



**Ministerio de Desarrollo Social y
Medio Ambiente
Secretaría de Desarrollo Sustentable y
Política Ambiental**

**INFORME FINAL
EMISIONES DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO DE
LA REPÚBLICA ARGENTINA**



1. INTRODUCCION

El Cambio Climático

Varios procesos naturales tales como las variaciones de la irradiación solar, los cambios en los parámetros orbitales de la Tierra y la actividad volcánica pueden producir cambios climáticos. El sistema climático puede ser influido también por los cambios en las concentraciones de algunos de los gases de la atmósfera, que afectan el balance de la radiación del planeta. La Tierra absorbe y refleja la radiación solar y emite radiación terrestre de onda larga hacia el espacio. En promedio, la radiación absorbida está balanceada con la radiación saliente hacia el espacio. Una parte de la radiación terrestre es absorbida por los gases de la atmósfera, creando lo que es conocido como "efecto invernadero". Sin este efecto, la temperatura promedio de la superficie terrestre sería 34° C inferior (IPCC 1996) . La actividad humana, al modificar la concentración de estos gases, puede alterar las condiciones del equilibrio radiativo, dando lugar a un cambio climático que, por la naturaleza del sistema climático del planeta, podría ser irreversible.

El Efecto Invernadero

La mayor parte de la atmósfera terrestre esta compuesta por nitrógeno y oxígeno. Sin embargo, ninguno de estos gases juega un papel de significación en el efecto invernadero, pues ambos son prácticamente transparentes a la radiación terrestre. Los gases que absorben la radiación terrestre constituyen un pequeño porcentaje de la masa de la atmósfera y por lo tanto, con excepción del vapor de agua, sus concentraciones pueden ser susceptibles de modificación por las actividades humanas

Algunos de los gases de efecto invernadero (GEIs) tales como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃), se encuentran naturalmente en la atmósfera. Existen evidencias de que la actividad humana ha afectado las concentraciones globales de estos gases. Otros gases de efecto invernadero, principalmente los halogenados, que contienen cloruros, fluoruros o bromuros, fueron, en cambio, introducidos por la actividad humana, tales como los CFC, HCFC, HFC, PFC, y el SF₆ (hexafluoruro de azufre).

Finalmente, otros gases, si bien no actúan en forma directa como GEIs, tienen influencia en la formación y destrucción del ozono. Estos gases, conocidos como precursores del ozono, incluyen al monóxido de carbono (CO), los óxidos del nitrógeno (NO_x) y los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM).

Gases de efecto invernadero

El vapor de agua es el más abundante e importante de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, su concentración en la atmósfera está condicionada por la estructura térmica de ésta, que determina tanto los procesos de remoción, esto es, congelación y condensación, como de incorporación, evaporación. De esta forma, las actividades humanas sólo pueden modificar su concentración en forma indirecta, por el aumento de la temperatura producido por otros GEIs, pero no como resultado de sus emisiones directas. Por lo tanto no se lo tiene en cuenta en los inventarios nacionales.

El dióxido de carbono se encuentra tanto en la atmósfera como en los océanos, la biomasa terrestre y marina y los suelos. La concentración del dióxido de carbono en la atmósfera se encuentra en ascenso y supera las 360 ppm en volumen, con un incremento del 28% respecto de la era preindustrial. Las fuentes principales de dióxido de carbono son la combustión de

hidrocarburos, los desbosques, y algunos procesos no energéticos, tales como la fabricación de cemento.

Las principales fuentes de emisión de metano son la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, la producción y distribución del petróleo y el gas natural, y la minería y postminería del carbón. La concentración actual de metano es superior a 1,7 ppm en volumen, con un incremento del 145% respecto de la era preindustrial.

Las fuentes de emisión de óxido nitroso incluyen las prácticas agrícolas, el uso de combustibles fósiles, especialmente en las fuentes móviles. La concentración atmosférica es de 0,28 ppm en volumen, un 13% superior a la de la era preindustrial.

El ozono se encuentra tanto en la estratósfera como en la tropósfera y actúa como filtro de la radiación ultravioleta en la estratósfera. En la tropósfera actúa como gas de efecto invernadero, interactuando químicamente con otros gases de efecto invernadero. Su concentración espacial y temporal es variable y no se lo tiene en cuenta en los inventarios nacionales.

Los halocarbonos, CFC y HCFC, son sustancias sintéticas que tienen capacidad de reducir la capa de ozono y su acción es contemplada por el Protocolo de Montreal. Asimismo, los CFC y HCFC son sustancias con alto potencial de calentamiento.

Los HFC, PFC y el SF₆, son gases de efecto invernadero de alto poder de calentamiento. Los HFC son utilizados en la industria como reemplazantes de los CFC. Los PFC y SF₆ son emitidos en diversos procesos industriales y son productos con larga vida en la atmósfera y capacidad de aumentar su concentración por acumulación irreversible.

El monóxido de carbono, tiene un efecto indirecto, ya que interactúa en la química de la atmósfera elevando las concentraciones del ozono troposférico y del metano. Se produce en la combustión incompleta de los combustibles. Su vida en la atmósfera es corta y su concentración espacial y temporal es variable.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) tienen un efecto indirecto al favorecer la formación de ozono en la tropósfera. Se originan en la actividad microbiana del suelo, la quema de biomasa y la quema de combustibles fósiles. Las concentraciones de NO_x son variables tanto en el espacio como en el tiempo.

Los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) comprenden básicamente al etano, propano y butano. Participan en la formación de ozono troposférico y son emitidos fundamentalmente por el transporte y los procesos industriales.

2.2 Potencial de Calentamiento Global

Los gases de efecto invernadero tienen diferente capacidad de calentamiento global, basada en su impacto radiativo y su duración en la atmósfera. El gas de referencia tomado como unidad es el CO₂ y el potencial de calentamiento global se expresa en millones de toneladas de carbono equivalente (MTCE).

Dado que el dióxido de carbono contiene una fracción de 12/44 de carbono en su peso, los teragramos (Tg) de un gas deben ser convertidos según la siguiente fórmula:

$$MTCE = Tg \text{ de gas} \times PCG \times 12/44$$

Dónde

MTCE = millones de toneladas de carbono equivalente

PCG = potencial de calentamiento global de un gas

En la Tabla 1.1 se detallan los potenciales de calentamiento de los distintos gases de efecto invernadero.

Tabla 1

<i>Gas</i>	<i>Potencial de calentamiento</i>
Dióxido de carbono	1
Metano	21
Oxido nitroso	310
HFC-23	11.700
HFC-125	2.800
HFC-134 a	1.300
HFC-143 a	3.800
HFC-152 a	140
HFC-227ea	2.900
HFC-236-fa	6.300
HFC-4310mee	1.300
CF4	6.500
C2F6	9.200
C4F10	7.000
C6F14	7.400
SF6	23.900

Fuente: IPCC 1996, en un horizonte de 100 años.

2. ARGENTINA

La República Argentina comparte la preocupación general sobre el impacto que el cambio climático ocasionará en los sistemas socioeconómicos y en el ambiente del planeta. Existen indicios sobre la vulnerabilidad de los recursos renovables del país al cambio climático que, de confirmarse, pueden representar en un futuro no muy lejano enormes costos económicos, sociales y ambientales.

Argentina ha firmado la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y la ha ratificado en 1994. El objetivo de la Convención es: "lograr... la estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que pueda prevenir interferencias antropogénicas peligrosas para el sistema climático". La Argentina también ha firmado el Protocolo de Kioto, cuya ratificación cuenta con sanción del Honorable Senado de la Nación.

Proyección de emisiones

La proyección de las emisiones, requiere no sólo de la proyección del nivel de actividad de los sectores emisores sino de un detallado conocimiento de la estructura de las emisiones por fuente, gas y actividad. Es por ello, que se necesita, el conocimiento más actualizado y preciso posible de estas emisiones y de su evolución pasada. En consecuencia se realizaron dos actividades principales. La primera dedicada al Inventario de Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de 1997 y la actualización y revisión de los Inventarios correspondientes a los años 1990 y 1994. La segunda, estuvo orientada a la proyección de las emisiones de GEI hasta el año 2012, requiriendo para ello de la elaboración de proyecciones de escenarios macroeconómicos y sectoriales y del análisis de las opciones de mitigación más probables y de mayor impacto en la mitigación de los efectos adversos del cambio climático y la reducción de emisiones.

Inventario de los GEI de 1997 y actualización y revisión de los Inventarios correspondientes a los de los años 1990 y 1994.

El inventario de GEI es un elemento fundamental para la adopción de políticas sobre Cambio Climático, especialmente en el caso en que se desee establecer metas voluntarias de Emisiones de GEI. Es, por otra parte, una obligación nacional, ya que al haberse ratificado la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), el país debe desarrollar y actualizar en forma periódica los inventarios de las emisiones y remociones antropogénicas de todos los gases de efecto invernadero.

La ejecución del Inventario fue encomendada a varios especialistas de diferentes áreas, en muchos casos en consulta y acuerdo con la respectiva área gubernamental. En todos los casos, los especialistas siguieron los lineamientos generales del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC): "Pautas del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, Revisión 1996", que permiten asegurar que los inventarios presentados a la UNFCCC sean consistentes y comparables entre países. El siguiente cuadro muestra el listado de expertos e instituciones que realizaron los correspondientes estudios sectoriales

SECTOR	RESPONSABLE
Energía	Fundación Bariloche
Transporte	Moragues & Rapallini Asociados
Ganadería	Grupo del Dr. Guillermo Berra (INTA)
Agricultura	Ing. Miguel Taboada
Procesos Industriales	
Química Orgánica	Lic. Miguel A. Laborde
Química Inorgánica	Lic. Laura Dawidowski
Otras Industrias	Ing. Darío Gómez
Halocarbonos (HFCs) y Hexafluoruro de Azufre SF ₆	Ing. Castro Padula
Residuos	Lic. Ricardo Vicari
Cambio de uso de suelo	Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID)
Forestal	Grupo del Dr. Jorge Frangi (UNLP)

En el Inventario, en proceso de publicación, se informan las emisiones y sumideros antropogénicos de gases de efecto invernadero de la República Argentina para el año 1997, y se hace la revisión de las correspondientes a los años 1990 y 1994.

Como se puede apreciar, no se incluyen aquellos gases de efecto invernadero que actúan indirectamente o cuyas concentraciones presentan variaciones espaciales y temporales

Estructura del Inventario

De acuerdo con las normas del IPCC contenidas en el documento “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, este inventario de GEIs está estructurado en siete capítulos. La introducción, cinco capítulos correspondientes a las emisiones de GEIs de los sectores económicos o actividades humanas relevantes y un capítulo en el que se hace una revisión de las emisiones informadas en la Primera Comunicación Nacional, para los años 1990 y 1994.

Los capítulos dedicados a las emisiones de las actividades humanas son:

Energía. Incluye las emisiones por combustión desde fuentes fijas y móviles y las emisiones fugitivas.

Procesos Industriales. Informa las emisiones por procesos industriales que no son producto directo de la quema de combustibles o de actividades energéticas. No incluye las emisiones de óxido nitroso y metano en los residuos líquidos industriales que se informan en el capítulo de residuos.

Agricultura y Ganadería. Abarca las emisiones resultantes de las actividades del sector, excepto la resultante de la quema de combustibles y de biomasa para uso energético.

Cambio de uso de la Suelo y Silvicultura. Incluye la emisión y el secuestro de GEIs por la actividad forestal y por el cambio de uso del suelo; esto último, en la región pampeana que es la de mayor movilidad en este sentido

Residuos. Informa sobre las emisiones por el manejo de residuos.

En cada capítulo se incluyen los resultados sectoriales, la metodología utilizada, las fuentes de datos y comentarios sobre la incertidumbre en las estimaciones obtenidas.

Tendencia de las emisiones

Si no se considera el sector cambio de uso de la tierra y silvicultura en el que existen grandes incertidumbres, entre 1990 y 1994 se registró un aumento del 13% en las emisiones de GEI, en tanto que entre 1994 y 1997 dicho aumento fue del 12%, totalizando un incremento para el período 1990 - 1997 del 25 %.

Se debe observar que el año 1990 estuvo marcado por una fuerte recesión y que a partir de 1992 se observó un marcado incremento de la actividad económica que llevó a un aumento en las emisiones, aunque en menor proporción. El año 1997 registró un pico en el incremento de la actividad económica, aun cuando se observa una señalada declinación en la tendencia del aumento de emisiones de GEI. Ello se debe a varios factores, entre los cuales los más importantes son: el aumento de la capacidad de generación eléctrica con tecnologías menos contaminantes, como las de ciclo combinado, la renovación del parque automotor con modelos más evolucionados y la reducción del rodeo vacuno.

En la Tabla 2 se detallan las emisiones por gas y por fuente para los tres años considerados

Tabla 2

Emisiones totales por gas para cada uno de los Inventarios realizados, en Millones de Toneladas de Carbono Equivalente

	1990	1994	1997
CO₂			
Quema de combustibles fósiles	24.77	29.29	32.42
Venteo de gas natural	1.26	1.56	1.20
Manufactura de calizas y dolomitas	0.50	0.82	1.14
Manufactura de carburo de calcio	0.02	0.04	0.02
Industrias siderúrgicas	1.15	0.87	1.20
Cambio de uso del suelo y forestación	* -9.47	* -9.47	-13.12
Total	18.24	23.11	22.86
Total sin cambio de uso de suelo y Forestación	27.71	32.58	35.98
CH₄			
Fuentes estacionarias	0.01	0.01	0.02
Fuentes móviles	0.05	0.19	0.20
Minería de carbón	0.05	0.03	0.05
Sistemas de gas y petróleo	2.62	3.17	3.82
Petroquímica	0.01	0.01	0.02
Fermentación entérica	14.97	15.71	14.76
Manejo del estiércol	0.59	0.68	0.57
Cultivo del arroz	0.14	0.17	0.26
Quema de residuos agrícolas	0.05	0.04	0.04
Cambio de uso del suelo y forestación	0.15	0.15	0.32
Rellenos sanitarios	1.81	3.29	3.53
Tratamiento de aguas cloacales	0.46	0.51	0.64
Total	20.92	23.96	24.21
Total sin cambio de uso de suelo y Forestación	20.76	23.81	23.90
N₂O			
Fuentes estacionarias	0.24	0.20	0.35
Fuentes móviles	0.07	0.10	0.12
Acido nítrico	0.05	0.05	0.05
Manejo del estiércol	0.04	0.04	0.07

Manejo de suelos agrícolas	15.04	15.79	15.71
Quema de residuos agrícolas	0.01	0.01	0.01
Cloacas	0.21	0.24	0.27
Total	15.66	16.43	16.58

HFC, PFC y SF6

Sustitución de sustancias depresoras del O ₃	NE	NE	0.17
Producción de aluminio	NE	NE	0.07
Consumo de halocarbonados y SF6	NE	NE	0.07
Total	0	0	0.31

Emisiones totales netas	54.81	63.49	63.96
Emisiones totales (sin cambio de uso de suelo y Forestación)	64.13	72.82	76.77

* En 1990 y 1994 no se computó el cambio de uso de suelo. En 1997 este rubro totalizó 4,9 MTCE.

De los resultados del inventario se desprende que el sector energético y el agropecuario representan en conjunto aproximadamente el 91 % de las emisiones. La contribución del sector ganadero bovino representa el 34 % de las emisiones. Esto es de particular interés para los análisis conducentes al establecimiento de las metas de emisión de GEI.

Proyección de las emisiones al periodo 2008-2012

De acuerdo a lo explicado en la Introducción, esta parte del Proyecto implica dos tipos de estudios, los macroeconómicos y los sectoriales que incluyen no sólo la proyección de los sectores sino también las emisiones de GEI correspondientes.

Estudios macroeconómicos.

Se encargaron cuatro estudios macroeconómicos a Instituciones de primer nivel y de distinta perspectiva académica. Las instituciones encargadas de estas proyecciones fueron FIEL, CEMA, FLACSO y la Fundación Mediterránea. Cada una presentó tres escenarios posibles para las proyecciones. Uno más probable y otros dos de máximo y mínimo crecimiento. Las diferencias entre los distintos escenarios macroeconómicos permiten estimar la incertidumbre en las futuras emisiones como consecuencia de la falta de seguridad acerca del desenvolvimiento futuro de la economía.

Tres estudios estiman para el escenario más probable un crecimiento cercano al 3,5% anual acumulado entre 1997 y 2012. y sólo la proyección de la F. Mediterranea es diferente con menor crecimiento. Esta coincidencia resulta remarcable, ya que se utilizaron metodologías y modelos conceptualmente distintos. Los escenarios de máximo y mínimo crecimiento elegidos implican crecimientos anuales acumulados de 5,1% y 2,3%, que aunque muy poco probables no son imposibles si se tiene en cuenta que el aumento del PBI entre 1990 y 1997 fue del 7,5% promedio y el de la década del 80 ligeramente negativo.

Análisis sectoriales

Los análisis sectoriales utilizaron tres escenarios, el medio y los de máxima y mínima probable emisión. Por razones de oportunidad, esto es, su disponibilidad en tiempo, el escenario medio elegido es el denominado más probable de FIEL y los extremos corresponden a los escenarios CEMA bajo y CEMA alto.

Como resulta del inventario de GEI, las emisiones se concentran en el sector energético, incluyendo el transporte y en el agropecuario. Debido a la política fiscal hacia el sector forestal y a la respuesta que ella está teniendo, este sector es también clave en el desarrollo futuro del

balance de las emisiones argentinas debido a su enorme potencial de secuestro de carbono. En consecuencia, los análisis sectoriales más detallados se han restringido a los sectores energía y transporte, agropecuario y forestal. Con un grado de detalle menor, en parte debido a su menor complejidad, se consideró el sector residuos. Se contó asimismo con una proyección de las futuras emisiones de HFCs a partir de encuestas al sector privado. Las proyecciones de las emisiones de los otros sectores fueron hechas sobre la base de las proyecciones sectoriales de los estudios macroeconómicos.

El sector agropecuario presenta poca elasticidad respecto del desarrollo macroeconómico. Su evolución depende fundamentalmente de los precios y condiciones externos. Por ello, y para poder contar con resultados alternativos que permitan evaluar la incertidumbre de las futuras emisiones del sector se encargaron dos análisis sectoriales. En el sector agropecuario, la ganadería bovina es la de mayor peso en sus emisiones, teniendo al mismo tiempo potencial de mitigación debido al atraso tecnológico en las prácticas de manejo y alimentación. Por esa razón, se encargó un estudio especial referido al potencial de mitigación de la ganadería bovina en la Argentina.

Las prácticas de manejo del suelo están cambiando aceleradamente en el país con un crecimiento muy veloz de la labranza mínima o cero. Esto presupone captura de carbono en cantidades muy significativas para el balance de las emisiones argentinas. Aunque en la Convención y el IPCC no está aceptada una metodología para calcular este tipo de captura, es probable que ello ocurra antes del 2008. Por lo tanto, es importante hacer una estimación del potencial de captura de carbono que tendrá el país como consecuencia de la expansión de la labranza mínima, mas allá que actuando con prudencia no se lo tenga hoy en cuenta a la hora de fijar las metas de emisión. Ello no quiere decir que en la presentación de las metas a la Convención no se haga reserva del derecho a incluir este proceso en el cómputo del balance de las emisiones de GEI, para cuando la Convención adopte una metodología al respecto. Como resultado de estas consideraciones se encargó a AAPRESID la respectiva proyección del sector y de la captura de carbono por estas prácticas.

El cuadro siguiente resume los estudios realizados y los expertos e institutos responsables de los mismos.

Sector	Responsable
Energía y Transporte	Fundación Bariloche
Agropecuario	Fundación CENIT
Agropecuario	Dr. Marcos Gallacher CEMA
Forestal	Dr. Gustavo Braier
Ganadería	Dra. Verónica Maldonado May
Residuos	Ing. Osvaldo Koffmann
Labranza Mínima	AAPRESID
Halocarbonos (HFCs) y Hexafluoruro de Azufre SF ₆	Ing. Castro Padula

En el sector de energía y transporte se trabajó con el modelo LEAP de origen escandinavo. En el sector agropecuario se utilizó el modelo de la OECD adaptado a la Argentina. Existen opiniones encontradas sobre el futuro de la ganadería argentina debido a la nueva condición libre de aftosa del país. Cuando se alimentó el modelo con las alternativas de posibles precios agrícolas y ganaderos se arribó a escenarios divergentes en las existencias de bovinos para carne que van de 48 a 69 millones de cabezas. Dada la importancia que este sector tiene en las emisiones de GEI de la Argentina (34% en 1997), ello agrega un nuevo factor de incertidumbre sobre las futuras emisiones. Por ello se realizó una reunión de trabajo con expertos de la Sociedad Rural y analistas privados que, aunque reflejó las opiniones divergentes en este tema, permitió acotar

algo el rango predicho de posibles existencias de bovinos por el modelo, a las cifras antes mencionadas.

En el sector forestal, para las especies implantadas, se utilizó un modelo de regresión estadística con equilibrio de oferta y demanda en el nivel regional, ya que por los costos de flete la demanda industrial debe localizarse en la región. La demanda se obtiene de encuestas en el sector empresario sobre las actuales y futuras inversiones. Otra vez, la incertidumbre sobre la evolución futura es alta, ya que el déficit fiscal pueden comprometer el nivel de subsidios y afectar de esta forma las plantaciones futuras. Dado que por otra parte, esta política de subsidios al sector forestal favorece la generación de empleo, resulta difícil estimar como serán en el futuro las decisiones políticas al respecto.

En el sector residuos, se trabajó con un modelo de regresión basado en el PBI per capita y en información de CEAMSE y otros entes encargados de la disposición de los residuos sólidos.

Las proyecciones macroeconómicas presentan un alto grado de dispersión entre sus escenarios extremos. En consecuencia, los escenarios sectoriales (excepto el agropecuario) reflejan esta dispersión dando lugar a escenarios sectoriales de emisión de GEIs diferentes. En el caso agropecuario, la situación inédita para la Argentina en materia de aftosa, genera una gran incertidumbre adicional sobre el escenario futuro del sector que se refleja en las emisiones proyectadas por el modelo sectorial. Esto es muy importante para la definición del futuro escenario de emisiones ya que la ganadería aporta el 35 % de las emisiones argentinas y aunque bajaría en todos los escenarios posibles hacia el 2008-2012 siempre estaría cerca del 30 %.

Como el sector agropecuario tiene escasa dependencia del contexto macroeconómico nacional y depende fuertemente del sector externo se han combinado cada uno de los tres escenarios de emisiones de este sector (alto, medio y bajo crecimiento del sector ganadero) con cada uno de los otros tres resultantes de los restantes sectores. De esta forma, los 9 escenarios de emisiones de GEI, abarcan en buena medida una amplia gama de escenarios probables. La figura 1, muestra la proyección de las emisiones de estos escenarios hasta el año 2012.

Entre los escenarios de emisiones extremos hay una diferencia de 30 Millones de toneladas de Carbono equivalente en el periodo 2008-2012, es decir algo más del 25% del total de las emisiones de los escenarios medios para ese periodo. Aunque los escenarios extremos son poco probables, no son imposibles y su diferencia da una idea de la incertidumbre sobre el nivel de las emisiones. Con este nivel de incertidumbre, la primera conclusión es que sería sumamente riesgoso adoptar una meta con valores fijos. La alternativa es tomar una meta dinámica, es decir relacionar la misma con un índice de actividad económica de forma de reducir sustancialmente la incertidumbre.

Opciones de mitigación

En este acápite se resumen las principales opciones de mitigación examinadas como parte de las tareas desarrolladas para la determinación de la meta de emisión de GEI. Estas opciones incluyen las correspondientes al sector forestal, al manejo de residuos, a la ganadería, a la siembra directa, al control de las emisiones fugitivas, a la energía hidráulica y eólica, a la cogeneración y a la mayor penetración del gas natural comprimido en el transporte.

Dada la naturaleza voluntaria de la meta que el país adoptará, no es necesario alcanzar un nivel de emisiones determinado, que resulte de un proceso de negociación internacional colectiva. Por ello y en virtud de los recursos y tiempos limitados con los que se materializó el estudio, el análisis se focalizó esencialmente en identificar y cuantificar opciones de mitigación a escala macro, que a priori, se consideraron importantes por su magnitud, que, a la vez, podían ser examinadas en tiempos relativamente cortos, pero que no abarcan el total de las podrían ser factibles de implementar en la Argentina.

Este análisis, deja pues un importante repertorio de acciones como consecuencia de las cuales podrían lograrse reducciones de emisiones adicionales no consideradas en los estudios realizados. Su posterior concreción eventual sólo puede traer beneficios para el país, en el marco de los mecanismos de flexibilización de la Convención.

Una somera enunciación de algunas de las posibles opciones no analizadas en el desenvolvimiento de este Proyecto puede dar una idea de su importancia: Uso racional de la energía en el sector industrial, utilización de biocombustible en el transporte, en particular alcohol, sustitución entre modos en el transporte, uso del metano de los rellenos sanitarios para la producción de energía, reducción de las emisiones fugitivas en las redes de transporte y distribución de gas natural, reducción de las pérdidas domiciliarias del gas natural, utilización de arquitectura solar y ambiental, planificación urbana y conservación del bosque nativo. Finalmente, hay un gran número de medidas de mitigación de pequeña escala que sumadas pueden constituir un importante volumen adicional de mitigación.

Es necesario aclarar que los escenarios de base considerados incorporan la mejora de la eficiencia tecnológica, asumiendo que la mejor tecnología disponible ha de ser utilizada cada vez que deba realizarse una incorporación de nuevo equipamiento o método de trabajo. Esta mejor tecnología es sólo parcialmente introducida en los escenarios ganaderos, por una variedad de razones cuya enunciación excede el marco de este documento sumario. De esta forma, las innovaciones tecnológicas que aún no están siendo utilizadas por el mercado y que se introduzcan hasta el periodo de compromiso, contribuirán a reducir las emisiones originándose una mitigación implícita de significación.

En el caso del sector forestal y aunque la Argentina no está comprometida a seguir los lineamientos de los compromisos acordados en el Protocolo de Kioto para los países del Anexo B, al seguir estos lineamientos, todo el secuestro neto de carbono del sector forestal debería computarse como una opción de mitigación. Por otra parte y dado que la Argentina ha seguido políticas activas en el sector forestal con costos fiscales explícitos que han contribuido a aumentar el stock de carbono almacenado en las plantaciones y puesto que existe una legislación vigente que seguirá sosteniendo en el largo plazo dicha política, es legítimo considerar al incremento del stock de carbono en las plantaciones forestales en el periodo de compromiso como una opción de mitigación. En el caso de la deforestación de los bosques nativos para su sustitución por actividades agropecuarias, como es casi imposible estimar la evolución de esta actividad, se supuso que permanecerá constante e igual al valor de 1997, dependiendo la misma de las políticas que se adopten. Se estima que en conjunto el sector forestal constituye una opción de mitigación que va de 33,2 Millones de CO₂ equivalente en el escenario más bajo, hasta 54,3 Millones en el más alto.

En lo que concierne al manejo de residuos, las emisiones de metano de los rellenos sanitarios pueden ser quemadas a costos relativamente muy bajos, evitando el efecto invernadero de este gas que es mucho mayor que el del dióxido de carbono que se produce en la combustión del mismo. Las reducciones posibles por esta metodología van de 10 millones de CO₂ equivalente en el escenario más bajo hasta 13 millones en el más alto. No se prevén impactos ambientales negativos importantes por estas medidas, al margen de la generación de óxidos de nitrógeno en la combustión. El enterramiento de los residuos, en ciudades medianas y pequeñas, para la quema posterior del metano redundaría en claros beneficios ambientales y sanitarios.

Las medidas de mitigación de la ganadería contemplan en primer lugar una mayor eficiencia del sector por intensificación de la producción, con mejor alimentación y con un pequeño mayor porcentaje de animales en confinamiento. Estas medidas no son neutras y favorecen la mayor eficiencia del sector ganadero, por lo cual implican una mayor competencia por el suelo con la agricultura. En el escenario agropecuario más alto las mitigaciones posibles serían de 5,6 millones de toneladas de CO₂ equivalente.

Como las estrategias analizadas son todas conducentes a una mayor eficiencia en la producción de carne y leche, se considera que las mismas constituyen una opción sin perjuicio económico. Es muy posible que en el futuro, y antes del período de compromiso, se produzcan innovaciones tecnológicas en este sector, por cuanto se desarrollan investigaciones sobre una serie de alternativas para aumentar la eficiencia de la producción del ganado bovino reduciendo las emisiones de metano. En general, en este sector se generarían beneficios económicos adicionales muy importantes debido a la mayor eficiencia productiva que conllevan las medidas de mitigación. Se pueden esperar algunos efectos ambientales desfavorables a escala local, debido al sistema de producción en feed-lot que deberían ser controlados.

La incentivación de las prácticas de labranza mínima y labranza cero, comúnmente conocidas como siembra directa, conducirá a un menor consumo de combustibles en las labores agrícolas. La siembra directa tiene además un elevado impacto positivo sobre la conservación de los suelos. La mayor utilización de agroquímicos en los primeros años tiende a equilibrarse posteriormente a niveles similares a los de la agricultura tradicional. Un importante beneficio para el clima es que, al contrario de la agricultura tradicional, secuestra CO₂. Una estimación aproximada, a partir de una proyección de 14 millones de hectáreas bajo siembra directa en el 2010, ubicaría el secuestro de carbono en alrededor de 15 millones de toneladas de carbono por año, es decir, unos 55 millones de CO₂ equivalente. Puesto que aún no hay una metodología acordada y aceptada por la Convención para esta cuestión, en este análisis se lo considera por separado. Las reducciones por consumo de combustible por esta práctica implican algo menos de 1 Millón de Ton de carbono equivalente

La Secretaría de Energía tiene en vigencia una resolución por la cual se debe a reducir las emisiones de gas natural en boca de pozo. Estas emisiones fugitivas sumaban 7,5 millones de ton de CO₂ equivalentes en 1997. Desde 1997 hasta el presente las empresas han ido informando una baja sustancial de estas emisiones, por lo que a juicio de los expertos es factible llevar estas emisiones a solo 1,6 millones de toneladas de CO₂ equivalente. En consecuencia el monto de la mitigación factible es de 5,9 millones de toneladas de CO₂ equivalentes. De acuerdo a las proyecciones del escenario energético sectorial, la producción de petróleo en el periodo 2008-2012 no será sustancialmente diferente a la actual. Por lo tanto, y dado que las emisiones fugitivas en boca de pozo, se originan casi totalmente en los pozos petroleros, se estima que la cantidad de 5,9 millones de toneladas de CO₂ equivalente es la magnitud de la mitigación que se puede lograr en el sector.

Se ha examinado cada una de las obras hidroeléctricas para las cuales se dispone de estudios que permitan estimar los costos de mitigación. A una tasa de retorno del 10%, Yaciretá no implica ningún costo incremental respecto del escenario de base en el que la energía sería producida con gas natural en ciclos combinados. Corpus, por su parte tendría un costo de \$10,2 por tonelada de CO₂ y Garabí de \$21,8. Con estos valores, el potencial de reducción de CO₂ originado en el sector hidroeléctrico sería de 11,60 millones de ton CO₂. El presente estudio no implica un juicio sobre la conveniencia de estas obras, sobre las que existen cuestionamientos de tipo ambiental.

El potencial de energía eólica de la Argentina, susceptible de aprovechamiento, es equivalente a varias veces la capacidad instalada actual. Sin embargo, por diversos motivos, entre ellos algunos vinculados con sus costos, su aprovechamiento es actualmente insignificante. El sector empresario de esta actividad estima que la capacidad instalada en el año 2010 debería ser aproximadamente de 2 Gw que reducirán las emisiones en 2 Millones de CO₂ equivalente. Otros beneficios de esta opción, consisten en el ahorro de combustibles y eventualmente en la generación de empleo, si al alcanzar un alto grado de desarrollo, se comienza la fabricación local de equipos. El impacto estabilizador de la economía regional puede ser, por ende, muy importante en ciudades petroleras o mineras.

La cogeneración ofrece una importante posibilidad de mitigación en las actividades industriales que podría llegar a 4 Millones de CO₂ equivalente. Esta alternativa constituye una opción sin costos positivos. Otros beneficios adicionales derivan del ahorro de combustibles y de la menor contaminación local por combustión

En el caso de la mayor penetración del gas natural en el transporte, se supone una modesta pero creciente penetración del gas natural en los automóviles particulares y de una importante participación de este combustible en el transporte público urbano de pasajeros al igual que en el de carga liviana. La emisión evitada en el escenario de mitigación representa 4 millones de toneladas de CO₂ equivalente. El costo total es menor en el escenario de mitigación, por lo que esta es una opción sin perjuicio monetario; y tiene a la vez un importante impacto favorable para el medio ambiente ciudadano y de la salud de la población.



**Secretaría
de Desarrollo
Sustentable y
Política Ambiental**