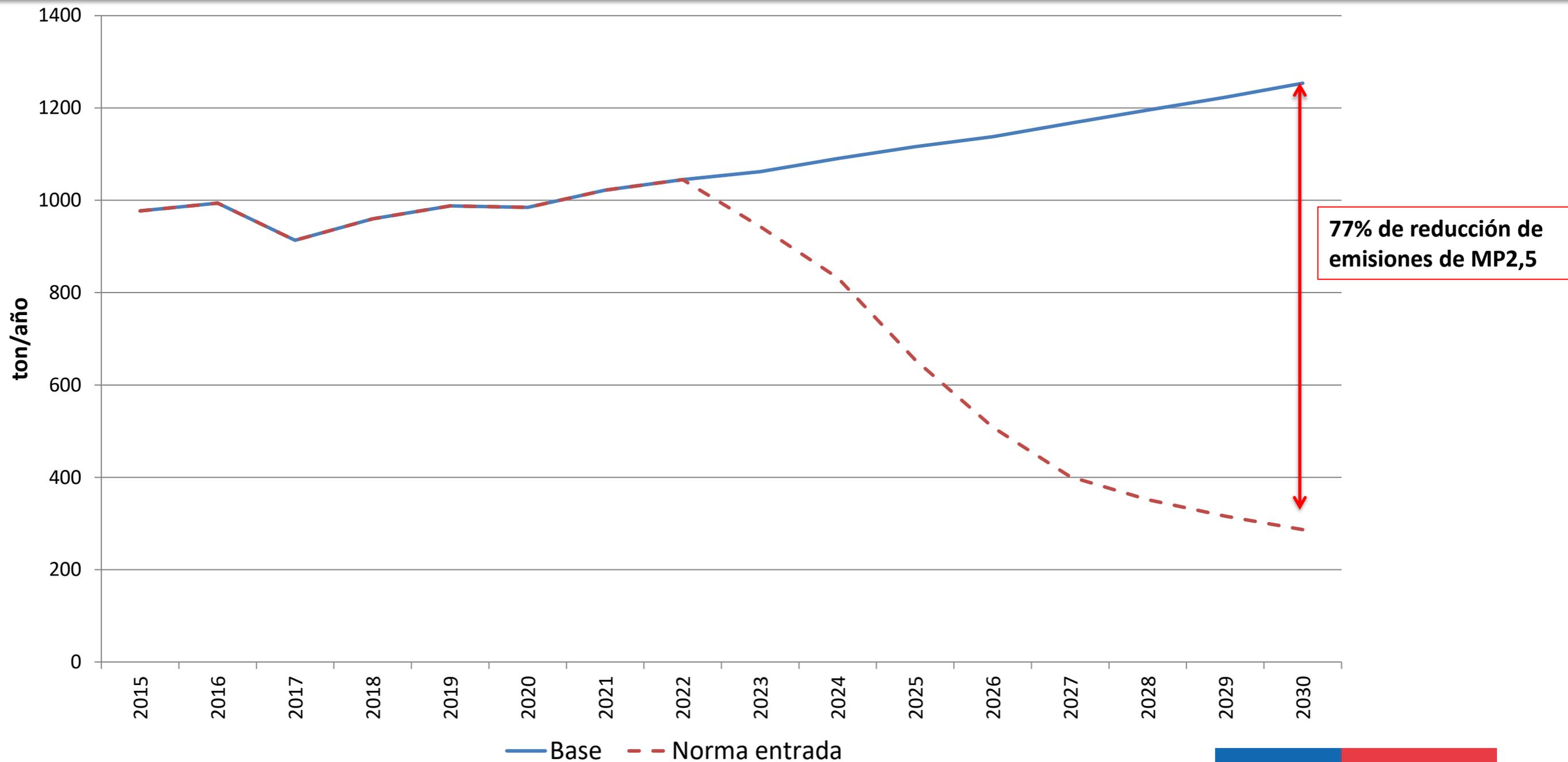
# Proyección del parque de GE



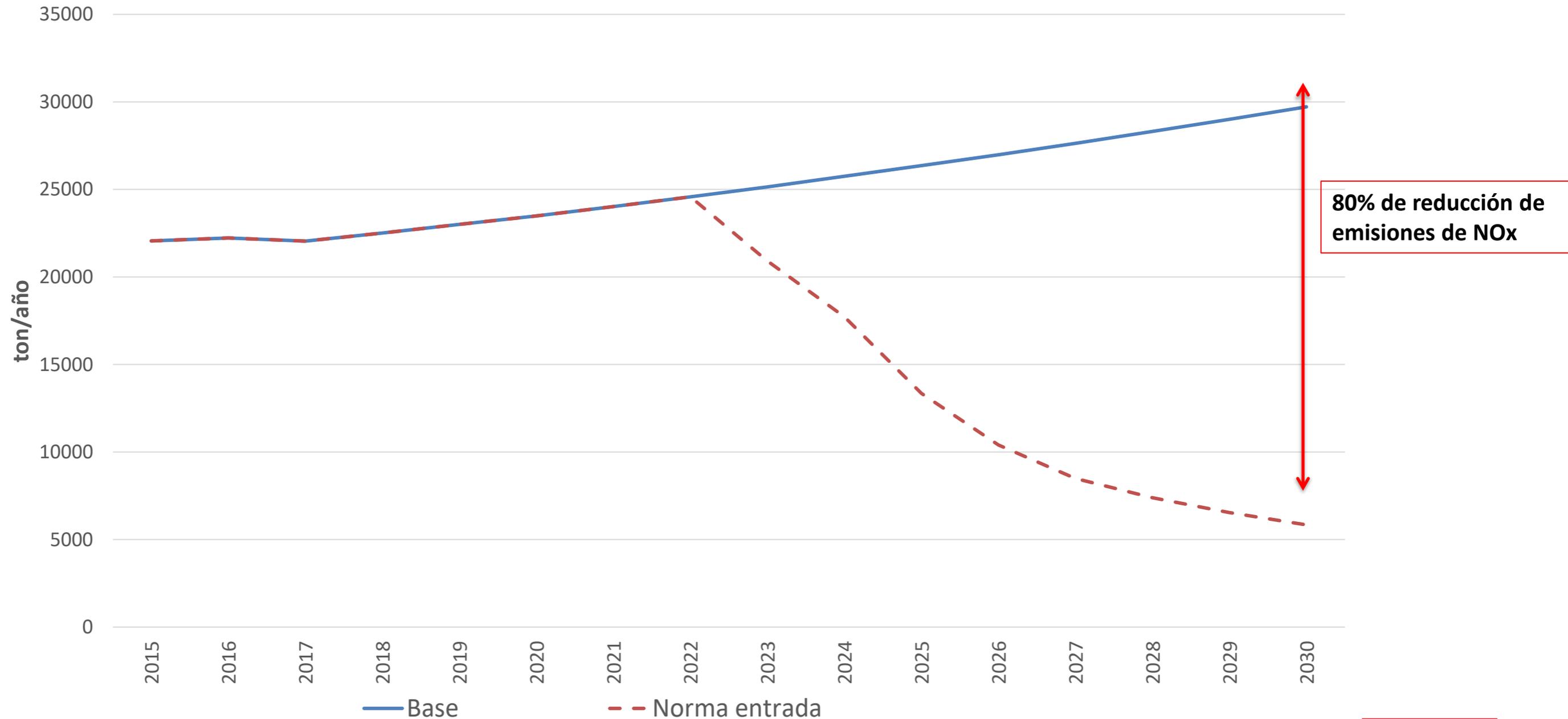
G.E. Diésel con P>19kw, sin RM

Proyección de 2,5%, promedio del crecimiento anual de demanda energética del escenario medio, de acuerdo a la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP)

# Resultados: Emisiones de MP2,5 (Ton/año) proyectadas <sup>768</sup>



# Resultados: Emisiones de NOx (Ton/año) proyectadas <sup>769</sup>

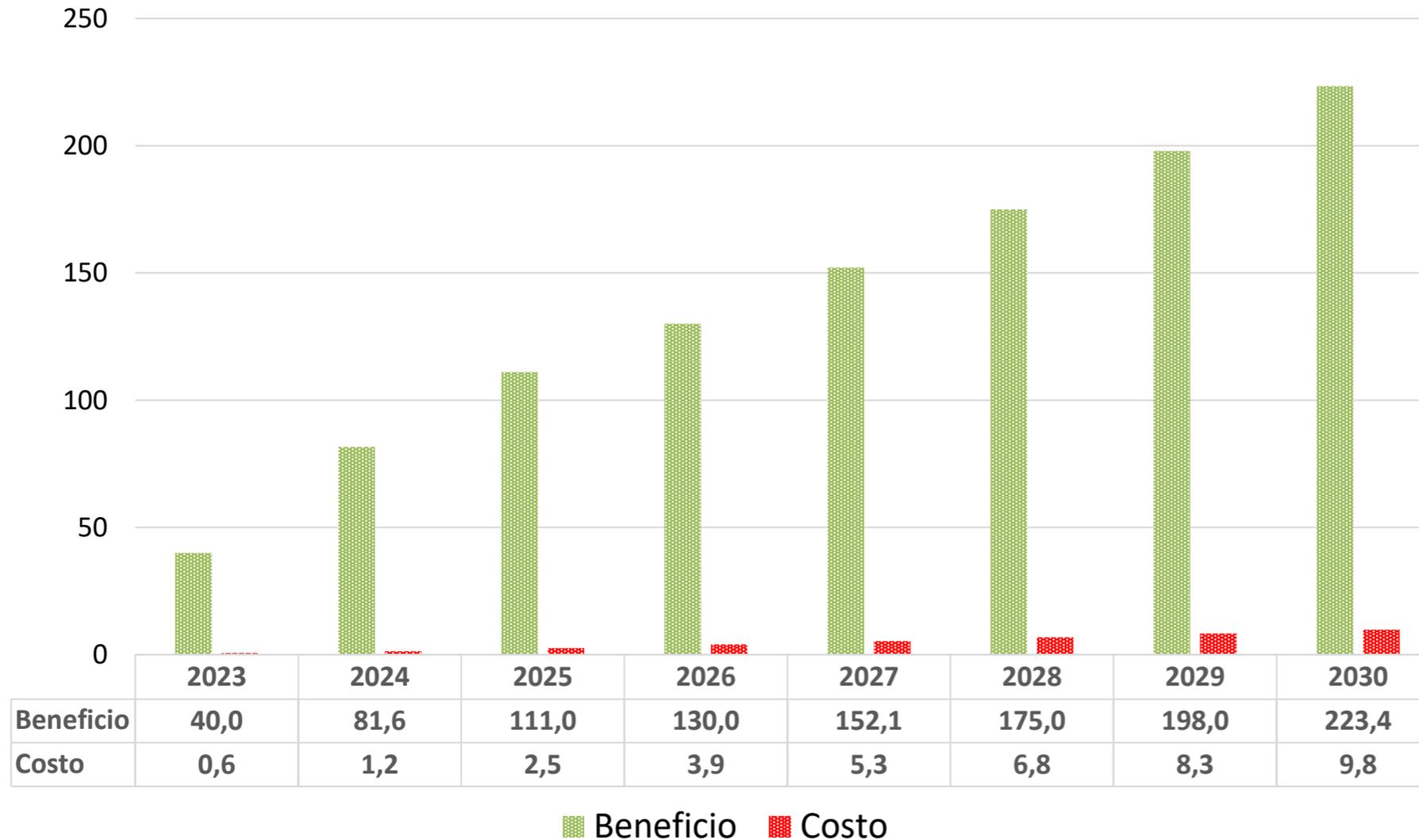


# Beneficios en salud

Evento	Casos evitados 2030 (p50)	Intervalo de confianza 90%	Casos evitados 2022-2030 (p50)	Intervalo de confianza 90%
Mortalidad	507	[ 347 - 695 ]	2.640	[ 1836 - 3616 ]
Admisiones hospitalarias	498	[ 304 - 660 ]	2.631	[ 1617 - 3469 ]
Visitas Salas de Emergencia	7.580	[ 4.893 – 12.217 ]	43.155	[ 27.912 – 69.542 ]
Productividad perdida (días)	198.175	[ 194.669 – 208.679 ]	1.482.592	[ 1.519.991 – 1.528.724 ]

# Resultados: Costos y Beneficios

Flujos anuales (MMUSD)

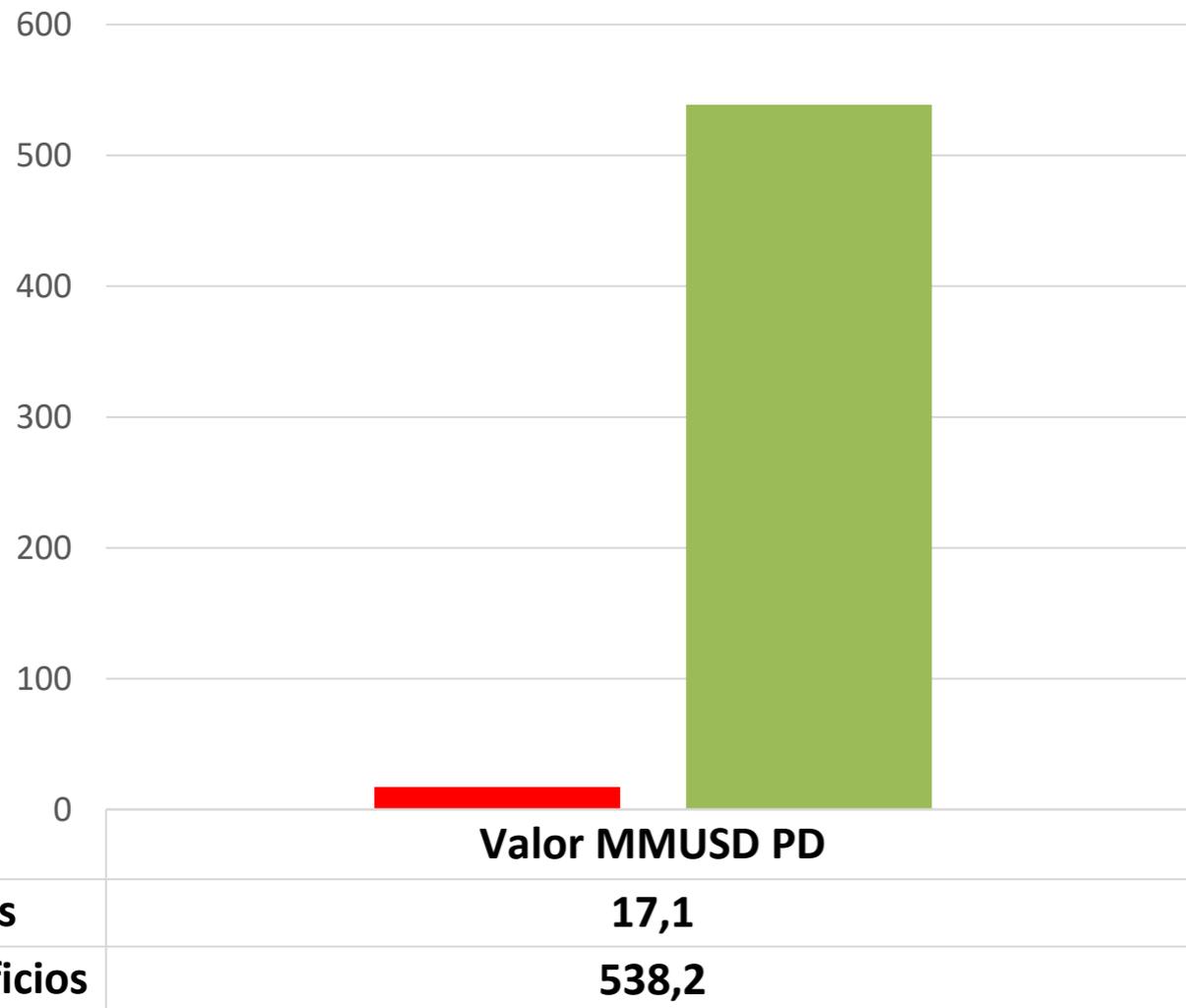


El total de **costos** de implementación de la norma en valor presente ascienden a **17,1 MMUSD**.

Los **beneficios** derivados de la regulación ascienden a **538,2 MMUSD** en valor presente.

# Resultados: Costos y Beneficios

## Valor presente 2020-2030

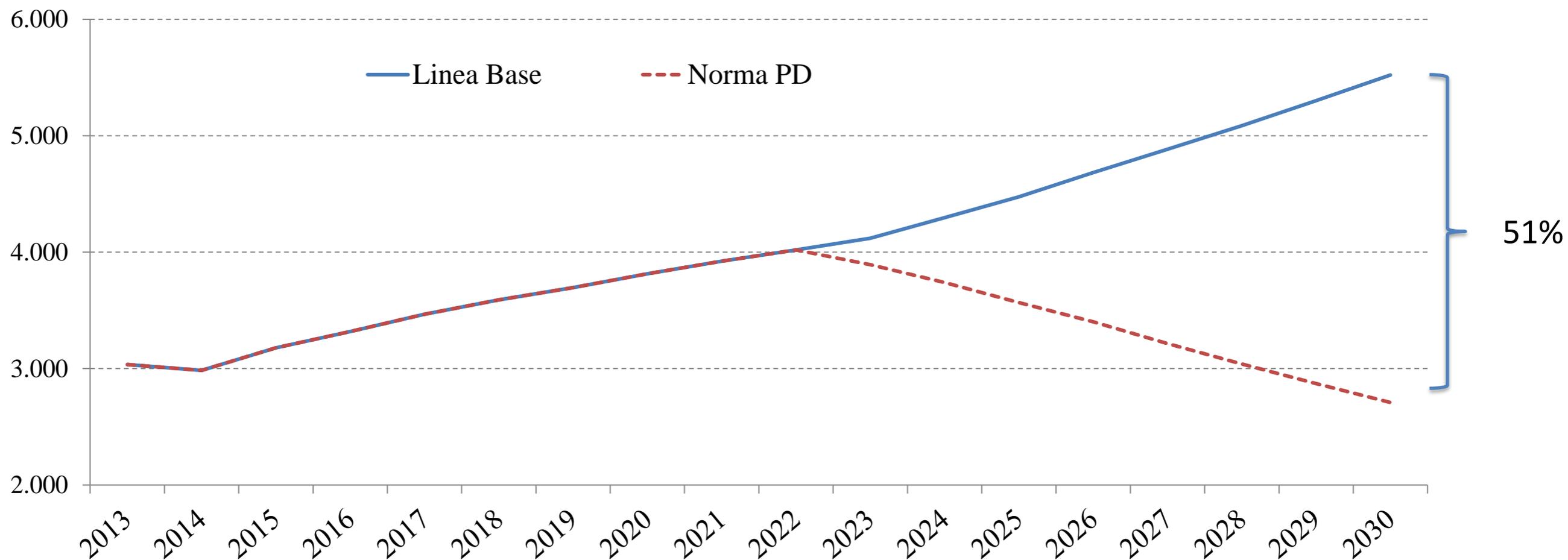


La razón entre los beneficios y los costos calculada para la actualización de costos y beneficios para el proyecto definitivo genera una razón b/c de **31,4**.

Los beneficios netos de la norma (diferencia entre los beneficios y costos) corresponde a **521,1 MMUSD**.

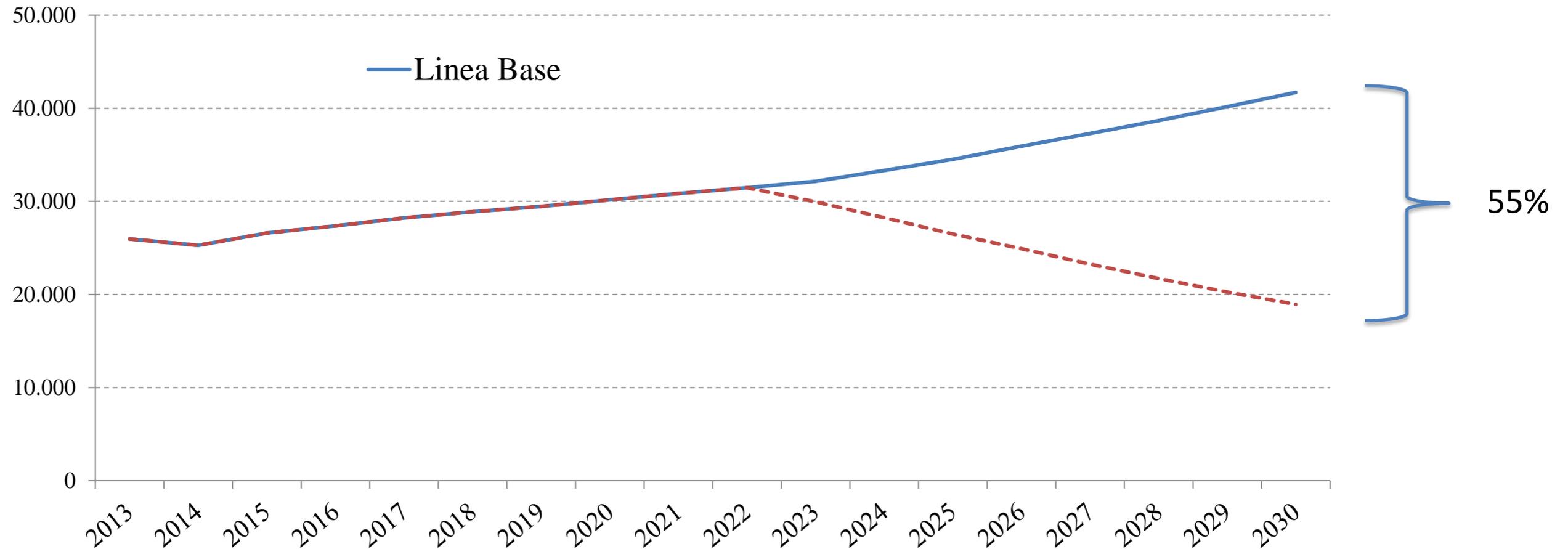
**AGIES**  
**Norma de emisión**  
**Maquinaria Fuera de Ruta**

# PROYECCIÓN EMISIONES MP2,5



Las emisiones de línea base de MP2,5 se proyectan crecientes en el tiempo, alcanzando 5.500 ton/año en 2030. **En el escenario con proyecto, desde el año 2023 se observa una reducción de las emisiones debido a la regulación.**

# PROYECCIÓN EMISIONES NO<sub>x</sub>



Las emisiones NO<sub>x</sub> para el año 2030 disminuirán en 22.764 **ton/año** producto de la regulación.

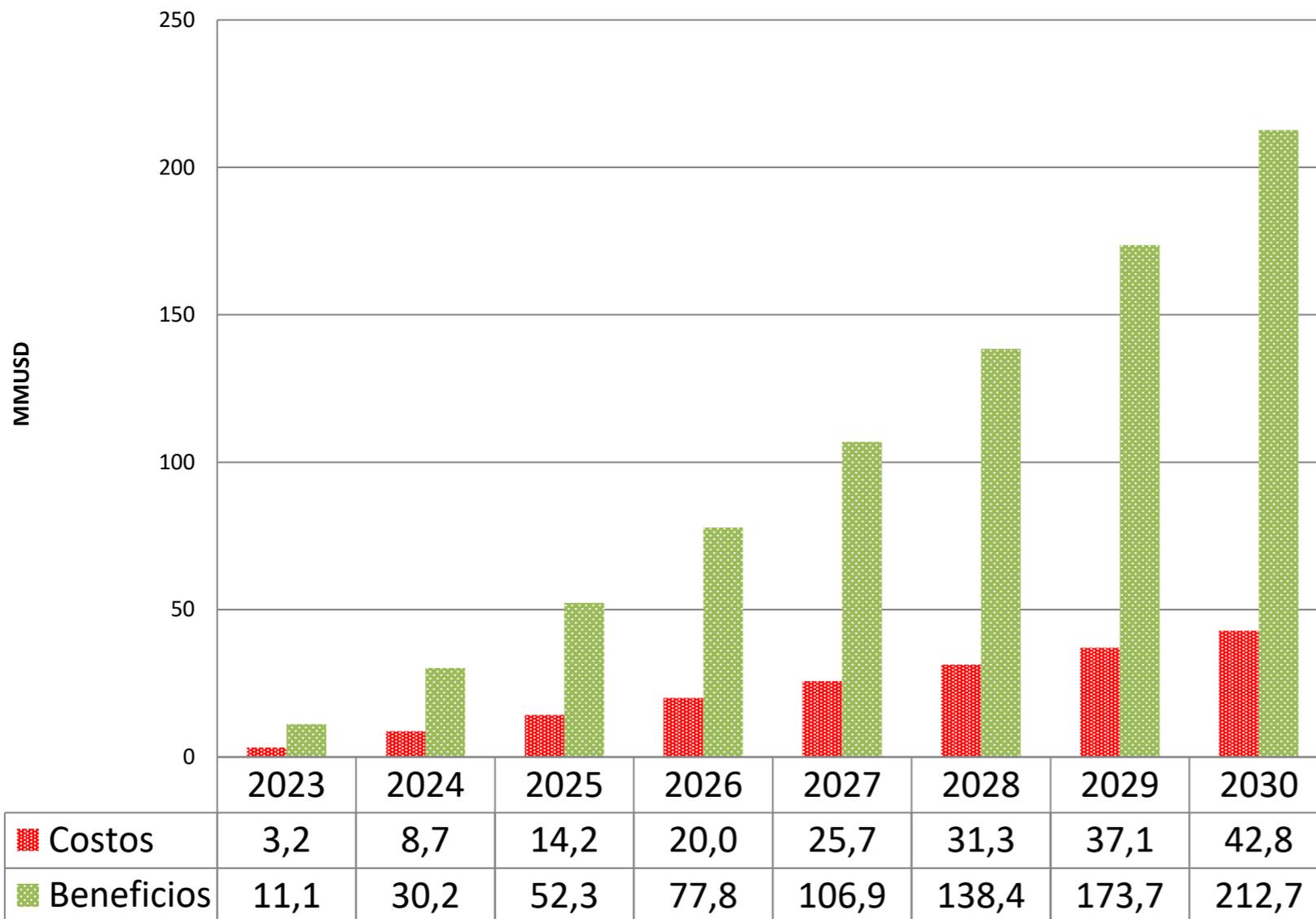


# Beneficios en salud

Evento	Casos evitados 2030 (p50)	I.Conf. 90%	Casos evitados 2020-2030 (p50)	I.Conf. 90%
<b>Mortalidad</b>	242	[ 164 - 332 ]	967	[ 665 – 1.323 ]
<b>Admisiones hospitalarias</b>	250	[ 150 - 333 ]	1.008	[ 609 – 1.339 ]
<b>Visitas Salas de Emergencia</b>	3.568	[ 2297 - 5741 ]	15.367	[ 9.912 – 24.712 ]
<b>Productividad perdida (días)</b>	444.704	[ 409.580 – 466.057 ]	1.927.506	[ 1.776.044 – 2.020.155 ]

# Resultados: Costos y Beneficios

Flujos anualizados - Millones de USD

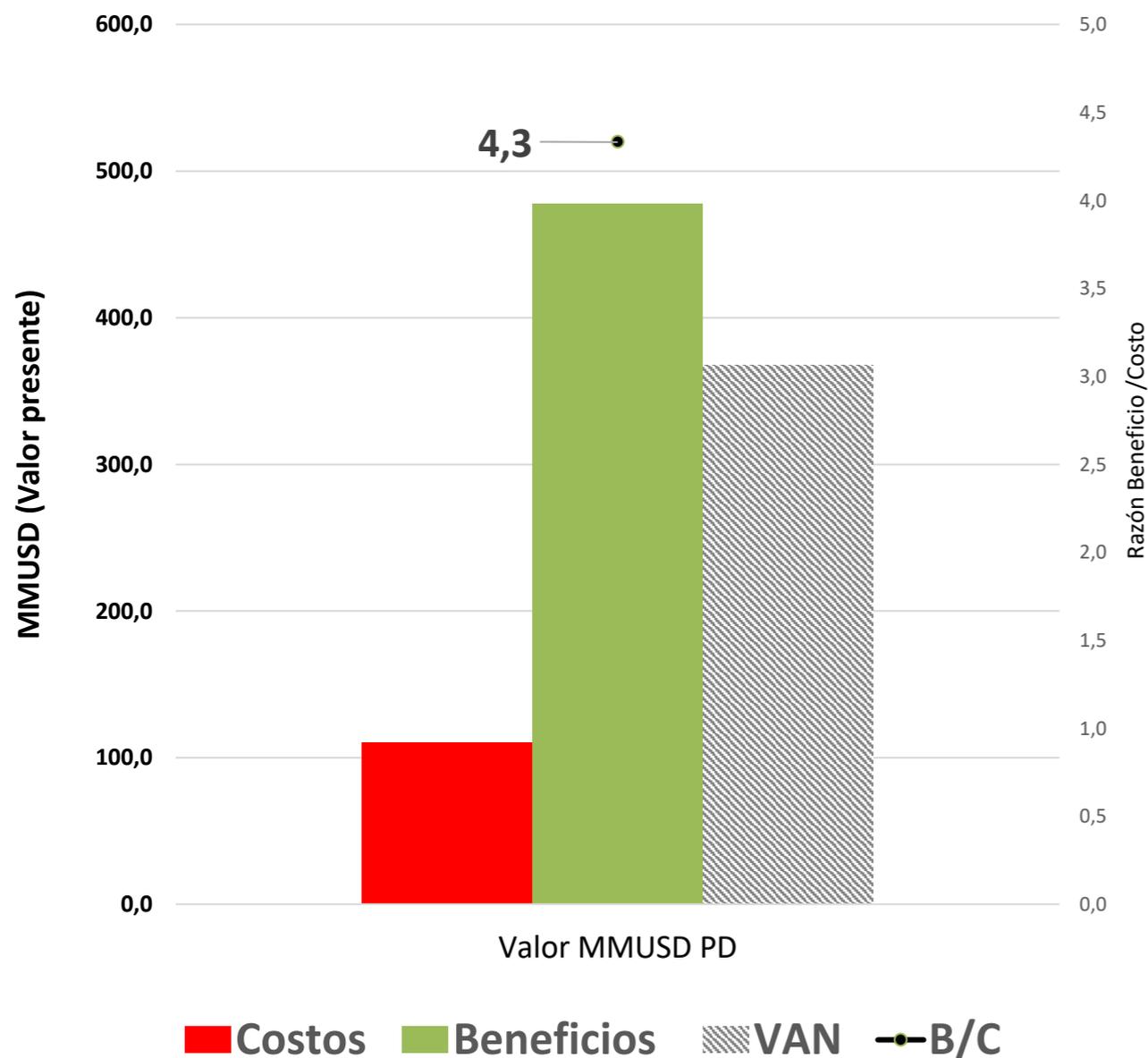


El total de **costos** de implementación de la norma en valor presente ascienden a **110 MMUSD**.

Los **beneficios** derivados de la regulación ascienden a **478 MMUSD** en valor presente.

# Resultados: Costos y Beneficios

## Valor Presente (2020-2030)



La razón entre los beneficios y los costos en valor presente derivados de la implementación de la norma, genera una **razón b/c de 4,3**.

Los beneficios netos de la norma, diferencia entre los beneficios y costos, corresponde a **367,7 MMUSD**.

