

---

**CO-BENEFICIOS DE LA MITIGACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

---

*Autor: DICTUC. Elaborado para el Dpto. de Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente  
Mayo 2011*

## 1. Introducción

En la recientemente celebrada 15ª Conferencia de las Partes de la Convención sobre Cambio Climático en Copenhague, Dinamarca (COP-15) donde se firma el Copenhague Accord<sup>1</sup>, Chile se comprometió a una reducción del 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero<sup>2</sup> (GEI) al año 2020. En el último tiempo, diversas instituciones gubernamentales han realizado estudios que sirven como base para lograr dicho objetivo, donde se han estudiado aspectos como la evolución de emisiones según sector, escenarios de expansión, caracterización de tecnologías y jerarquización de medidas según eficiencia y/o costo-efectividad.

Por otro lado, gran parte de la población del país vive en zonas que presentan altos índices de contaminación atmosférica. En el caso del material particulado, varias comunas del país no cumplen con la norma anual de PM<sub>10</sub> (DICTUC, 2010). Para el caso del PM<sub>2,5</sub>, todas las áreas metropolitanas con mediciones presentan concentraciones anuales superiores al nivel propuesto por la OMS de 10 µg/m<sup>3</sup> (DICTUC, 2010).

Cabe notar que varias de las fuentes de GEI también emiten contaminantes atmosféricos locales<sup>3</sup> (HDP por sus siglas en inglés, *Health Damaging Pollutants*), por lo que la aplicación de un análisis estratégico de abatimiento que combine ambas dimensiones, permite atacar efectivamente los dos problemas. Es decir, una reducción en las emisiones de GEI produce un beneficio a nivel global, mientras que a nivel local la reducción de contaminantes atmosféricos se traduce en menores impactos negativos para la población en, por ejemplo, salud, visibilidad, materiales y agricultura. Los beneficios derivados de la reducción de dichos impactos representan lo que se entiende por co-beneficios.

La identificación de co-beneficios hace más rentables las medidas de abatimiento de GEI, al incrementar los beneficios derivados de su implementación (Bell, Davis, Cifuentes, Krupnick, Morgenstern and Thurston, 2008).

Es por lo anterior que surge el presente estudio que valoriza los co-beneficios generados por reducciones de contaminantes atmosféricos locales, derivados de la implementación de diversas medidas de reducción de GEI para los sectores<sup>4</sup> Centros de Transformación,

---

<sup>1</sup> <http://en.cop15.dk>

<sup>2</sup> Metano (CH<sub>4</sub>), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

<sup>3</sup> Para efectos de la presente minuta se consideran como tales: material particulado 2,5 (MP<sub>2,5</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metano (COVNM) y amoníaco (NH<sub>3</sub>).

<sup>4</sup> La presente minuta no considera el sector forestal por no presentar co-beneficios. Este sector es el único que captura emisiones de GEI.

Transporte, Industria y CPR<sup>5</sup>, identificados como los emisores de mayor contribución a nivel nacional.

## 2. Estimación de Emisiones

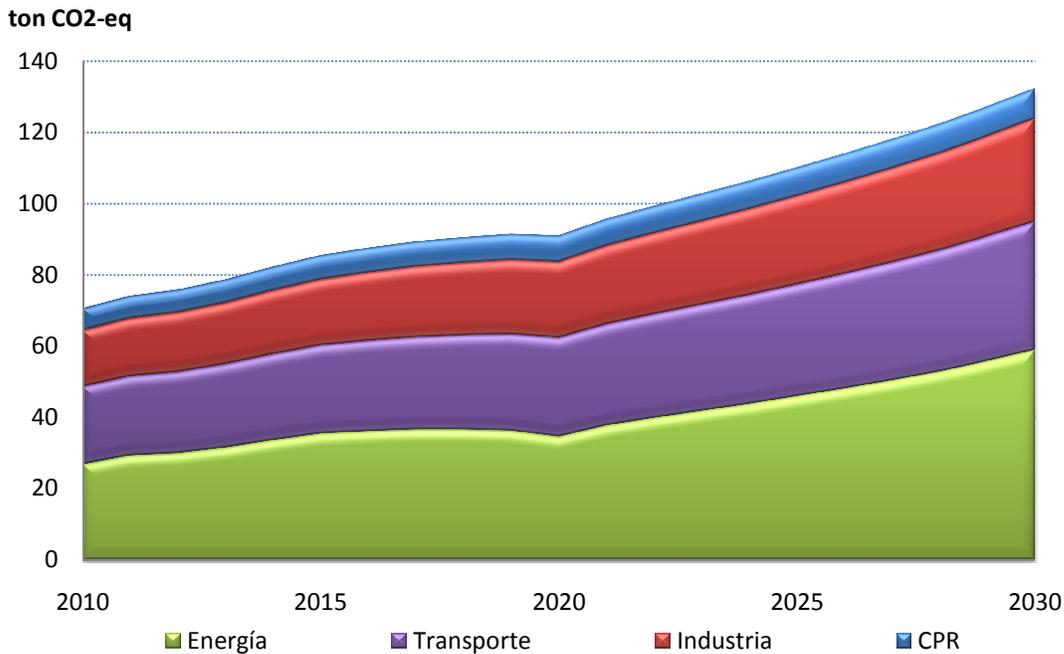
### 2.1 Línea Base

Para cada sector se modelaron las emisiones del escenario BAU a partir de proyecciones de sus consumos energéticos y de factores de emisión representativos. En el caso del sector Transporte la proyección del consumo energético utilizó como base lo realizado por SECTRA y Sistemas Sustentables (2010), mientras que para los demás sectores se proyectó el consumo según las metodologías empleadas en (POCH Ambiental, 2009) y (O’Ryan, Díaz and Clerc, 2008). La excepción la constituye el subsector generación eléctrica donde el consumo de energéticos se estimó en función de la proyección de la demanda eléctrica que deberán satisfacer las centrales eléctricas.

En relación a los factores de emisión la principal fuente de información fue el reporte de directrices elaborado por IPCC (2006).

Como resultado, las emisiones de CO<sub>2</sub>e<sup>6</sup> a nivel nacional presentan la siguiente evolución:

Gráfico 2-1 Emisiones Totales de CO<sub>2</sub>e



Fuente: Co-Beneficios de la Mitigación de GEI (DICTUC, 2010)

<sup>5</sup> Comercio, Público y Residencial.

<sup>6</sup> CO<sub>2</sub>e: Dióxido de Carbono equivalente, conversión que permite llevar los GEI a una unidad común.

## 2.2 Medidas de Mitigación

Las medidas de mitigación analizadas corresponden a las contenidas en los estudios Centro de Cambio Global UC (2009) y POCH & Centro de Cambio Global UC (2010), listadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Para cada una de las medidas se establecieron 3 escenarios de penetración: Suave, Medio y Fuerte, siendo éste último el escenario más agresivo.

## 3. Análisis de Costos y Co-Beneficios

Se consideran beneficios en salud por reducciones de enfermedades ocasionadas por la contaminación del aire, incluyendo los casos de mortalidad, morbilidad, productividad perdida y días de actividad restringida. El Estudio calcula co-beneficios para 2 escenarios de beneficios, Low y High, según efectos en salud y valoración de la vida estadística. Los valores presentados en la presenta minuta resultan del promedio aritmético de ambos escenarios.

Por otro lado, la estimación de costos se basó en lo realizado por POCH Ambiental & Centro de Cambio Global UC (2010), Centro de Cambio Global UC (2009) y (Centro de Cambio Global UC, 2010).

A continuación se presentan tabulados los costos medios, reducciones y co-beneficios asociados a cada una de las medidas evaluadas en el Estudio, y se grafican las medidas de mitigación ordenadas según costo medios netos incluyendo co-beneficios. En la tabla se incluye además la jerarquización de medidas según costo neto medio para las situaciones con y sin co-beneficios.

Tabla 3-1 Costo medio, reducción de emisiones y co-beneficios de las medidas de mitigación

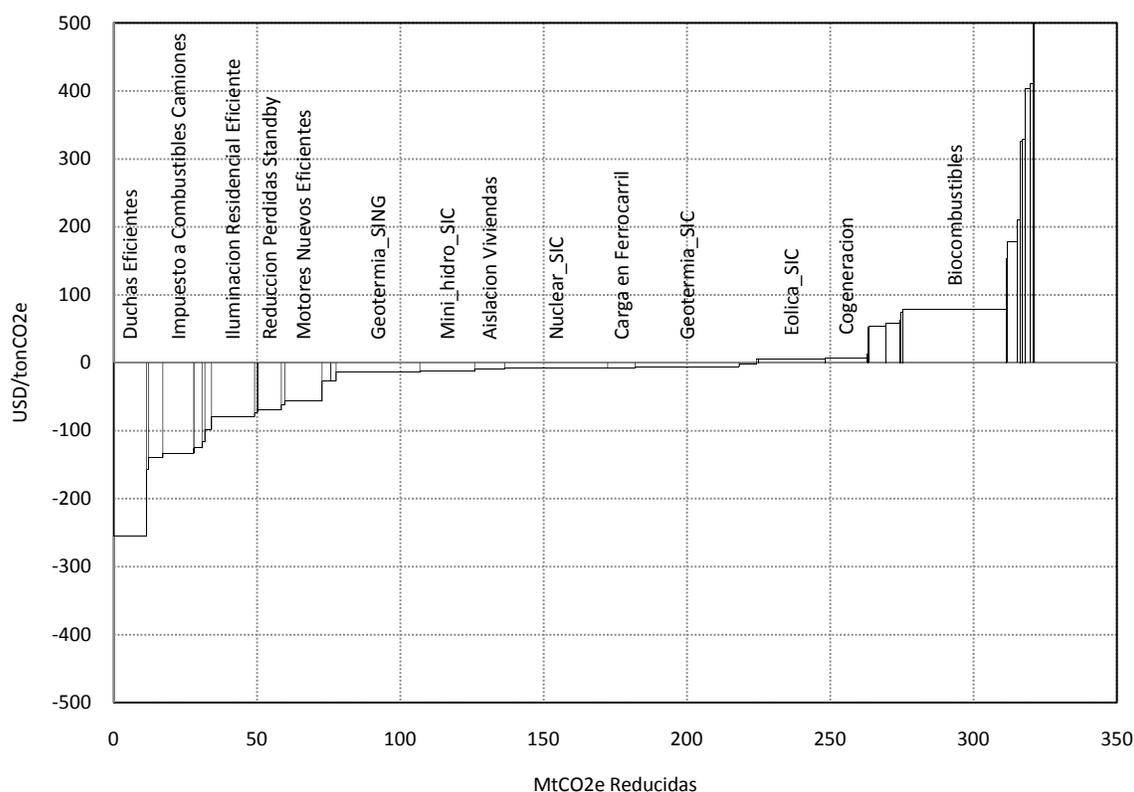
Medida	Sector	Costo Medio (USD/ton CO2e)	Co-Beneficio (USD/ton CO2e)	Reducción (Mton CO2e)	Ranking sin Co-ben	Ranking con Co-ben
Duchas Eficientes	CPR	-255	16	11.4	1	1
Subvención Transporte Publico	Transporte	-157	131	0.6	2	4
Impuesto a Combustibles Vehículos	Transporte	-140	127	5	3	5
Impuesto a Combustibles Camiones	Transporte	-133	123	10.8	4	6
Mejoras Aerodinámicas	Transporte	-125	123	2.8	5	8
Conducción eficiente Buses	Transporte	-116	118	1	6	9
Conducción eficiente Camiones	Transporte	-98	111	2.3	7	13
Iluminación Residencial Eficiente	CPR	-79	149	15	8	20
Adelanto Recambio Motores	Industria	-74	33	0.8	9	3
Refrigeración Comercial Eficiente	CPR	-71	155	0.4	10	22
Reducción Perdidas Standby	CPR	-70	156	8.2	11	23
Taxis y Colectivos Híbridos	Transporte	-62	115	1.3	12	18
Motores Nuevos Eficientes	Industria	-56	62	12.9	13	10
Buses Híbridos	Transporte	-27	109	3.1	14	21
Refrigeración Residencial Eficiente	CPR	-26	151	1.9	15	28
Geotermia_SING	Energía	-13	8	29.2	16	7
Mini_hidro_SIC	Energía	-13	24	19.1	16	12
Aislación Viviendas	CPR	-9	332	10.5	18	37
Nuclear_SIC	Energía	-8	25	35.9	19	15
Carga en Ferrocarril	Transporte	-8	96	9.6	19	25
Geotermia_SIC	Energía	-5	24	36.3	21	16
Eolica_SING	Energía	-2	8	6.1	22	10
Solar_SING	Energía	5	8	0.6	23	13
Eolica_SIC	Energía	6	24	23.2	24	17
Cogeneración	Industria	8	93	14.8	25	27
Calentadores Eficientes	CPR	13	156	0.1	26	29
Conducción Efic Taxis y Colectivos	Transporte	49	124	0.2	27	30
Lavavajillas Eficientes	CPR	53	157	0.1	28	33
Biomasa_SIC	Energía	54	-132	6.1	29	2
Mareomotriz_SIC	Energía	62	25	0.5	31	24
Calderas de Condensación	CPR	75	16	0.6	32	26
Biocombustibles	Transporte	79	97	36.1	33	31
Microondas Eficientes	CPR	90	157	0.1	34	34
Secadoras Eficientes	CPR	154	158	0.1	35	35
Colectores Solares	CPR	178	15	3.7	36	32
Vehículos Livianos Híbridos	Transporte	211	111	0.8	37	36
Lavadoras Eficientes	CPR	326	158	0.7	38	39
Expansión Líneas de Metro	Transporte	328	97	1.2	39	38
Conducción eficiente Vehículos	Transporte	404	127	1.7	40	41
Vehículos Livianos Híbridos Plug-in	Transporte	411	93	1	41	40
Chatarización Camiones	Transporte	1830	134	0.3	42	42
Chatarización Vehículos Livianos	Transporte	6780	159	0	43	43

Fuente: Co-Beneficios de la Mitigación de GEI (DICTUC, 2010)

Notas:

- Los valores de co-beneficios representan el promedio aritmético entre los escenarios de beneficios Low y High
- Escenario Medio

Gráfico 3-1 Costo medio neto de medidas mitigación considerando co-beneficios



Fuente: Co-Beneficios de la Mitigación de GEI (DICTUC, 2010)

Notas:

- Los valores de co-beneficios representan el promedio aritmético entre los escenarios de beneficios Low y High
- Escenario de mitigación Medio
- En el gráfico no aparece el nombre de todas las medidas evaluadas, sino sólo el de aquellas con mayores reducciones

La última columna de la Tabla 3-1 muestra que existe una importante variación en la priorización de las medidas al incluir en el análisis co-beneficios.

La siguiente tabla presenta el valor presente a nivel nacional de los costos netos totales, con y sin co-beneficios, derivados de la implementación de las medidas analizadas.

Tabla 3-2 Valor presente de costos totales netos según escenario de mitigación (MMUSD)

Escenario Mitigación	Sin Co-beneficio	Con Co-beneficio
<b>Suave</b>	-3,100	-14,700
<b>Medio</b>	-2,900	-20,500
<b>Fuerte</b>	19,700	-28,500

Fuente: Co-Beneficios de la Mitigación de GEI (DICTUC, 2010)

Nota: Los valores con co-beneficios representan el promedio aritmético entre los escenarios de beneficios Low y High

Se observa en la tabla anterior que la incorporación de los co-beneficios en las estimaciones económicas es relevante. Para el escenario de mitigación Fuerte, por ejemplo, su inclusión revela importantes ahorros por casi 30.000 MMUSD, mientras que dicho escenario sin co-beneficios muestra costos cercanos a los 20.000 MMUSD.

#### 4. Conclusiones

Tal como lo muestra el Gráfico 2-1 se espera un importante aumento de emisiones de GEI debido al sostenido crecimiento del consumo energético del país. Por otro lado, los compromisos internacionales suscritos por nuestro país demandan, cada vez más urgentemente, acciones de mitigación para cumplir con las metas propuestas.

En este sentido, es importante realizar una correcta priorización de las acciones de mitigación en función de su costo-efectividad (Gráfico 3-1), de manera de conseguir las mayores reducciones de GEI al menor costo neto posible.

En definitiva, el principal aporte de este estudio es la estimación de co-beneficios que dan cuenta de los efectos positivos de la reducción de contaminantes a nivel local. Estos representan magnitudes relevantes y debieran considerarse a la hora de impulsar políticas de mitigación, de manera de considerar el real impacto social de éstas.

#### 5. Referencias

Bell, M. L., D. L. Davis, et al. (2008). "Ancillary human health benefits of improved air quality resulting from climate change mitigation." *Environmental Health* 7(1): 41.

Centro de Cambio Global UC (2009). Estimaciones de Costo y Potencial de Abatimiento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Diferentes Escenarios Futuros. Estudio realizado para el Ministerio de Hacienda.

Centro de Cambio Global UC (2010). Informe Preliminar Análisis de opciones futuras de mitigación de gases efecto invernadero para Chile asociadas a programas de fomento del sector silvoagropecuario.

DICTUC (2010). Elementos para definir una Estrategia Nacional en la Gestión y Regulación de los Contaminantes Material Particulado Respirable (MP10) y Material Particulado Fino (MP2.5), Estudio preparado para CONAMA RM.

IPCC (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI. **Orientación General y Generación de Informes.**

O`Ryan, R., M. Díaz, et al. (2008). Consumo de Energía y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chile 2007-2030 y Opciones de Mitigación.

POCH Ambiental (2009). Proyección de la Evolución de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Energía. Años 2000-2025. Estudio Elaborado para la Comisión Nacional de Energía.

POCH Ambiental and Centro de Cambio Global UC (2010). Análisis de Opciones Futuras de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para Chile en el Sector Energía. Estudio realizado para CONAMA.

SECTRA and SistemasSustentables (2010). Análisis y Desarrollo de una Metodología de Estimación de Consumos Energéticos y Emisiones para el Transporte.