

Ciencia e Investigación

Primera revista argentina de información científica / Fundada en enero de 1945



ARGENTINA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

■ Inés Camilloni

ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO: DESAFÍOS PARA UN DESARROLLO BAJO EN CARBONO

■ Leónidas Osvaldo Girardín

EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO DESDE SUELOS AGRÍCOLAS Y ALTERNATIVAS PARA MITIGARLAS

■ Miguel A. Taboada,
Vanina R. N. Cosentino,
Alejandro O. Costantini

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN GANADERA

■ Alejandro Costantini, M. Gabriela Perez,
Mercedes Busto, Franco González,
Vanina Cosentino, Romina Romaniuk,
Miguel A. Taboada

EL PAPEL DE LOS BOSQUES NATIVOS Y DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN LAS POLÍTICAS INTERNACIONALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

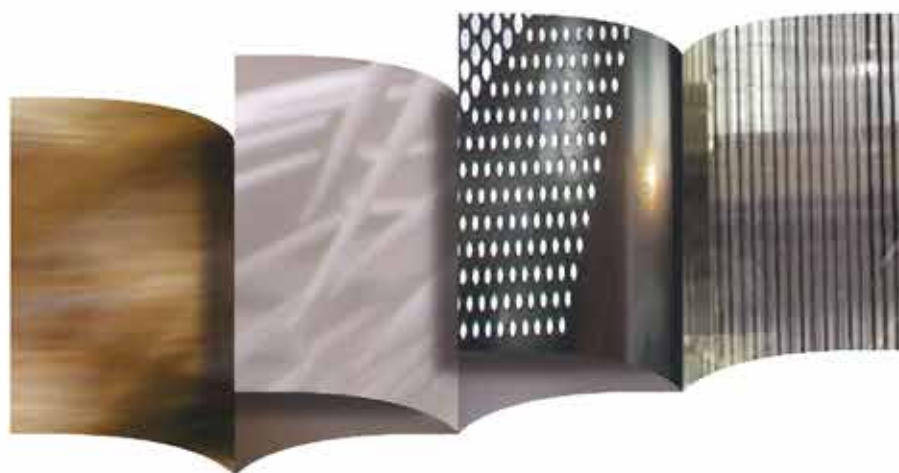
■ Héctor D. Ginzo

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DESDE EL SECTOR FORESTAL

■ Romaniuk R, Cosentino V,
Costantini A, Taboada M, Lupi A

MITOS Y REALIDADES DEL PAPEL DEL MDL Y OTROS MECANISMOS DE MERCADO EN SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SUSTENTABLE

■ Leónidas Osvaldo Girardín



Desarrollo y gestión de proyectos científicos y tecnológicos innovadores

FUNINTEC es una organización sin fines de lucro creada por la Universidad de San Martín cuyo objetivo es promover y alentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimientos a los sectores público y privado, sus empresas y en particular a las PyMES.

Dentro de los alcances previstos por la Ley de Innovación Tecnológica, funciona como vínculo entre el sistema científico tecnológico y el sector productivo.

CONTACTO:
www.funintec.org.ar

Fundación
Innovación
y Tecnología

FUNINTEC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



EDITOR RESPONSABLE

Asociación Argentina para el
Progreso de las Ciencias (AAPC)

COMITÉ EDITORIAL

Editora

Dra. Nidia Basso

Editores asociados

Dr. Gerardo Castro

Dra. Lidia Herrera

Dr. Roberto Mercader

Dra. Alicia Sarce

Dr. Juan R. de Xammar Oro

Dr. Norberto Zwirner

**CIENCIA E
INVESTIGACIÓN**

Primera Revista Argentina
de información científica.

Fundada en Enero de 1945.

Es el órgano oficial de difusión de
La Asociación Argentina para el
Progreso de las Ciencias.

A partir de 2012 se publica en dos
series, Ciencia e Investigación
y Ciencia e Investigación Reseñas.

Av. Alvear 1711, 4° piso,
(C1014AAE) Ciudad Autónoma
de Buenos Aires, Argentina.
Teléfono: (+54) (11) 4811-2998
Registro Nacional de la
Propiedad Intelectual
N° 82.657. ISSN-0009-6733.

Lo expresado por los autores o
anunciantes, en los artículos o
en los avisos publicados es de
exclusiva responsabilidad de los
mismos.

Ciencia e Investigación se
edita on line en la página web
de la Asociación Argentina
para el Progreso de las
Ciencias (AAPC)
www.aargentinapciencias.org

*La imagen muestra las
consecuencias de una serie
de eventos de precipitación
extremos que alcanzaron
lluvias diarias mayores a
110 mm en la provincia de
Córdoba durante los meses
de febrero y marzo de 2015.*



SUMARIO

EDITORIAL

El Cambio Climático y la Argentina. Estrategias de mitigación y
de adaptación

Miguel A. Taboada 3

ARTÍCULOS

Argentina y el cambio climático

Inés Camilloni 5

Energía y cambio climático: desafíos para un desarrollo bajo en
carbono

Leónidas Osvaldo Girardín 11

Emisiones de óxido nitroso desde suelos agrícolas y alternativas
para mitigarlas

**Miguel A. Taboada, Vanina R. N. Cosentino, Alejandro O.
Costantini 41**

Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción
ganadera

**Alejandro Costantini, M. Gabriela Perez, Mercedes Busto,
Franco González, Vanina Cosentino, Romina Romaniuk,
Miguel A. Taboada 47**

Emisiones de gases de efecto invernadero desde el sector forestal

Romaniuk R, Cosentino V, Costantini A, Taboada M, Lupi A ... 55

El papel de los bosques nativos y de las plantaciones forestales
en las políticas internacionales de mitigación del cambio
climático

Héctor D. Ginzo 62

Mitos y Realidades del papel del MDL y otros mecanismos de
mercado en su contribución al Desarrollo Sustentable

Leónidas Osvaldo Girardín 72

INSTRUCCIONES PARA AUTORES 87

*... La revista aspira a ser un vínculo de unión entre
los trabajadores científicos que cultivan disciplinas
diversas y órgano de expresión de todos aquellos que
sientan la inquietud del progreso científico y de su
aplicación para el bien.*

Bernardo A. Houssay

Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

COLEGIADO DIRECTIVO

Presidente

Dra. Ester Susana Hernández

Secretaria

Dra. Alicia María Sarce

Tesorero

Dr. Gerardo Daniel Castro

Protesorero

Dr. Alberto Antonio Pochettino

Miembros Titulares

Ing. Juan Carlos Almagro

Dr. Alberto Baldi

Dra. Nidia Basso

Dr. Miguel Blesa

Dra. María Cristina Cambiaggio

Dr. Eduardo Hernán Charreau

Dra. Alicia Fernández Cirelli

Dra. Lidia Herrera

Dr. Marcelo Jorge Vernengo

Dr. Juan Roberto de Xammar Oro

Miembros Institucionales:

Sociedad Argentina de Farmacología Experimental:

Dra. Graciela Noemí Balerio

Unión Matemática Argentina:

Dra. Ursula María Molter

Sociedad Argentina de Hipertensión Arterial:

Dra. Ana María Puyó

Sociedad Argentina de Investigaciones Bioquímicas:

Dr. Luis Alberto Quesada Allué

Sociedad Argentina de Microscopía:

Dr. Raúl Antonio Versaci

Miembros Fundadores

Dr. Bernardo A. Houssay – Dr. Juan Bacigalupo – Ing. Enrique Butty

Dr. Horacio Damianovich – Dr. Venancio Deulofeu – Dr. Pedro I. Elizalde

Ing. Lorenzo Parodi – Sr. Carlos A. Silva – Dr. Alfredo Sordelli – Dr. Juan C. Vignaux –

Dr. Adolfo T. Williams – Dr. Enrique V. Zappi

AAPC

Avenida Alvear 1711 – 4º Piso

(C1014AAE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina

www.aargentinapciencias.org

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ARGENTINA. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y DE ADAPTACIÓN.



Miguel A. Taboada(1)

Instituto de Suelos. INTA. Nicolás Repetto y de los Reseros s/n, CP 1686 Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.
CONICET

taboada.miguel@inta.gob.ar

El cambio climático está sucediendo ahora. Existen evidencias muy robustas que permiten emitir esta afirmación, como el aumento de la frecuencia de eventos extremos en forma de inundaciones, sequías, fuertes tormentas, olas de calor estivales, entre otros fenómenos. Pese a estas evidencias, y a que el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático ha concluido en su quinto informe (AR5 IPCC) que: *“la influencia humana en el sistema climático es clara, las emisiones antropogénicas recientes de gases de efecto invernadero (GEI) son las más altas en la historia, y los recientes cambios climáticos han tenido un gran impacto en los sistemas humanos y naturales...”*, aún existen opiniones que descreen de la ocurrencia del cambio climático, no sólo a nivel general, sino incluso de muchos dirigentes mundiales y regionales. A menudo, cuesta distinguir cuánto hay de oportunismo en algunas de estas opiniones, pues están más basadas en creencias que en basamento científico sólido.

Los principales responsables de capturar la energía radiante que emite la Tierra -impidiendo su salida de la atmósfera- son el dióxido de carbono (CO_2), que se origina en la quema de combustibles fósiles y en los cambios de uso de la tierra (principalmente, deforestación), el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4). Estos dos últimos gases son originados en gran parte por la agricultura y la ganadería y si bien se presentan en concentraciones muy inferiores a la del CO_2 en la atmósfera, su poder de atrapar la radiación emitida por la Tierra (ie Poder de Calentamiento Global) equivale, respectivamente, 298 y 25 veces el CO_2 .

Existen diferencias marcadas en la responsabilidad histórica y actual de las emisiones GEI y de sus consecuencias climáticas. Los denominados países desarrollados, en especial la primera economía del mundo Estados Unidos de América, son responsables principales de la mayor parte de las emisiones y, en consecuencia, de los esfuerzos de mitigación. Muchos de estos esfuerzos se han concentrado en el reemplazo de fuentes de energía basada en petróleo y carbón, por energías renovables como la eólica, la solar o la hidroeléctrica, o en el caso del transporte, por vehículos más eficientes en su consumo o también el reemplazo por vehículos impulsados a energía eléctrica o híbridos. Los principales centros urbanos de estos países desalientan el acceso con automóvil, fomentan medios de transporte colectivos movidos por energía eléctrica, y existe una cultura general del reciclado de los residuos, la generación de energía eléctrica en base a biogás, y se construyen edificios climáticamente inteligentes, con muros verdes y terrazas verdes para capturar carbono de la atmósfera.

Salvo excepciones, la Argentina parece estar lejos de estos avances. La situación se repite en muchos países en vías de desarrollo, cuya principal preocupación sigue siendo el combate de la pobreza y el logro de la seguridad alimentaria. En nuestros países, los esfuerzos están más enfocados a las estrategias de adaptación al cambio climá-

tico, para minimizar o evadir los impactos de inundaciones, tormentas, deslizamientos y aludes, que como es de suponer terminan por afectar principalmente a la población más vulnerable.

La Argentina está lejos de ser un emisor poco relevante a escala global, pues considerado por habitante, sus emisiones lo hacen oscilar alrededor del puesto 33 entre todos los países. Según surge de la Tercera Comunicación Nacional de la Argentina, aproximadamente la mitad de las emisiones GEI del país provienen de la generación de energía, y en segundo lugar aparecen las emisiones del sector agropecuario (agricultura y ganadería). En el presente siglo, la quinta parte de las emisiones del país fueron causadas por los cambios del uso de la tierra, o en otras palabras por la deforestación y la desaparición de pastizales, arbustales y pasturas. Estos últimos cambios generan consecuencias negativas inocultables sobre la biodiversidad y los almacenes de carbono, lo cual motiva que a nivel global se observe con preocupación a países como el nuestro, que fomentan el avance de la frontera agropecuaria a expensas de pérdidas de ecosistemas con elevada biodiversidad.

El presente número de Ciencia e Investigación tiene por objetivo generar conciencia sobre la temática del Cambio Climático en nuestro país. Para ello hemos contado con la colaboración de prestigiosos autores que abarcan un abanico amplio de diferentes temas. La Dra. Inés Camilloni, investigadora del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA-CONICET) y de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, describe el estado del conocimiento sobre el cambio climático a partir de la discusión de las certezas y controversias que lo rodean, y el nivel actual de calentamiento del planeta y la situación de Argentina. El Lic. Leónidas Osvaldo Girardín, reconocido especialista en economía ambiental y economía del cambio climático de la Fundación Bariloche, describe aspectos del cambio climático ligados al sector energético argentino.

Un grupo de investigadores del Instituto de Suelos del INTA y CONICET, compuesto por los Dres. Vanina R. N. Cosentino, Alejandro O. Costantini y quien esto escribe, aporta un trabajo sobre las emisiones de óxido nitroso (N_2O) desde suelos agrícolas y las medidas posibles a tomar para mitigarlas o incrementar los sumideros de carbono en los suelos. En el trabajo que le sigue, estos mismos investigadores, a los que se les une la Dra. Romina I. Romaniuk del Instituto de Suelos de INTA, la Ing. Agr. María Gabriela Pérez, los Lic.Cs. Amb. Mercedes Busto y Franco González de la Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía UBA, describen las emisiones generadas por el ganado bajo pastoreo, otra fuente principal de nuestro país, y las estrategias de mitigación que no implican necesariamente emitir menos, sino que pueden ser resultantes de una mayor productividad y, por ende, una menor cantidad de gas emitida por unidad de carne producida.

También del Instituto de Suelos, los Dres. Romaniuk, Costantini, quien escribe, y la Ing. Forestal Ana Lupi, describen las prácticas de forestación-reforestación que poseen un elevado potencial para el secuestro de carbono en el suelo y en la vegetación, y analizan posibles prácticas de gestión de los recursos forestales que puedan aportar a los procesos de mitigación y/o adaptación al cambio climático.

Un querido amigo y colega recientemente fallecido, el Dr. Héctor Ginzo quien se desempeñaba como investigador en el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de nuestro país, analiza el potencial de los bosques nativos para capturar carbono, y describe los aspectos más sobresalientes de las políticas creadas para estimular la conservación, la expansión y el uso de los ecosistemas forestales, tanto nativos como implantados.

Como se suele decir coloquialmente en inglés "last but not least", es decir por último, pero no menos importante, aparece con una contribución el Lic. Girardín, quien ahora describe los mecanismos de reducción y/o limitación de emisiones, como los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), y da su visión de las razones de lo que algunos documentos denominan "cierto desánimo de la Región respecto del MDL".

Para finalizar, deseo destacar que dado la complejidad y extensión temática del Cambio Climático, lo que aparece tratado en la revista no pretende en absoluto dar por terminado el tema. Por otra parte, algunos de los temas son materia opinable y pueden tener otras miradas, también válidas. De cualquier manera, con este número pretendemos llegar con opiniones fundamentadas a un público que quizás no está familiarizado con el tema, pero al que seguramente le preocupa el mismo. Esperamos no defraudar la expectativa de los lectores de la revista, o al menos poder despertar interés y nuevos interrogantes.

ARGENTINA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO.

Palabras clave: cambio climático – impactos – escenarios – adaptación – mitigación.
Key words: climate change – impacts – scenarios – adaptation – mitigation.

En este artículo se describe el estado del conocimiento sobre el cambio climático a partir de la discusión de las certezas y controversias que lo rodean. Se presenta el nivel actual de calentamiento del planeta y la situación de Argentina frente al cambio climático en términos de cambios producidos, impactos y perspectivas futuras. Finalmente, se realizan consideraciones acerca de los desafíos que impone tanto la mitigación como la adaptación al nuevo contexto climático.

This article describes the current state of knowledge on climate change including the discussion of certainties and controversies around it. It also presents the existing level of global warming and the situation of Argentina in terms of observed changes, impacts and future climate scenarios. Finally, some considerations are made in relation to the challenges imposed by both mitigation and adaptation to the new climate conditions.

■ Inés Camilloni

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos
CONICET-Universidad de Buenos Aires, Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera
Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMI-IFAECI/CNRS-CONICET-UBA).

E-mail: ines@cima.fcen.uba.ar

■ 1. CAMBIO CLIMÁTICO, CONSENSOS Y CONTROVERSIAS.

El cambio climático es uno de los problemas ambientales globales más complejos y que mayores desafíos presenta a la sociedad, a la comunidad científica y técnica y a las autoridades políticas. El efecto invernadero, fenómeno natural que permite la vida sobre el planeta tal cual la conocemos, está siendo afectado por las actividades antrópicas que aumentan la concentración en la atmósfera de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases invernadero generando en consecuencia efectos sobre el clima. Los impactos del cambio climático son evidentes en ámbitos como salud de la población, recursos hídricos y biodiversidad, y en distintos sectores como agricultura, generación de energía, infraestructura y transporte, entre otros, que hacen necesario el diseño de estrategias para hacerles frente y mitigar sus efectos negativos.

Es precisamente la evidencia em-

pírica del nivel sin precedentes del impacto de la influencia humana en la Tierra lo que ha llevado a muchos científicos a considerar que el planeta ha entrado en una nueva época geológica denominada Antropoceno (Crutzen, 2002; Crutzen y Stoermer, 2000; Gradstein y otros, 2012). Entre los cambios que caracterizan a esta era se incluyen el mencionado incremento en la concentración de CO₂ a razón de aproximadamente 20 ppm por década, esto es cien veces más rápido que cualquier aumento de CO₂ durante los últimos 800,000 años (Wolff, 2011) y la velocidad del calentamiento medio global que supera ampliamente la tasa de cambio promedio desde mediados del Holoceno (alrededor de 7.000 años AP) (Marcott y otros, 2013).

Las evaluaciones realizadas por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ha demostrado con certeza que el cambio climático está causado por la actividad humana, par-

ticularmente a partir de la quema de combustibles fósiles, y que sus riesgos son importantes y crecientes (IPCC, 2013). La combustión del petróleo, gas natural y carbón intensifica el efecto invernadero y es la principal responsable de los cambios observados en el clima por lo menos desde la segunda mitad del siglo XX.

Según un estudio reciente (Cook y otros, 2016) cuando se considera la opinión de científicos expertos, el nivel de acuerdo acerca de las causas humanas del cambio climático se ubica en el rango entre 90 y 100%. Sin embargo y pese a este consenso prácticamente unánime, el cambio climático y la ciencia en que se sustenta, se han convertido en los últimos años en una cuestión polarizada, politizada y controversial aun cuando existen abrumadoras evidencias de cambios que incluyen entre otros el incremento de la temperatura media del planeta, el ascenso del nivel del mar, la retracción de glaciares y al aumento de fenómenos extremos. Diversos

estudios confirman que las tendencias climáticas observadas son cada vez más preocupantes: la pérdida de hielo del Ártico se produce a una velocidad superior a la pronosticada (Nandan y otros, 2017), la fusión del casquete de hielo en Groenlandia (van den Broeke y otros, 2017) y la Antártida (Shepherd y otros, 2018) se está acelerando, el aumento del nivel del mar se sitúa en la banda superior de las previsiones del IPCC (Nerem y otros 2018), y se han observado cambios en intensidad y frecuencia de eventos extremos como olas de calor, tormentas e inundaciones (Easterling y otros, 2016).

Las controversias que rodean al cambio climático están asociadas a grupos que niegan que el clima esté efectivamente cambiando o a quienes son escépticos con relación a su atribución, esto es que, si bien aceptan las tendencias observadas en el clima, cuestionan la contribución antropogénica comparada con otros factores como la variación natural. Es precisamente esta falsa percepción de una división equilibrada entre ambas posturas uno de los factores que ha entorpecido la implementación de estrategias de adaptación y de las transformaciones necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las posturas escépticas y negacionistas del cambio climático que contradicen el casi unánime consenso de la comunidad científica afectan particularmente a los países del sur global que son quienes mayores peligros afrontan y que, aun siendo los que menor responsabilidad histórica tienen en cuanto a las emisiones de gases de invernadero, disponen de escasos recursos para mitigar o prepararse para los riesgos climáticos.

En 2015, la 21ª Conferencia de las Partes (COP21) la Convención

Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) propuso como objetivo mantener el calentamiento global por debajo de 2° C respecto al período preindustrial, y apeló a realizar esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1.5° C. Este acuerdo internacional conocido como el Acuerdo de París entró en vigor en noviembre de 2016, generando un desafío adicional a la cuestión que implica hacer frente al cambio climático en un momento donde posturas negacionistas y escépticas parecen tomar un nuevo impulso. En particular, el Acuerdo pone de manifiesto la urgencia de una acción global inmediata y efectiva para limitar las emisiones de carbono ya que se estima que si continuamos emitiendo de la misma forma que como hasta ahora, en aproximadamente 20 años se alcanzará una concentración atmosférica de CO₂ de 450 ppm que determinaría el calentamiento de 2° C.

■ 2. DÓNDE ESTAMOS.

La Figura 1 presenta la evolución

temporal de las anomalías anuales de la temperatura media global entre 1880 y 2017. Estas anomalías representan los desvíos respecto de 1881-1900 considerado como referencia del período preindustrial. Desde 1934 las anomalías son positivas indicando valores superiores al promedio desde entonces donde, además, cinco de los años más cálidos registrados ocurrieron desde 2010. Si se estiman las tasas de calentamiento se encuentra una significativa aceleración que va de 0,07° C/década para el período 1880-2017, a 0,17° C/década entre 1960 y 2017 hasta 0,20° C/década para 1990-2017. En particular, la década 2008-2017 registra un incremento de 0.95° C respecto del período preindustrial.

La distribución espacial del calentamiento no es uniforme. La Figura 2 muestra las anomalías de la temperatura media global respecto del período preindustrial. El máximo calentamiento tuvo lugar en las altas latitudes del hemisferio norte con valores superiores a los 2° C mien-

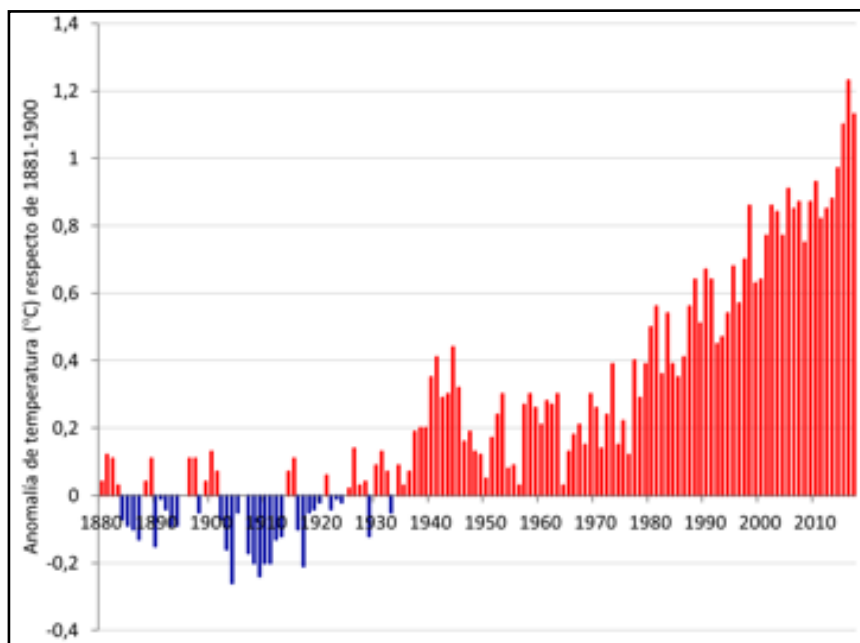


Figura 1. Anomalías anuales de la temperatura media global (°C) respecto del período preindustrial (1881-1900) según la base de datos GISTEMP (<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>).

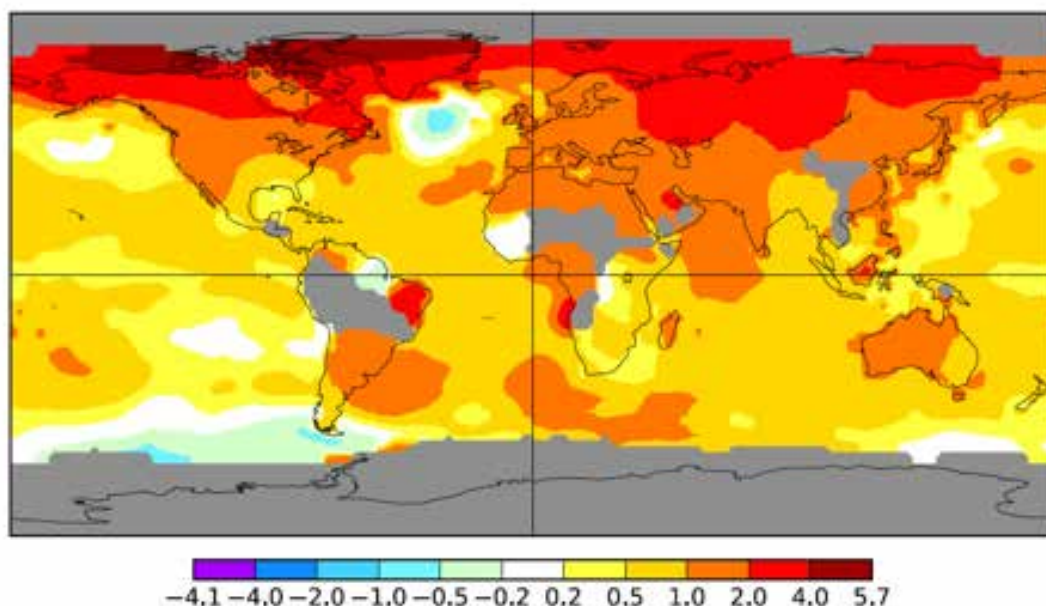


Figura 2. Anomalías de la temperatura media global (°C) de la década 2008-2017 respecto del período preindustrial (1881-1900) según la base de datos GISTEMP (<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>).

tras que extensas regiones continentales se calentaron por encima de 1° C. De la misma forma, los océanos han incrementado su temperatura en forma casi generalizada aunque en menor proporción que las regiones continentales.

■ 3. CAMBIO CLIMÁTICO EN ARGENTINA: OBSERVACIONES, IMPACTOS Y PROYECCIONES.

Los efectos del cambio climático ya están ocurriendo en Argentina, tal como lo indican estudios de orden internacional y nacional. Entre 1960 y 2010, la temperatura aumentó 0,5° C en la región centro-norte del país mientras que las temperaturas mínimas aumentaron aproximadamente 1° C y las temperaturas máximas se redujeron prácticamente en la misma proporción durante ese período de tiempo. En la Patagonia el aumento de temperatura fue mayor que en el resto del país, llegando en algunas zonas a superar 1° C. Las regiones cordilleranas de Patagonia y Cuyo muestran tendencias al calentamiento en las temperaturas medias

causando probablemente el retroceso generalizado de glaciares observado entre 37° S y 55° S. A nivel estacional, se ha encontrado que los veranos tienden a ser más prolongados y los inviernos más moderados. Asimismo, se ha identificado una disminución en la ocurrencia de heladas y un incremento en la frecuencia de olas de calor (TCNCC, 2015).

Con respecto a la precipitación, a partir de la década del '60 aumentaron la lluvia anual y la frecuencia de eventos extremos en regiones como el centro-este del país. Entre las consecuencias de estas tendencias se encuentran la ocurrencia de frecuentes inundaciones y el anegamiento de terrenos bajos. En el centro-este de Argentina, la precipitación anual aumentó entre el 10 y 40% entre 1961 y 2016, con los mayores incrementos en el centro de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos y en Misiones (SMN, 2018). Estas mayores precipitaciones dieron lugar al corrimiento de la frontera agropecuaria incorporando miles de hectáreas a usos agrícolas

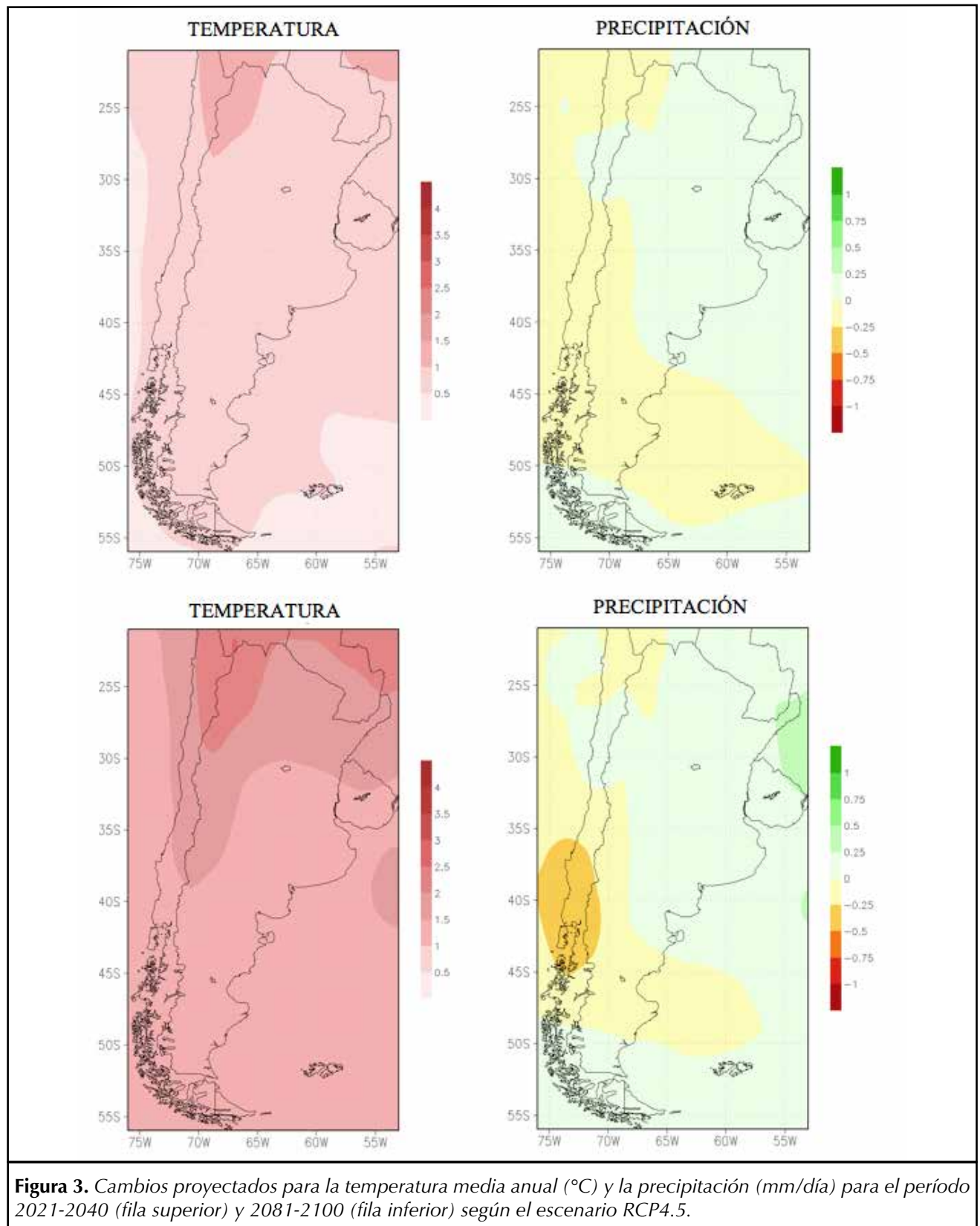
en las provincias de La Pampa, San Luis, Córdoba, Chaco y Santiago del Estero (Barros y Camilloni, 2016). Por el contrario, en las regiones cordilleranas de Cuyo y Comahue, los caudales de los ríos más importantes muestran una tendencia negativa. Por ejemplo, los ríos San Juan, Atuel, Negro, Limay, Neuquén y Colorado muestran una reducción en sus caudales anuales a partir de la década del '80 que en algunos casos alcanza al 30%. Estas tendencias son indicadoras de la disminución de las masas de agua almacenadas en los glaciares de alta montaña y ponen de manifiesto un aumento del riesgo de déficit hídrico en estas regiones (TCNCC, 2015). Acompañando el aumento de la precipitación en el centro-este de Argentina, se produjeron numerosas inundaciones en las riberas de los ríos Paraná y Uruguay y de llanura que afectaron principalmente las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Santa Fe y Córdoba (Barros y Camilloni, 2016).

El clima futuro dependerá de procesos naturales que puedan ocurrir

como por ejemplo, erupciones volcánicas o cambios en la energía emitida por el sol, pero cuya influencia es limitada y de actividades antrópicas

que resulten en emisiones de gases de efecto invernadero y cambios en el uso del suelo. Haciendo uso del conocimiento científico actual-

izado sobre el funcionamiento del sistema climático es posible cuantificar las consecuencias de las acciones humanas mencionadas estiman-



do los cambios que introducirían en el clima. Los modelos climáticos constituyen la herramienta utilizada para realizar estos cálculos y construir lo que se conoce como escenarios o proyecciones climáticas. Por lo tanto, los escenarios describen posibles estados del clima futuro en respuesta a emisiones de gases de efecto invernadero pasadas y suposiciones sobre las futuras.

La Figura 3 muestra las proyecciones de cambio de la temperatura media anual y precipitación para Argentina y regiones aledañas para un horizonte temporal cercano (2021-2040) y para fin de siglo (2081-2100) respecto del período 1986-2005. Estas proyecciones fueron elaboradas considerando las simulaciones provistas por un conjunto de 42 modelos climáticos globales correspondientes a la Fase 5 del Programa de Intercomparación de Modelos Climáticos (CMIP5) para el escenario de emisiones intermedio RCP4.5 que implica una concentración de CO₂ de algo más de 550 ppm para fin de este siglo.

Para el futuro cercano se espera que el calentamiento podrá alcanzar entre 0.5° C y 1° C en la mayor parte del país superando estos valores en el extremo noroeste. Hacia fin del presente siglo, la región pampeana y la Patagonia podrán registrar calentamientos del orden de 1.5° C, el centro-norte del país y Cuyo de aproximadamente 2° C y el Noroeste por encima de los 2.5° C. Con respecto a las proyecciones de cambios en la precipitación, en el futuro cercano habrá un aumento en el centro-este del país de aproximadamente 90 mm/año y una reducción en igual proporción en Cuyo y la mayor parte de la Patagonia. Esta tendencia a menores precipitaciones implica cambios significativos en términos porcentuales que junto con el incremento de la

temperatura podrían conducir a estas regiones a frecuentes condiciones de estrés hídrico. Hacia fin de siglo, los cambios de precipitación serían semejantes con una reducción máxima entre 40° S y 45° S.

■ 4. CONSIDERACIONES FINALES.

Si bien alcanzar los objetivos planteados en el Acuerdo de París entraña dificultades tanto políticas como técnicas, éste implica un grado significativo de cambio climático inevitable aún en el caso más ambicioso de limitar el calentamiento a 1.5° C. En consecuencia, todos los países deben tomar medidas para adaptarse a él como, por ejemplo, recabar mejores datos sobre los riesgos climáticos, crear capacidades de planificación y respuesta, mejorar la gestión de catástrofes y los seguros e invertir en tecnología e infraestructura favorables al clima.

Sin duda, los países del sur global son los que mayores riesgos afrontan frente al cambio climático ya que pese a ser los que menor responsabilidad histórica tienen en cuanto a las emisiones de gases de invernadero, disponen de escasos recursos para mitigar o prepararse para los riesgos climáticos. Estas naciones deben considerar nuevas políticas y estrategias de desarrollo e invertir en capacidades y activos con el fin de superar el desafío que constituye desarrollarse en un clima más adverso, pero con la expectativa de que las inversiones para reducir las emisiones de carbono pueden producir nuevas fuentes de crecimiento y trabajo, aumentar la seguridad energética y mejorar el modelo de desarrollo económico. En consecuencia, las dimensiones sociales, económicas y culturales del cambio climático constituyen un aspecto central en la búsqueda de acciones para actuar sobre sus causas. La mo-

dificación de pautas de producción y consumo así como la integración de infraestructuras, tecnologías, instituciones y normativas aparecen como los principales puntos de la transformación cultural que implica la conversión hacia una economía baja en carbono y que demuestra más allá de los impactos negativos del cambio climático, la alta significación social de su mitigación.

Las medidas y políticas de adaptación al cambio climático deberán tener por objeto atender los cambios ya producidos y los cambios proyectados para el futuro próximo. Sin embargo, para que las estrategias de adaptación a seguir sean realmente efectivas es imprescindible reducir las incertidumbres con respecto a los cambios previstos y ello sólo puede realizarse si se priorizan investigaciones en temas relativos a la ciencia climática con el objeto de evaluar en forma detallada y precisa los cambios observados y las perspectivas futuras y se implementan mejoras en los sistemas de monitoreo y alerta climáticos e hidrológicos.

■ REFERENCIAS.

- Barros, V., Camilloni, I. (2016) La Argentina y el cambio climático, de la física a la política. Eudeba, 286 pp.
- Cook, J., N. Oreskes, P.T., Doran, W.R.L., Anderegg, B., Verheggen, E.W., Maibach, J. S., Carlton, S., Lewandowsky, A.G., et al., (2016): Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environ. Res. Lett.* 11: 048002.
- Crutzen, P. J. (2002) Geology of mankind. *Nature* 415, 23. doi:10.1038/415023a.

- Crutzen, P. J., Stoermer, E. F., (2000): The Anthropocene. *Glob. Chang. Newsl.* 41, 17–18.
- Easterling, D.R., Kunkel, K.E., Wehner, M.F. Sun, L. (2016): Detection and attribution of climate extremes in the observed record. *Weather and Climate Extremes* 11, 17-27.
- GISTEMP Team, 2018: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP). NASA Goddard Institute for Space Studies. Disponible en <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.
- Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M. D., Ogg, G. M., Gradstein, F. M., All, A., (2012): The Geologic Time Scale, eds. F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, and G. M. Ogg Boston, MA, USA: Elsevier BV doi:10.1016/B978-0-444-59425-9.01001-5.
- IPCC, Resumen para responsables de políticas. en: Cambio Climático (2013): Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- Marcott, S. A., Shakun, J. D., Clark, P. U., Mix, A. C. (2013). A reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 years. *Science* 339, 1198–1201.
- Nandan, V., Geldsetzer, T., Yackel, J., Mahmud, M., Scharien, R., Howell, S., King, J., Ricker, R. and Else, B., 2017: Effect of snow salinity on CryoSat-2 Arctic first-year sea ice freeboard measurements. *Geophys. Res. Lett.*, 44, 10,419–10,426.
- Nerem, R.S., Beckley B. D, Fasullo, J. T., Hamlington B. D, Masters, D., Mitchum, G. T. (2018): Climate-change-driven accelerated sea-level rise. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 201717312; DOI: 10.1073/pnas.1717312115.
- Shepherd, A. et al., (2018): Mass balance of the Antarctic ice sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219-222.
- SMN (2018): Tendencias observadas en Argentina 1961-2016. Disponible en <https://www.smn.gob.ar/caracterizacion-estadisticas-de-largo-plazo>
- TCNCC, (2015): Resumen Ejecutivo de la Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/cambioclimatico/comunicacionnacional/tercera>.
- van den Broeke, M., Box, J., Fettweis, X. et al., (2017): *Curr. Clim. Change Rep.* 3: 345. <https://doi.org/10.1007/s40641-017-0084-8>
- Wolff, E. W., (2011): Greenhouse gases in the Earth system: a palaeoclimate perspective. *Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.* 369, 2133–2147.

ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO: DESAFÍOS PARA UN DESARROLLO BAJO EN CARBONO.

Palabras clave: Energía y Cambio Climático; Sustentabilidad, Brecha de Emisiones, Inercia en el Consumo de Energía.
Key words: Energy and Climate Change; Sustainability, Emission Gap, Inertia in Energy Consumption.

El Sector Energético cumple un papel fundamental en la problemática del Cambio Climático. Tanto en el origen del problema como en la función que puede cumplir en las medidas que buscan enfrentarlo. Los determinantes del Consumo Energético son diversos y presentan en sí mismos un comportamiento que puede hacer que las soluciones que se buscan no se consigan tan rápidamente como se esperaba y como sería necesario. No obstante, el mayor potencial de mitigación está en el Sector Energético y es necesario hacer esos esfuerzos para poder conseguir las metas del Acuerdo de París y limitar los aumentos de temperatura por debajo de los 2°C respecto de los niveles previos al comienzo de la Era Industrial.

Leónidas Osvaldo Girardín

Fundación Bariloche. Programa de Medio Ambiente y Desarrollo.
Universidad Nacional de Moreno (UNM). Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología (DCAyT).
CONICET.

E-mail: logirardin@gmail.com

The Energy Sector plays a main role in Climate Change Issue. Both in the origin of the problem and also in the key role that it can play in the actions that seek to address Climate Change. The drivers of Energy Consumption are diverse and present a behavior that can make that the solutions sought are not achieved as quickly as it would be expected and as it would be necessary. However, the greatest potential for mitigation is in the Energy Sector and it is necessary to make these efforts to achieve the goals of the Paris Agreement of limiting temperature increases below 2° C compared to the levels prior to the beginning of the Industrial Era.

EL CONTEXTO DE LA NEGOCIACIÓN INTERNACIONAL Y LA HETEROGENEIDAD

La negociación internacional sobre el cambio climático, se encuentra en un momento de “empantanaamiento”, en tanto ésta no muestra los resultados que se esperaban de ella. Es que, tanto a principios de la década de los ‘90s, en tiempos de la firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)¹; como al término de esa misma década, cuando se firmó el Protocolo de Kioto (PK)²; o a fines de 2015, en oportunidad de la rúbrica del Acuerdo de París (AP)³, se tenían otras expectativas.

Hace ya tiempo que se sabe que aquellos límites a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) fijados para el denominado “Primer Período de Compromiso” del PK (2008-2012), juzgados en su momento como sumamente moderados,⁴ no iban a resultar suficientes para evitar efectos perjudiciales sobre el clima terrestre⁵. Pero además, con posterioridad, se comprobó que tampoco esos modestos compromisos han sido cumplidos cabalmente por algunos de los principales actores involucrados, principalmente Estados Unidos⁶. Esta situación se profundizó después de la reunión de Doha (diciembre de 2012)⁷, cuando se retiraron del “Segundo Período de

Compromiso” del PK (2013-2020), algunos países que se habían comprometido a cumplir metas cuantificadas en el período anterior⁸. Algo similar ocurre con el AP, en términos de los esfuerzos que aún son necesarios para garantizar las metas que se propusieron en el mismo⁹. Los acuerdos son muy trabajosos de urdir y, a la vez, insuficientes para estar tranquilos sobre las consecuencias que probablemente se tendrán que afrontar en el futuro¹⁰.

De esta forma, es casi una certeza que por este camino no se van a cumplir con los objetivos de ninguno de los tres instrumentos rubricados en el marco de la negociación:

ni los de la Convención, ni los del Protocolo, ni los del Acuerdo. Así, se plantea la necesidad de una profundización en los compromisos asumidos, en tanto existe una inercia muy fuerte en la negociación hacia la falta de acciones concretas. Esta situación se explica, principalmente, por los intereses en los cuales se basan las posiciones de los países y también en otros factores de tipo estructural, que tienen que ver con las características específicas que presentan algunos de los principales sectores responsables de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que son la principal causa humana de interferencia sobre el clima. Entre dichos sectores, cumple un papel preponderante el Sector Energético.

En este contexto, en los denominados "Acuerdos de Cancún"¹¹, de hace casi una década, se plantea la necesidad de pensar un "desarrollo con bajas emisiones de carbono" (*low carbon development*), tanto en los párrafos correspondientes a la denominada "Visión Compartida" (*Shared Vision*)¹², como en aquéllos correspondientes a las medidas de Mitigación¹³.

Es importante señalar que, independientemente del éxito o el fracaso que puedan tener las medidas que se tomen respecto de la prevención del cambio climático y de la posibilidad de adaptarse a sus consecuencias esperadas, los resultados de la negociación internacional en este campo, más temprano que tarde, repercutirán en los modos de producción y en las pautas de consumo de las diversas sociedades de los diferentes países; y, en consecuencia, sobre los diversos sectores económicos y actividades con los que se relacionan.¹⁴ Esta influencia se da porque, más allá de que se verifiquen o no los impactos esperados, ya se están tomando algunas medidas

(principalmente por parte de aquellos países que han asumido algún tipo de compromiso cuantitativo de limitación y/o reducción en sus emisiones de GEI en la CMNUCC y el PK) y estas medidas tendrán un impacto distinto según cuales sean los sectores y/o actividades económicas sobre los que incidan. Así, las estrategias, políticas y medidas tendientes a conseguir un desarrollo con bajas emisiones de carbono presentan una serie de desafíos en términos de evaluar la posibilidad real de alcanzar alguno de esos objetivos a corto o a mediano plazo¹⁵.

En este punto, es imprescindible contextualizar la problemática del cambio climático. Es habitual escuchar una versión o relato pretendidamente ingenuo (o "naif") de los problemas relacionados con el medio ambiente a escala global (principalmente aquellos referidos al cambio climático), en el sentido de que se trata de problemas que "afectan a toda la humanidad por igual" o que son cuestiones relacionadas con cosas que "nos van a pasar a todos" y, por ende, cuestiones comunes a todos los habitantes del planeta. Y, si bien en parte, efectivamente es así; no pueden soslayarse ciertas consideraciones que es necesario plantear.¹⁶

En primer lugar, el tema del cambio climático es un problema global, porque es verdad que va a afectar al planeta en su conjunto. Es más, tal vez sea (hoy en día) el problema ambiental de carácter mundial de mayor magnitud, fundamentalmente desde fines de la década de los años '80 a esta parte¹⁷. A partir principalmente de esa época comenzaron a tomar mayor relevancia una serie de evidencias empíricas que demostraron que efectivamente algo estaba pasando con el clima, y que esas transformaciones iban más allá de los cambios naturales que se dieron

a lo largo de la historia del planeta, y que; a la vez, estaban relacionados fuertemente con las actividades humanas¹⁸.

Desde cierto punto de vista es innegable que el problema es planetario, ya que todos los habitantes del planeta, de alguna forma, vamos a sufrir en mayor o menor magnitud las consecuencias y, en ese sentido, todos tenemos algún grado de responsabilidad de tomar medidas para evitar que se produzcan estos cambios e interferencias, sobre el clima, que se originan en actividades humanas. No obstante, también es estrictamente verdadero que estas consecuencias que se esperan no van a impactar de la misma manera a todos los habitantes de las distintas regiones del mundo y que tampoco las responsabilidades de haber llegado a esta situación, son las mismas para todos los actores¹⁹.

De esta situación se desprende el primer concepto que es fundamental destacar, que cruza transversalmente a toda esta temática, y que es la cuestión de la *heterogeneidad*. Heterogeneidad que se presenta no sólo desde el punto de vista geográfico (relacionado con *cuáles* regiones se espera que sean las que van a sufrir en mayor medida estos impactos), sino también desde el punto de vista social (*cuáles* grupos sociales se van a ver más afectados) y económico (sobre *cuáles* actividades van a incidir); ya que no necesariamente los impactos que se esperan son equivalentes en todos los casos (estemos hablando de regiones, países, actividades económicas o grupos sociales vinculados a todos estos elementos), ni tampoco se esperan los mismos efectos en todos lados. Un ejemplo concreto de esta heterogeneidad en los impactos esperados, es el propio caso de Argentina.²⁰

Argentina es un país muy extenso

que tiene una serie de climas diversos en su territorio y por ende distintas especializaciones regionales en términos de actividades económicas y diferentes grupos sociales asociados a ellas. Esta situación implica una alta heterogeneidad, tanto desde el lado de las potenciales amenazas y riesgos en términos de impactos climáticos esperados en cada región, como así también en términos de la afectación potencial a esas actividades económicas. En lo concerniente a algunos de los efectos observados en los últimos años, que pueden atribuirse al cambio climático, en un país como Argentina, se puede mencionar como ejemplo el tema de los cambios observados en las precipitaciones. Respecto de este punto, se evidencian dos fenómenos muy distintos, de acuerdo a qué región del país se tome. Por un lado, se observa un incremento de las precipitaciones en las llanuras pampeana y chaqueña que se viene dando en los últimos 70 u 80 años, y, por otra parte, una exacerbación de situaciones de stress hídrico y un cierto déficit de precipitaciones en la zona de Cuyo y Comahue. Es decir, dentro de un mismo país se dan dos fenómenos totalmente distintos, lo que nos marca que geográficamente el impacto del cambio climático será muy heterogéneo²¹.

Desde el punto de vista social, también los impactos serán muy heterogéneos. Y en este aspecto aparece en toda su importancia el concepto de *vulnerabilidad* (que también resulta fundamental en el análisis) ya que cruza transversalmente todos los elementos relacionados con este tema. La vulnerabilidad definida en el sentido de cómo están preparados los distintos grupos sociales y los distintos ecosistemas para hacer frente a esos cambios que se salen de la media. Cambios que, por su magnitud o por su frecuencia, no representan lo que se esperaba esta-

dísticamente que sucediera en comparación con lo ocurrido en años anteriores²².

El concepto de vulnerabilidad tiene dos componentes fundamentales: por un lado, la magnitud del impacto y, por otra parte, la capacidad de reacción de esa comunidad o ecosistema para hacer frente a ese impacto. No será igual la vulnerabilidad que tendrá ante el cambio climático una población empobrecida, con acceso deficitario a condiciones de salud o de infraestructura mínima, que la que tendrá otro grupo social con mejores condiciones para hacerle frente. En estos aspectos ligados con la vulnerabilidad, como se puede observar, también van a existir diversos grados de heterogeneidad entre distintos sectores que, por sus características y capacidad de respuesta, resulten más o menos vulnerables a los diferentes impactos que puedan esperarse²³.

En el caso del grado de responsabilidad de los distintos países y regiones de haber llegado a la situación actual, también la heterogeneidad es muy fuerte y cumple un papel fundamental en la discusión sobre esta problemática. No obstante, no siempre se resalta de forma clara. Si bien, en lo que concierne al tema del cambio climático, en general suele hacerse referencia principalmente a las cuestiones relacionadas con las emisiones de GEI, en realidad se trata de un proceso claramente acumulativo, en el cual, lo importante no son solamente las actuales emisiones de GEI, sino principalmente las concentraciones atmosféricas de estos gases. Estas concentraciones atmosféricas dependen fundamentalmente de dos cosas: de las emisiones pasadas y del grado de permanencia en la atmósfera que tengan cada uno de estos gases (que no necesariamente es el mismo en todos)²⁴.

En este sentido, es importante destacar que el dióxido de carbono (CO₂) es el principal gas de efecto invernadero en cuyas emisiones las actividades humanas tienen una responsabilidad importante. A la vez, la principal fuente de emisión de este gas es la quema masiva de combustibles fósiles. Teniendo en cuenta estas consideraciones y el hecho de que el tiempo de permanencia en la atmósfera del dióxido de carbono es muy prolongado (pudiendo permanecer en la misma alrededor de 50 a 200 años)²⁵, es más fácil entender por qué hay un gran consenso por parte de los expertos, apoyado en la evidencia empírica, que pone a la Revolución Industrial como punto de partida del fenómeno del cambio climático originado en actividades humanas²⁶. Con la Revolución Industrial, la especie humana empieza a quemar masivamente combustibles fósiles. En este punto, la responsabilidad de haber llegado a la situación actual de saturación en la capacidad atmosférica de absorber estos gases sin interferir los equilibrios que históricamente se daban de forma natural en el clima terrestre, es claramente diferente entre aquellos países que accedieron primero en forma masiva a la quema de combustibles fósiles: primero la leña, posteriormente el carbón y finalmente el petróleo, sus derivados y el gas natural. En este grupo de países que accedieron antes que otros a estos estilos de producción, encontramos a los Estados Unidos, los países de Europa Occidental, de Europa del Este, Japón y otros países desarrollados del Asia Pacífico (Australia, Nueva Zelanda). Su responsabilidad de haber llegado a la situación actual es claramente mayor que la que tienen los países que accedieron posteriormente al proceso de la revolución industrial y al modelo de crecimiento basado en energía disponible en grandes cantidades y a bajos precios²⁷.

¿Por qué es importante el tema de la responsabilidad en la negociación internacional? Porque la quema de combustibles fósiles es un factor fundamental (aunque no el único), en la emisión de GEI y esta situación hay que analizarla teniendo en cuenta que están aumentando las oportunidades de satisfacer necesidades de desarrollo en los países denominados “emergentes”. Esto es, países con grandes porciones de su población con niveles de calidad de vida que aún son muy bajos y que, seguramente en el futuro, van a incorporar estándares de confort y de calidad de vida superiores. Este proceso traerá aparejado necesariamente que estos países emitan mucho más que ahora, aunque tengan pautas de consumo y producción más eficientes que las que utilizaron para su desarrollo los países que hoy son desarrollados²⁸. Y eso en la negociación internacional sobre cambio climático es importante, porque el resultado final no es el mismo cuando se habla en términos relativos que cuando se lo hace en términos absolutos: cuando se habla de toneladas totales emitidas o cuando se habla de toneladas emitidas per cápita. No se puede desconocer que países como China e India tienen un peso fundamental en términos absolutos, porque representan más de un tercio de la población mundial. Pero, por otro lado, también es lícito preguntarse por qué un habitante de China o de India no tiene el mismo derecho a usar esa porción capacidad de procesar GEI de la atmósfera de la cual hacen e hicieron uso los habitantes de los países más desarrollados²⁹.

■ EQUIDAD Y EFICIENCIA. LAS GENERACIONES FUTURAS Y LAS ACTUALES

El otro tema importante a abordar, en el análisis de aspectos tanto socioeconómicos como políticos

vinculados con el cambio climático, es el de la toma de decisiones a pesar de la incertidumbre prevaleciente. ¿Por qué? Porque la consecuencia última de este fenómeno puede tener un impacto de tal magnitud (algunos escenarios plantean situaciones catastróficas)³⁰, que sea muy difícil de medir en términos económicos. Entonces, lo más racional sería actuar sobre las causas que se conocen hoy tratando de evitar que se den ciertos efectos en el futuro. Esto está reconocido en la propia CMNUCC en la que se plantea el “principio precautorio”³¹. Pero resulta que esta lógica es absolutamente contraria a la lógica económica. La lógica económica dice que el ser humano tiene una preferencia a consumir hoy, más allá de que efectivamente algo puede suceder en el futuro. Y traduce esa “preferencia temporal por el consumo actual” en la utilización de una “tasa de descuento”. O sea, que a todo lo que uno consuma (o sufra) en el futuro, se le aplica una tasa de descuento que, en definitiva hace que todo lo que pase dentro de 30 o 40 años valga mucho menos que lo que suceda hoy³².

Obviamente, si se toman decisiones a partir de aplicar esos criterios económicos, la utilización de una tasa de descuento (por ejemplo de 10% o de 12%) puede llevar a considerar que cualquier potencial catástrofe que pueda ocurrir dentro de 100 años, no es un problema que merezca ser resuelto a través de una inversión que signifique dedicar hoy una gran cantidad de recursos financieros. Así, lo que plantea la aplicación de este Análisis Costo-Beneficio tradicional, desde el punto de vista económico, es que nunca va a parecer un buen momento para aplicar acciones preventivas y, lo peor, es que este comportamiento no genera ningún problema teórico para la toma de decisiones dentro de ese enfoque³³.

Entonces, ésta es una de las cuestiones por las cuales los que toman decisiones tienen problemas cuando hablan de temas a muy largo plazo. ¿Por qué? Porque en el proceso de toma de decisiones se pueden cometer dos errores típicos: (a) no se hacen inversiones hoy para algo que podría llegar a ser una catástrofe en el futuro; o (b) se toma la decisión de hacer un esfuerzo económico hoy para algo que mañana quizá no pase. De estos dos errores, los decisores políticos tienen fuertes presiones para caer en el primero de ellos. Así, salvo casos excepcionales, se trata de minimizar el gasto hoy, no hacer sacrificios y no hacer recaer el costo de la prevención en quienes los votan hoy. Mañana, será otro día y si la situación explota, se hará cargo otro. Para evitar este tipo de comportamientos y propender a una acción proactiva en favor de la prevención, hay que llevar a cabo un esfuerzo importante para crear conciencia, no sólo en los tomadores de decisiones sino fundamentalmente en la sociedad, para que esta última sea la que presione a los tomadores de decisiones y encargados de formular políticas. Los formuladores de políticas se ven obligados a tomar estas decisiones en un contexto de fuerte incertidumbre, por lo que muchas veces no dependen exclusivamente del conocimiento científico sino, fundamentalmente, de la voluntad política de los tomadores de decisiones y de su percepción de los reclamos de la sociedad³⁴.

Otro tema que también es importante para contextualizar, es que las medidas de mitigación³⁵ (sobre todo en países donde los medios económicos y/o financieros no sobran), podrían significar un sacrificio muy costoso en términos de recursos a la hora de la toma de decisiones. Y si bien, en términos de compromisos asumidos y de responsabilidad, el país está obligado a llevar a cabo

medidas de mitigación, también es cierto que la escala temporal en la cual ciertas medidas deben ser tomadas es muy distinta. ¿Por qué? Porque en torno a la adaptación, se ve que en muchos casos los impactos atribuibles al cambio climático y/o la variabilidad climática ya se están dando y son observables (como en el caso de los fenómenos del Niño y de la Niña, por ejemplo, en los que estos efectos han sido muy significativos)³⁶. No obstante, las medidas tomadas para reducir y/o limitar emisiones de GEI pueden llegar a tener efectos observables, medibles y verificables sólo a lo largo de un período de tiempo relativamente largo³⁷.

La medidas de adaptación al cambio climático o a la variabilidad climática, en general, tienen que aplicarse de forma inmediata (muchas veces en respuesta a la emergencia), de modo que sus períodos relevantes resultan mucho más cortos que los períodos en los cuales comienzan a tener efectividad las políticas de mitigación (que en general dependen del grado de permanencia en la atmósfera y del impacto sobre el cambio climático del GEI sobre el que se actúa). Esto significa que, en este último caso, quizás una medida de mitigación que se toma hoy, repercuta dentro de varias decenas de años. Pero, también es importante destacar que esa medida en algún momento hay que tomarla, para evitar la acumulación de efectos³⁸.

Así, a veces, las decisiones pueden dar como resultado acciones sinérgicas entre adaptación y mitigación; y, a veces, contrapuestas. Ante esta disyuntiva, se abrirá otra instancia en la que se deberán priorizar métodos y objetivos.

Volviendo al tema de la responsabilidad por haber llegado a la si-

tuación actual, es muy común leer o escuchar que lo que más conviene es reducir una tonelada de CO₂ allí donde sea más barato reducirla³⁹. Pero este criterio de “eficiencia global”, aplicado a nivel mundial, no necesariamente es cierto ya que la distribución del ingreso generalmente tiene alguna influencia sobre el valor de los bienes. Y en término de bienes ambientales pasa lo mismo: la tierra en África o Sudamérica no tiene por qué ser de menor calidad ni menos apta para usos agrícolas que en Estados Unidos, pero seguramente valga menos⁴⁰. Es por eso que cuando se habla de “eficiencia global” quizá de lo que en realidad se está hablando es que los bienes en los lugares donde viven los pobres valen menos. Entonces es más barato reducir un impacto sobre los pobres que sobre los ricos. Este punto no es menor, en tanto la búsqueda de una supuesta “eficiencia global” es un argumento generalmente sostenido por los representantes de los países más desarrollados en las reuniones de la negociación internacional sobre cambio climático⁴¹.

La cuestión de la equidad está apuntada a la negociación que plantean los países menos desarrollados y fundamentalmente a los más habitados, como China e India. Si cada chino tuviera el nivel de consumo energético que tiene cada estadounidense sin dudas sería una presión muy grande para todo el sistema, pero, ¿por qué no puede aspirar a tenerlo? En todo caso hay que llegar a cierta regla de “contracción y convergencia” que implique que los que están dilapidando recursos consuman menos y los que aún no han alcanzado niveles de vida apropiados para las condiciones de justicia y dignidad de cada época, puedan aumentar su consumo⁴².

Argentina emite alrededor de 0.7% del total mundial de emisio-

nes⁴³. Es decir, si bien Argentina está dentro del grupo de los 30 principales emisores a nivel planetario, esto no la convierte en un actor decisivo en el proceso de prevención de los efectos nocivos del cambio climático, por más que cumpla estrictamente con los compromisos que asuma. Sin embargo, eso no significa que las actividades económicas y los ecosistemas de Argentina no sufran las consecuencias de la variabilidad climática y de lo que hasta ahora se evidencian como cambios permanentes en el clima. Entonces habrá que determinar cuáles son las prioridades que, en términos de territorio involucrado, sistemas (naturales o sociales) impactados o personas potencialmente afectadas. No sería de extrañas que el análisis de todas estas variables nos dé como resultado que el mayor costo de no actuar para un país como Argentina esté más ligado a la no acción en las políticas de adaptación que al mismo comportamiento en las políticas de mitigación⁴⁴.

Un tema de crucial relevancia es el que está relacionado con la valorización económica de los potenciales impactos y medidas. Es que generalmente el tomador de decisiones lo primero que pregunta es cuánto tendrá que invertir. Entonces, para tomar decisiones muchas veces, previamente, hay que hacer valorizaciones económicas. Hay métodos que se basan en el concepto de “disponibilidad a pagar” (cuánto está dispuesta a pagar la gente para que se haga o no se haga tal o cual cosa). Y este concepto está muy influido por el nivel de ingreso, ya que lo que se espera es que nadie pueda manifestar una disposición a pagar que vaya más allá de su nivel de ingreso⁴⁵. Si se aplicara este criterio para decidir si va a tomarse o no una decisión, van a influir mucho más las decisiones de aquéllos que accedan a niveles de ingreso más altos

porque, estos últimos, están dispuestos a pagar mucho más que quienes sólo pueden alcanzar niveles de ingreso más bajos. Entonces hay que tener cuidado ya que a veces, intentar valorizar económicamente los impactos sobre el medio ambiente, no necesariamente significa que se estén haciendo bien las cosas. Pero, efectivamente, hay que tener algún indicador que influya en la toma de decisiones sobre si algo conviene o no conviene hacerse⁴⁶.

Desde el punto de vista comunicacional, hay otra cuestión que tiene que ver con cierta “naturalización” del cambio climático, en el sentido de que los impactos del cambio climático aparecen como algo natural; una situación ante la que no se puede hacer nada. No obstante, en verdad hay muchas estrategias, políticas, acciones y medidas que podrían tomarse para amortiguar los impactos de un fenómeno climático extremo. Si bien no se pueden impedir que estos fenómenos climáticos extremos ocurran, lo que sí se puede hacer es minimizar las pérdidas de vidas y recursos, aplicando estrategias de prevención⁴⁷. Generalmente, las cuestiones relacionadas con el Cambio Climático aparecen en la prensa cuando hay una catástrofe con numerosas víctimas y pérdidas económicas, o cuando se acerca alguna reunión que se espera tenga cierta relevancia, para desaparecer de la agenda informativa el resto del tiempo. Esta combinación de “amarillismo informativo” y “naturalización de las consecuencias”, que parte de la premisa que el cambio climático es un fenómeno natural e inevitable, lleva a la resignación sobre cómo enfrentarlo y desemboca en un discurso mediante el cual se llega a la inacción⁴⁸.

En este sentido, hay bastante para decir en favor de tener una visión más “sociológica” de estos

fenómenos tomados, generalmente como “naturales”. Muchas veces, los efectos causados por los eventos extremos originados en la variabilidad o el cambio climático se montan sobre un sistema de desigualdades, de inequidades o de problemas que son preexistentes. En otras oportunidades, las acciones humanas exacerban problemáticas que después se vuelven inmanejables ante eventos climáticos extremos⁴⁹. Un ejemplo es la inundación de Santa Fe ocurrida en el año 2003⁵⁰. ¿Eso es culpa del clima? La respuesta, claramente es: No. Las inundaciones del año 2003 en Santa Fe presentan causas tanto naturales como antrópicas. El origen estuvo en precipitaciones intensas, sobre una cuenca saturada (entre otras cosas por un inadecuado uso del suelo), por ausencia de medidas de prevención y ante la falta de finalización de las obras de infraestructura necesarias⁵¹. Pero muchas veces la combinación de la información inadecuada, el “catastrofismo” y la “naturalización” de los problemas lleva a la inacción y a pensar que no se puede hacer nada.

Generalmente se dice que los más vulnerables al cambio climático son los más pobres. Y es cierto, pero porque los más pobres sufren lo que se suele denominar “múltiple exposición”: no sólo son los más vulnerables a los eventos extremos de la variabilidad y el cambio climático, sino también a las consecuencias de los procesos económicos globales, a la falta de acceso a energía, alimentos y saneamiento, a las enfermedades y epidemias y en líneas generales, a casi todos los cambios bruscos o inesperados a los que tengan que hacer frente⁵². El cambio climático seguramente vaya a expandir las asimetrías entre quienes estén mejor preparados para hacer frente, de alguna forma, a los impactos esperados, y quienes no puedan hacerlo. Entonces, ¿no será que una política

integrada de desarrollo sea una medida de adaptación al cambio climático? Seguramente sí. Una sociedad más informada, con mejores condiciones de salud, mejor alimentada, con mejor acceso a infraestructura y a diversos sistemas de contención seguramente esté en mejores condiciones de hacerle frente a cualquier fenómeno que exceda a la media⁵³.

En relación con este tema, en muchas oportunidades se plantea que las migraciones (internas y externas) están ligadas al cambio climático⁵⁴. No obstante, en la mayor parte de los casos, la causa principal de dichas migraciones no hay que buscarla tanto en el efecto del cambio o la variabilidad climática, sino en las condiciones de pobreza. Sí, puede ser que el cambio o la variabilidad climática generen la migración de algunas comunidades específicas que están asociadas a ciertas prácticas culturales. Pero en general si hay que migrar porque cambió el clima hay que analizar las condiciones de pobreza tales que evidencien la ausencia de una actividad alternativa que permita la supervivencia. Éste es otro caso entre los cuales la naturalización de cuestiones climáticas esconde otras cuestiones relacionadas con lo social, lo económico, lo tecnológico y lo político⁵⁵. Donde si es clave el tema del cambio climático en las migraciones es en el caso del potencial ascenso en el nivel medio del mar⁵⁶.

En el caso de un país productor y exportador de alimentos como Argentina la cuestión de seguridad alimentaria puesta en riesgo por el cambio o la variabilidad climática no tendría razones para convertirse en un tema crítico⁵⁷, pero en otras regiones (Medio Oriente, América Central y en algunos otros países de América Latina) es un tema que puede volverse más y más importante⁵⁸.

■ ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Hablando de la relación entre el Sector Energético y el Cambio Climático y partiendo de datos energéticos duros, el consumo comercial de energía por región sigue siendo mayor en los países desarrollados que en los países en vías de desarrollo, más allá de las tendencias que se esperan a futuro⁵⁹. Lo que se muestra en el Gráfico N°1 es en realidad el correlato que la situación descrita anteriormente tiene sobre las emisiones de GEI, particularmente en este caso sobre las de CO₂.

Este gráfico muestra que si bien los países en vías de desarrollo han incrementado su participación en el total de emisiones mundiales de CO₂ (en este caso en los sectores Energía y Procesos Industriales), no necesariamente lo han hecho en la misma proporción que China; India y algunos países del sudeste asiático. Claramente se observa que América Latina, por ejemplo, ha mantenido prácticamente la misma proporción. En el caso de África, el comportamiento que muestra el gráfico repre-

senta mayoritariamente a los países petroleros del norte del continente y a Sudáfrica, que es el más desarrollado de todos ellos, a la vez que un gran productor de carbón⁶⁰.

En términos de emisiones de CO₂, los países desarrollados que forman parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE/OCDE)⁶¹ que reúne a la mayor parte de los países de Europa Oriental y Occidental⁶² del Asia Pacífico, Estados Unidos, Canadá y los nuevos miembros de la entidad (México, Chile y Corea del Sur), sumados a la Federación Rusa, Ucrania y otras naciones de la ex URSS y Europa del Este (excepto las que hoy están incluidas dentro de la OECD), concentraron hasta 2005 más de la mitad de las emisiones de CO₂ originadas en el Sector Energético y en Procesos Industriales. Esta participación ha ido reduciéndose en el tiempo del 81% del total mundial en 1970; a 71.3% en 1990; 62% en 2000; 55% en 2005; 47% en 2010 y 42% en 2015. En el momento de la firma del PK, la participación de este grupo de naciones sobre el total mundial de

emisiones de CO₂ en estos sectores mencionados, ascendía a 63%⁶³.

La caída en la participación de las emisiones del “mundo desarrollado” sobre el total mundial de las mismas, fue compensado con un aumento notable en la participación de China en ese total, que pasó de representar algo menos del 6% del total en 1970 a algo más del 10% en 1990; 14% en 2000; 20.7% en 2005; 26.7% en 2010 y casi el 30% del total mundial en 2015. Según esta fuente, la participación conjunta de China más India y el resto del Sudeste Asiático en 2015 (en torno al 42% del total) igualaba a la del conjunto de las naciones “desarrolladas”.

No obstante, para el resto de las regiones, la evolución de sus emisiones fue mucho menos “explosiva”. Así, para el resto de Europa que no integra la OECD (fundamentalmente algunos países de la ex Yugoslavia, Moldavia, Albania.), la participación dentro del total mundial de emisiones, entre 1970 y 2015, osciló en torno al 0.3% mundial, con un pico del 0.5% en 1990.

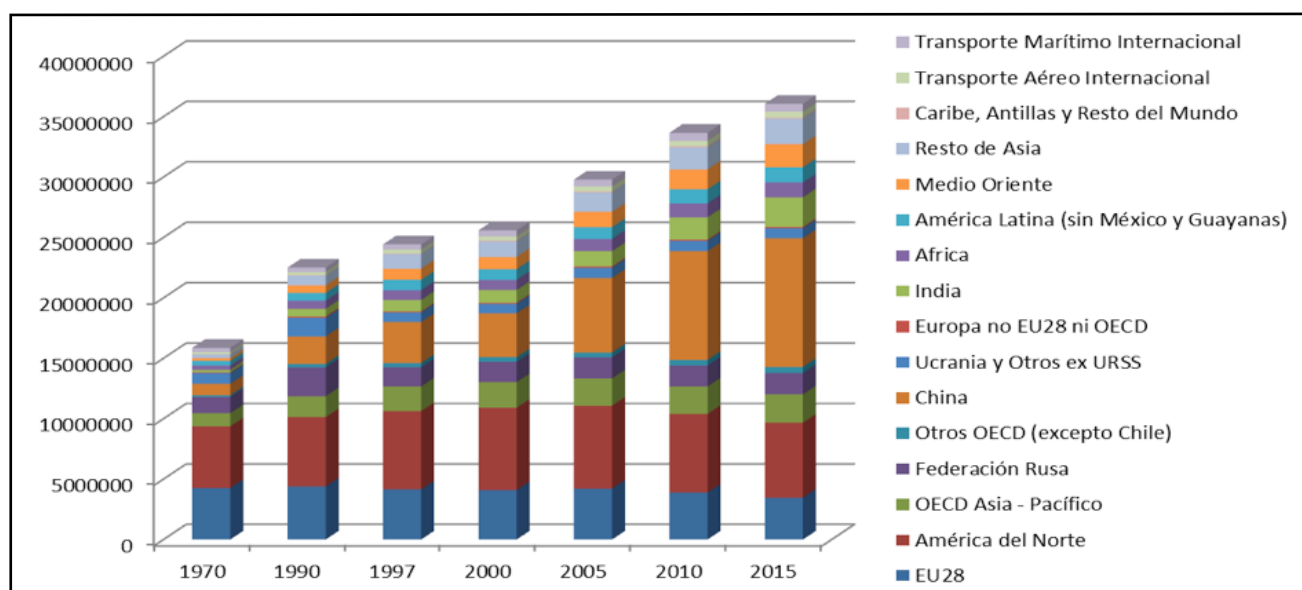


Figura 1. Participación de las emisiones de CO₂ correspondientes a la Quema de Combustibles Fósiles y a Procesos Industriales. Gg de CO₂/año. Fuente: Elaboración propia basado en OLIVIER et al. (2016).

En el caso de Medio Oriente se observa un crecimiento importante en su participación dentro del total de emisiones (explicado principalmente por el aumento en la producción de petróleo), pasando de un 1.45% en 1970 a superar el 5% del total en 2015.

África muestra un comportamiento bastante estable de la participación de sus emisiones a lo largo de toda la serie, pasando de representar un 2.27% del total mundial, en 1970, a estabilizarse alrededor del 3.45% en los últimos 15 años.

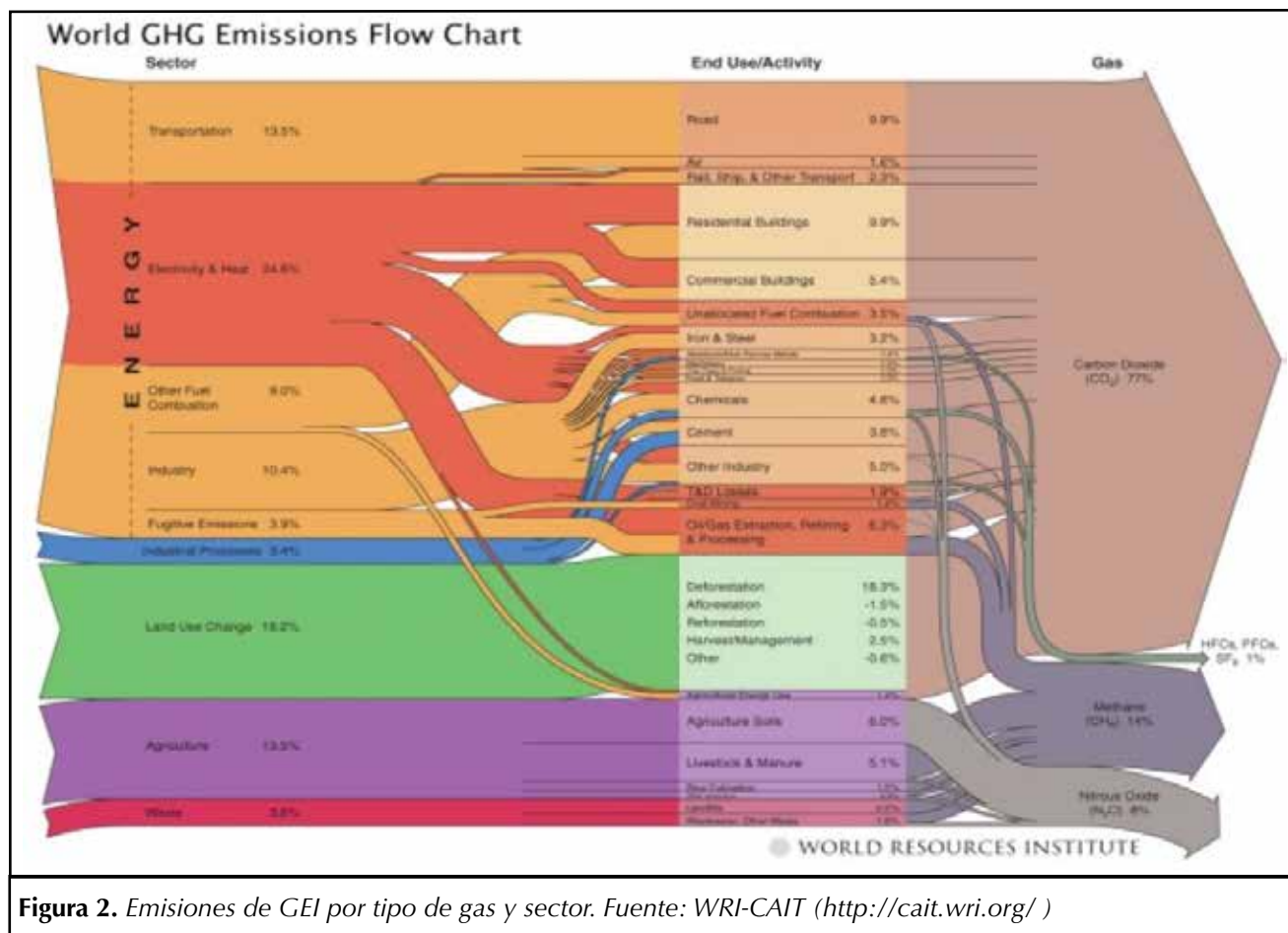
La participación de las emisiones de América Latina (excluyendo México, las Guayanas y algunas islas de menor tamaño de El Caribe) en el total mundial también muestran una tendencia estable. En 1970 representaban el 2.4% del total

mundial (algo más del 3% si se suma México) y, desde hace 20 años, esta proporción se estabilizó alrededor del 3.5% mundial (poco menos del 5% del total si se incluye a México).

El resto de las regiones no contempladas en esta clasificación (Guayanas, otras pequeñas islas de El Caribe, Polinesia, Micronesia y otras islas menores de los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico) presenta una participación que, a lo largo de todo el período analizado, apenas sobrepasa el 0.2% del total mundial; mucho menos que la participación conjunta de las emisiones del Transporte Aéreo Internacional y el Transporte Marítimo Internacional, que en el mismo período representa alrededor del 3.2% a 3.3% mundial, excepto en 1990, año en el que su participación fue sólo del 2.8%.

Este gráfico representa un flujo-grama de las emisiones globales de GEI debidas a causas antrópicas.

Surge del mismo que el principal GEI es el dióxido de carbono, CO_2 (77% del total de emisiones) cuya mayor fuente de emisión es el Sector Energético, principalmente la Quema de Combustibles Fósiles (57.5% del total global), en las llamadas Industrias de la Energía, fundamentalmente Generación de Electricidad y Refinerías, (24.6% del total) en el Transporte (13.5%), en los usos energéticos del Sector Industrial y de la Construcción (10.4%) y el consumo energético en edificios Comerciales, Públicos, Residenciales y otros sectores como Pesca, Agricultura, etc. (9.0%). Otra importante fuente de emisiones de CO_2 es el sector de Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y



Silvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés) que representa un 18.2% del total global de emisiones de GEI.

El segundo GEI en orden de importancia es el metano, CH_4 , que representa el 14% y está originado principalmente en la actividad Agrícola (Fermentación Entérica del Ganado, Manejo de Estiércol, Arrozales), en el sector de Manejo de Residuos (tanto en la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, fundamentalmente en Rellenos Sanitarios, como en las Aguas Residuales Domiciliarias e Industriales) y en menor medida, tanto bajo la forma de Emisiones Fugitivas en la Producción de Combustibles Fósiles (Petróleo, Gas Natural, Carbón), como en emisiones ligadas con los Procesos Industriales (fundamentalmente en el Sector Petroquímica).

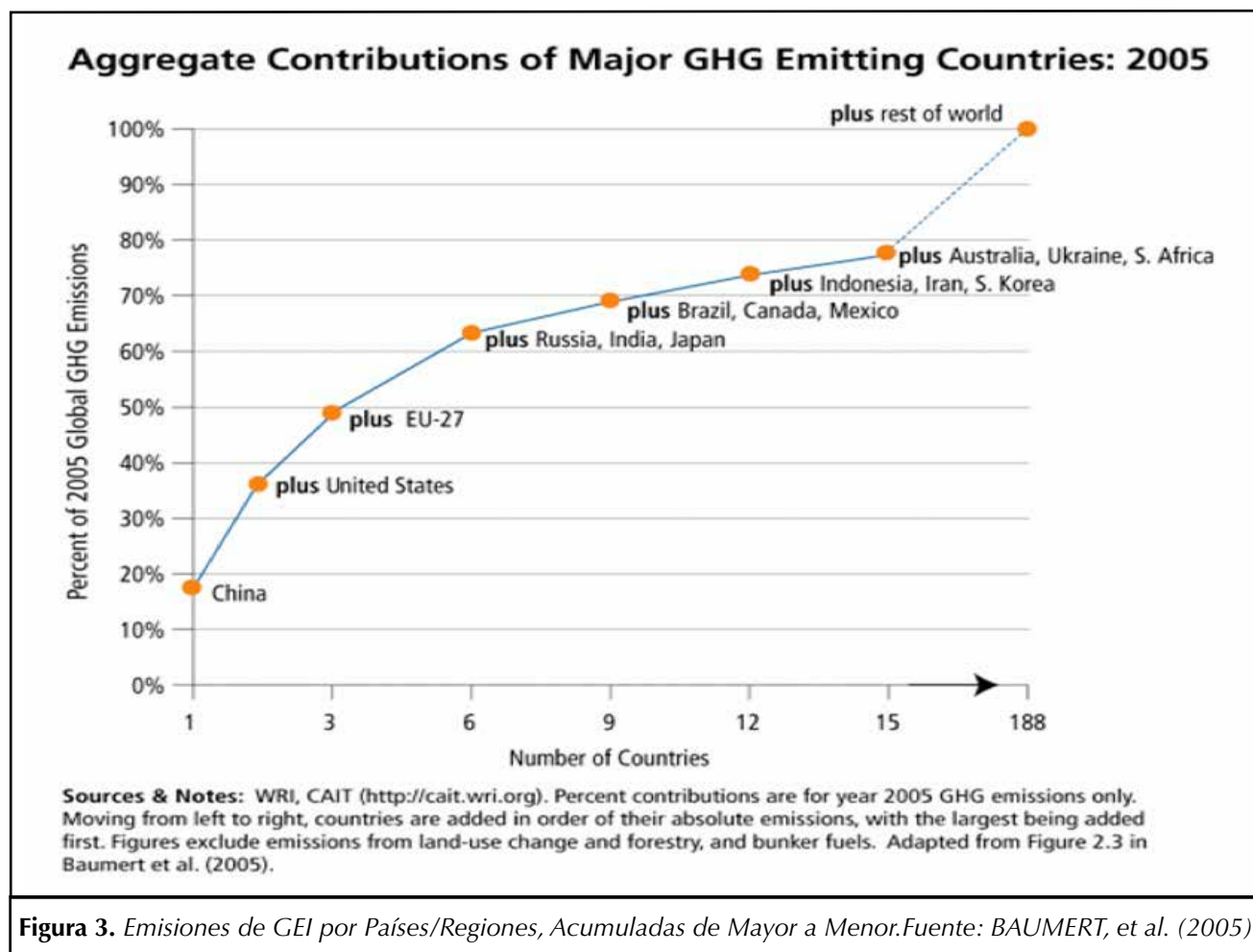
En tercer lugar de importancia (8% del total global) aparecen las emisiones de óxido nitroso, N_2O , que está ligado al Uso de Suelos Agrícolas, Aplicación de Fertilizantes y Manejo de Estiércol y en menor medida en los sectores Energía, Manejo de Residuos y Procesos Industriales.

La Figura 3 hace foco en las emisiones de GEI partiendo en la actividad que las genera, pero sin hacer distinción por países y/o regiones. Pero cuando el análisis se centra en las emisiones de GEI de los países, tenemos que alrededor del 20% de las naciones del mundo emite cerca del 80% de los GEI originados en actividades humanas. En términos de la identificación de los actores, el Gráfico N°3 identifica claramente cuáles son los países responsables de ese 80% de emisiones, en la ac-

tualidad. Estos países tienen un peso específico importante y seguramente ameritaría comenzar por ellos la discusión de un acuerdo climático efectivo y duradero.

No obstante, la responsabilidad sobre las emisiones actuales, no necesariamente coincide con la "responsabilidad histórica" respecto de las emisiones pasadas y, consecuentemente, respecto de las concentraciones atmosféricas actuales de GEI, que se vienen acumulando desde la "revolución industrial". El Gráfico N°4 ilustra un poco mejor esta situación descrita anteriormente.

Como se puede observar, al principio de la serie, las principales emisiones corresponden a Europa Occidental (hasta comienzos del siglo XX, con una participación muy importante del Reino Unido), poste-



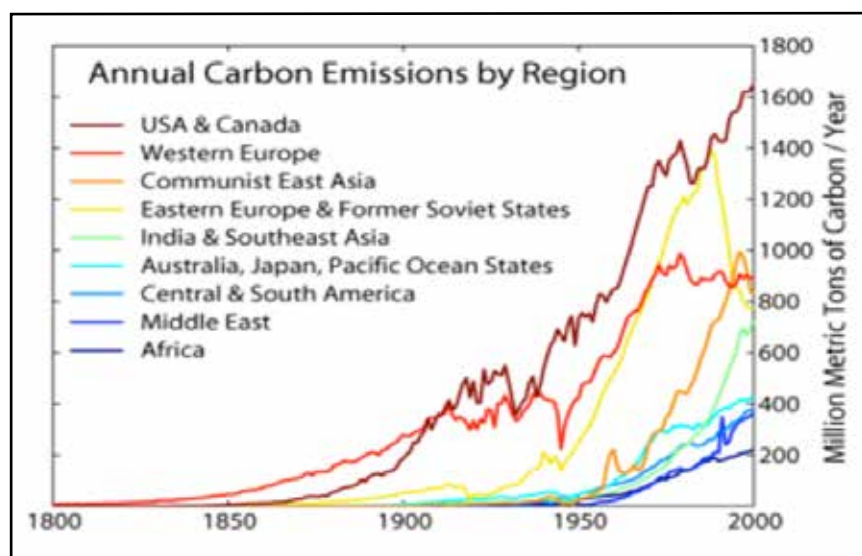


Figura 4. Emisiones históricas acumuladas (1800-2000) Fuente: GEA (2012).

se nota en los países desarrollados de Oceanía y Asia-Pacífico (preponderantemente, Australia y Japón), aunque en niveles mucho más bajos que los europeos.

En el caso de las emisiones correspondientes a Estados Unidos y Canadá, la trayectoria de las mismas muestra un constante aumento con las únicas excepciones de la crisis económica de los años 1929-1930 y la crisis del petróleo de 1973-1974. A diferencia de lo que sucede con el conjunto de países analizado en el párrafo anterior, en este caso no se observa una estabilización de las emisiones.

riormente se produce una fuerte disminución durante la Segunda Guerra Mundial y en el período inmediatamente posterior (debido principalmente al colapso del sector industrial en los principales países de la región), un repunte en la posguerra y un crecimiento ininterrumpido de

las emisiones hasta la década de los años '70. A partir de ese momento las emisiones se estabilizan, en buena medida por la estabilización demográfica, pero en el período inicial de esa década, también por la crisis petrolera de los años 1973-1974⁶⁴. Esta estabilización también

Las naciones de Europa Oriental y de la ex Unión Soviética, presentaron una participación creciente y muy importante, principalmente desde mediados del siglo pasado hasta los años 1989-1990, en los que se produjeron cambios estructurales, tanto políticos como económi-

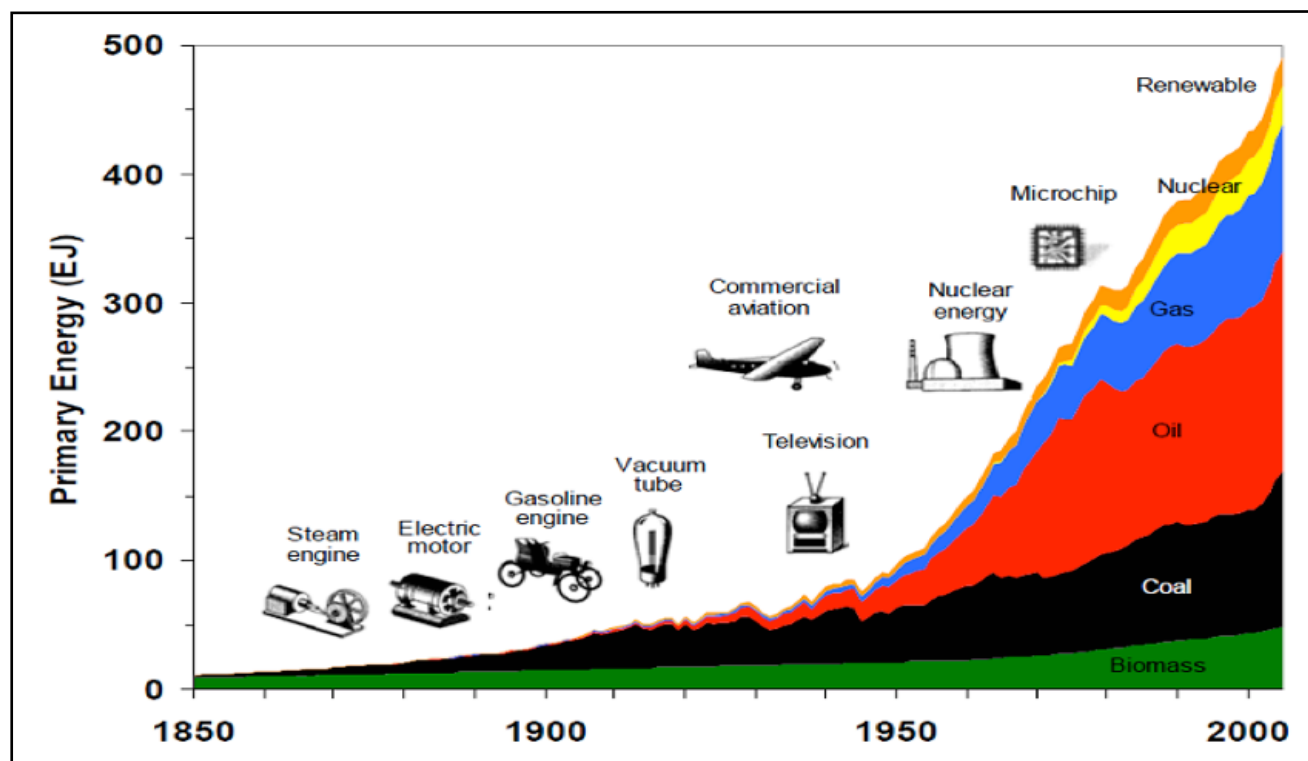


Figura 5. Consumo Global de Energía Primaria por Tipo de Energía y Tecnologías prevaletientes en cada momento del tiempo. 1850-2000. Fuente: GEA (2012).

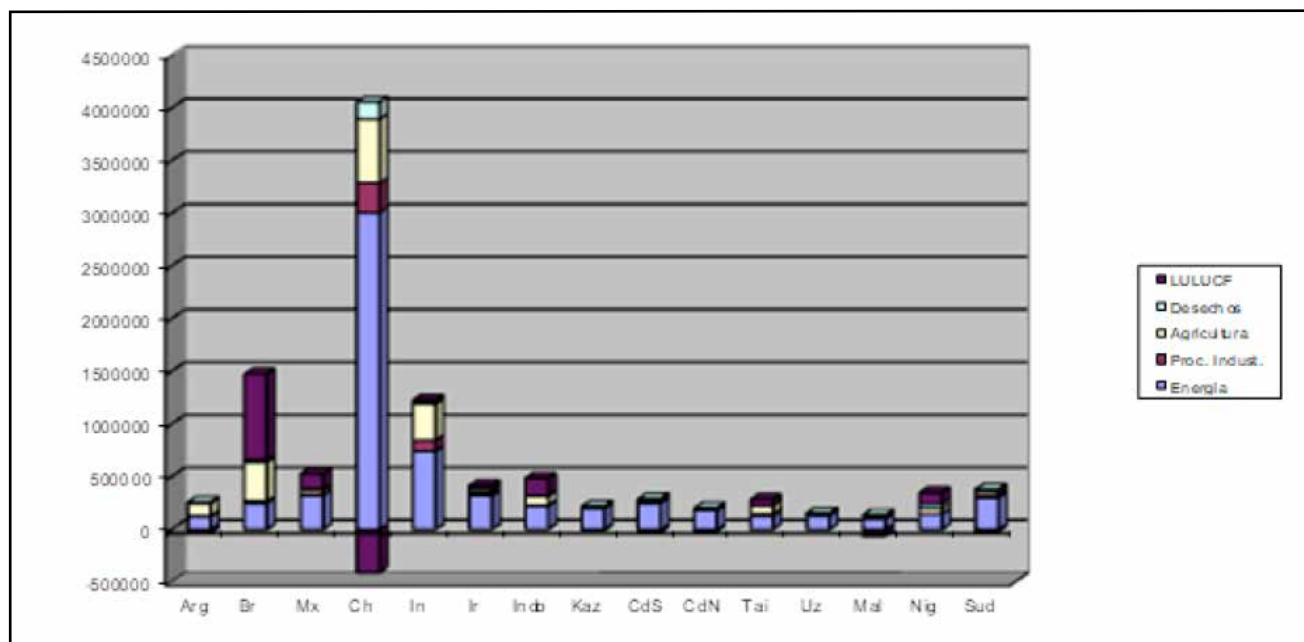


Figura 6. Estructura de Emisiones de GEI por Sector de los principales 15 países emisores No-Anexo I. Año 1994. En Gg de CO₂e. Fuente: GIRARDIN (2000) basado en las Comunicaciones Nacionales de los diversos países a la UNFCCC. Argentina, Brasil, México, China, India, Irán, Indonesia, Kazajistán, Corea del Sur, Corea del Norte, Tailandia, Uzbekistán, Malasia, Nigeria, Sudáfrica.

cos, que dieron como resultado una caída significativa en sus niveles de emisiones de GEI.

Estos tres conjuntos de países presentan los valores históricos acumulados más altos de la serie y, consecuentemente, el mayor grado de responsabilidad de las concentraciones atmosféricas de GEI en el período analizado.

A partir del último tercio del siglo anterior se puede observar cómo crecen notablemente las emisiones de China, India y el Sudeste Asiático, transformándolos en actores principales en términos de sus niveles de emisiones de GEI, pero con una responsabilidad histórica mucho menor que los tres primeros grupos de países mencionados. Asimismo, el resto de las regiones (América del Sur y Central, Medio Oriente y África) tienen una responsabilidad histórica claramente inferior a todos los grupos de países mencionados anteriormente.

En la Figura 5 se muestra la evolución histórica del consumo mundial de energía primaria por tipo de energía utilizada a lo largo del período 1850-2000.

Se puede observar que al principio, el consumo energético estaba basado en la biomasa (fundamentalmente, leña) y cómo a medida que pasa el tiempo se van incorporando "capas" de nuevos tipos de energía, comenzando por el carbón (que sigue siendo el combustible usado en mayor proporción hasta bien entrado el siglo XX), siguiendo por el petróleo y sus derivados (que hoy es el más utilizado), con una utilización muy importante del gas natural (principalmente en los últimos años) y con una participación creciente de la energía nuclear y las energías renovables a partir del último tercio del siglo pasado. Lo que también se puede ver claramente es que el consumo energético del inicio del nuevo milenio es cinco veces superior que el que había a principios de 1960.

Más allá de lo que pueda analizarse a nivel global, existe una heterogeneidad muy grande en las estructuras de emisiones de los diversos países, dependiendo principalmente de su estructura productiva y de su matriz energética.

Tal como se puede apreciar, las estructuras de emisiones de GEI de las naciones incluidas en la Figura 6 son muy diversas, dependiendo de sus "circunstancias nacionales". Esta situación implica que cada una de ellas podrá identificar opciones de mitigación distintas y en distintos sectores y, a la vez, condiciona de cierta forma sus posturas en la negociación internacional sobre la temática en cuestión. Si bien la gran mayoría de estos países son productores de petróleo, y el principal origen de sus emisiones de GEI (y por ende sus oportunidades de mitigación) pueden estar en el Sector Energético, no sucede lo mismo con todos ellos. Si bien el componente energético en las emisiones de GEI de China es muy importante, en el caso de Brasil

una proporción muy importante de las emisiones tiene relación con el Sector Agropecuario y, fundamentalmente, con el Cambio en el Uso del Suelo (deforestación). En el caso de Argentina, en tanto (al menos a principios de este siglo), junto con países como Nueva Zelanda o Uruguay, compartía la característica de tener un componente muy alto de emisiones de GEI provenientes del Sector Agropecuario que prácticamente igualaban a las provenientes del Sector Energético⁶⁵. Esta estructura de emisiones en Argentina cambia, a medida que pasa el tiempo, porque el área cultivable y el potencial crecimiento de cabezas de ganado, tiene un límite que se alcanza mucho antes que el límite del aumento de la demanda energética (debido principalmente al aumento de la población o al acceso a otros consumos energéticos de ésta). Así, el porcentaje de las emisiones correspondiente al Sector Energético va creciendo en el tiempo como proporción del total de las emisiones de Argentina⁶⁶.

En este sentido, a continuación se presentan algunas características de la evolución de las emisiones de GEI en Argentina. El último Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INVGEI) disponible en la República Argentina es el correspondiente al año 2014 incluido en su Segundo Informe Bienal de Actualización (BUR2) a la CMNUCC⁶⁷.

Surge como resultado del mismo que el total de emisiones de GEI registradas en el territorio argentino, en el año 2014, fue de 368.295 Gg de CO₂e. De este total, al sector Energía le corresponden 193.477 Gg de CO₂e, el 52,5% de dichas emisiones; constituyéndose en el principal sector emisor. Si se toman las participaciones de cada sector por tipo de gas, se tiene que Energía es responsable de 70% del total de las emisiones de CO₂; de 9,5% de las mismas en el caso del CH₄ y de 4% de las de N₂O.

Entre 1990 y 2012 las emisiones

del sector casi se duplicaron, pasando de 103.464 a 193.477 Gg de CO₂e (lo que representa un aumento de 87%), pasando de participar en 35,23% del total de emisiones a 52,53%, entre el principio y el final de la serie. Este aumento es mayor al promedio de todos los sectores, en tanto el total de emisiones de GEI de todos los sectores sumados aumento 25.41% en el período analizado.

De los 193.477 Gg de CO₂e emitidos que registra el sector, en el año 2014, 94% (182.299 Gg de CO₂e) corresponden a Actividades de Quema de Combustibles y el restante 6% (11.178 Gg de CO₂e) a Emisiones Fugitivas. De las emisiones por Actividades de Quema de Combustibles, el 31,23% están explicadas por la quema de combustibles en Transporte (56.929 Gg CO₂), principalmente Transporte Carretero (51.503 Gg de CO₂e, más del 90% de las mismas); otro 32% por las emisiones de la quema de combustibles en las Industrias de la Energía (58.340 Gg CO₂), fundamentalmen-

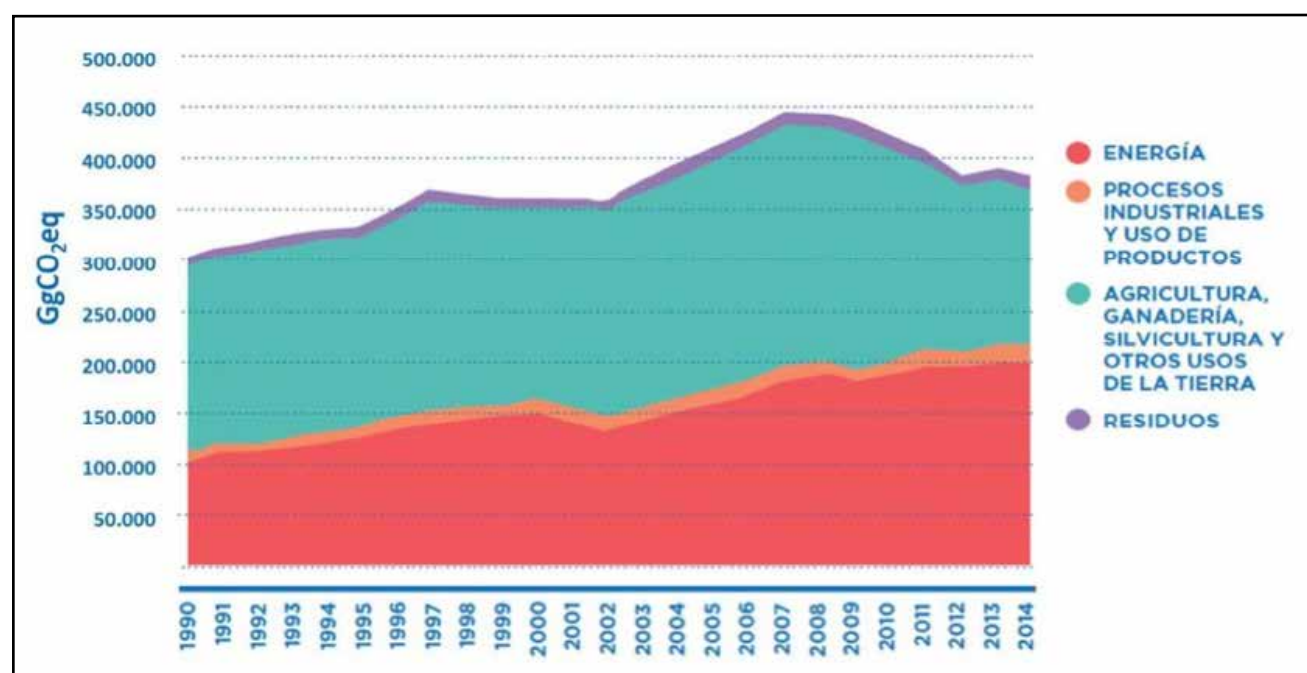


Figura 7. Argentina. Serie Históricas de Emisiones de GEI por Sector (1990-2014). En Gg de CO₂e. Fuente: GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2017b).

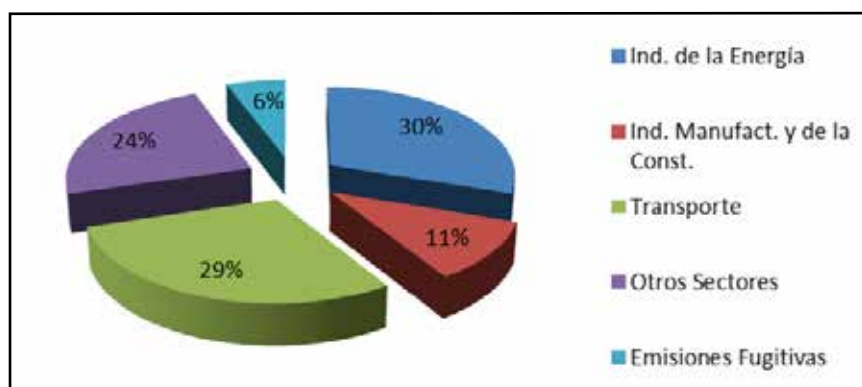


Figura 8. Argentina. Composición Porcentual de las Emisiones del Sector Energía. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del BUR2.

te en la Producción de Electricidad y Calor (42.862 Gg de CO₂e, 73,5% de ese subtotal); 25,3% a Otros Sectores (46.119 Gg CO₂), entre los que tiene especial relevancia el componente de emisiones Residencial (28.415 Gg de CO₂e, 62% de dichas emisiones) y 11,47% corresponde a las emisiones por quema de combustibles en la Industria Manufacturera y la Construcción (20.911 Gg de CO₂), cuyo principal componente es la quema de combustibles en la Industria del Hierro y el Acero (8.538 Gg de CO₂e, 41% de esas emisiones).

Las Figuras 7 y 8 ilustran lo que se comenta en los párrafos precedentes.

La estructura de las emisiones argentinas muestra una participación creciente del Sector Energético como proporción del total de las mismas y, a la vez, determina que el principal potencial de mitigación también esté relacionado con estrategias, políticas, acciones y medidas a ser aplicadas en dicho sector. Una estimación de este potencial en el largo plazo, se presenta en la Figura 9. Si bien se aprecia que existe un

potencial para reducir y/o evitar emisiones de GEI en otros sectores (Manejo de Residuos, Agricultura, LULUCF, Procesos Industriales), el principal potencial lo tiene el Sector Energético, llegando a comprender el 85% de las potenciales reducciones y/o limitaciones de emisiones previstas hacia el final del período analizado⁶⁸.

Si bien las emisiones por habitante en Argentina están creciendo durante todo el período comprendido en los estudios realizados⁶⁹, hay opciones que permiten pensar en limitar y/o reducir las emisiones de GEI a corto y mediano plazo, en el propio Sector Energético, propendiendo a una mejora en la intensidad de emisiones como consecuencia de mejora en la intensidad energética. Algunas de estas medidas identificadas son: el cambio de matriz energética en favor de alternativas menos emisoras; la mejora de eficiencia energética en el transporte; la mejora de procesos en la industria, el desarrollo de biocombustibles de segunda generación, la mejora de eficiencia de los equipamientos uti-

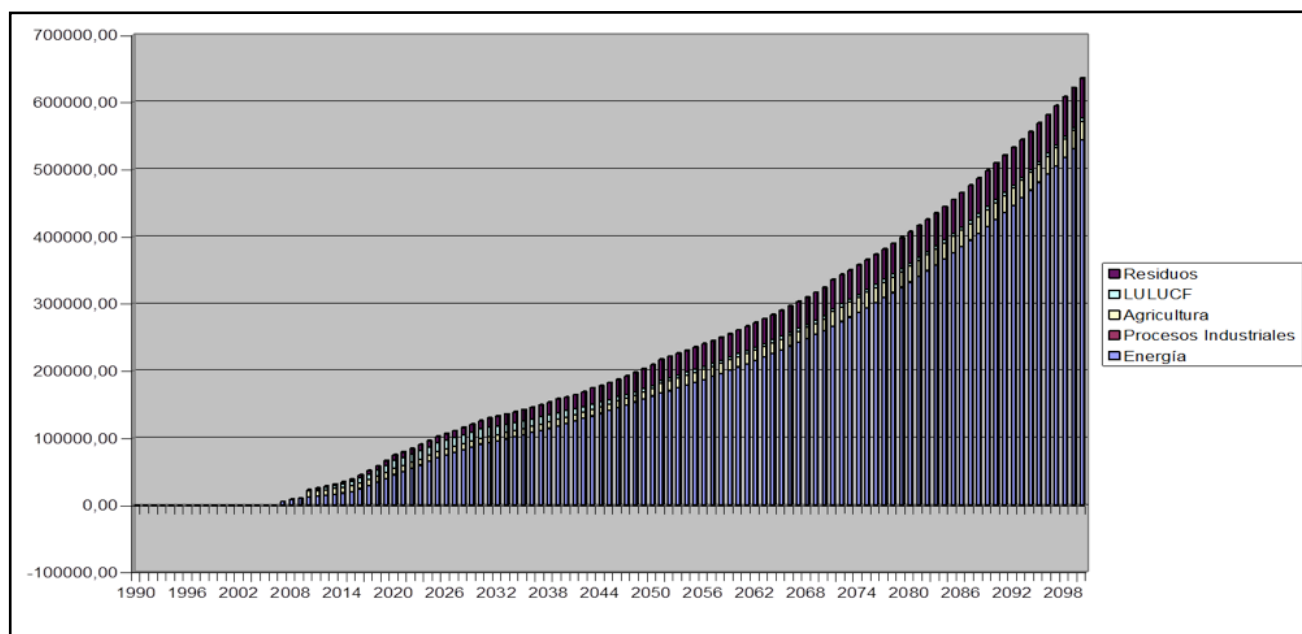


Figura 9. Emisiones Netas Evitadas por sector para el período 1990-2100 en Gg de CO₂e. Fuente: CEPAL (2014); GIRARDIN (Coord.) et al (2017c)

lizados en los hogares y la mejora en la eficiencia pasiva en las viviendas y edificios públicos⁷⁰.

La “Inercia en el Consumo de Energía” y las Perspectivas Futuras a la luz del “Acuerdo de París” y el cumplimiento de sus Metas.

La Figura 10 muestra la evolución del consumo mundial de energía primaria entre el año 1973 y el año 2008.

Es interesante observar que el consumo de energía se duplica (pasando de algo más de 6 millones de TEP a más de 12 millones) y que, más allá de los cambios que propiciara la llamada “crisis del petróleo” de los años 1973-1974, la proporción de combustibles fósiles consumidos a nivel global (sobre el total del consumo energético), apenas descendió 7 puntos porcentuales, pasando de representar el 89% en 1973 al 82% en 2008. Esta situación podría calificarse como “Inercia en el Consumo de Energía”⁷¹.

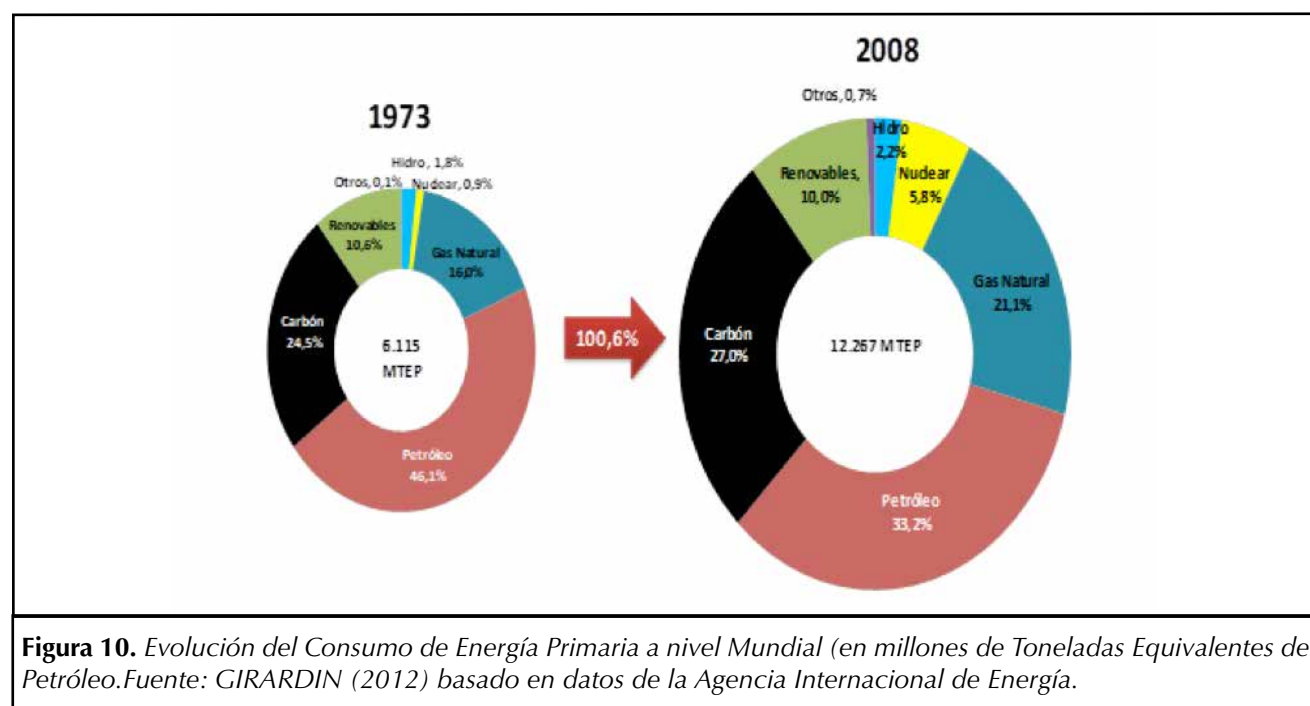
A partir de esta definición, es importante señalar cuáles son algu-

nos de los factores más relevantes que pueden determinar el comportamiento del Consumo de Energía y en qué sentido lo influyen. Así, podemos listar algunos de estos determinantes:

- *Evolución de la Población:* En general, se puede esperar que, a mayor población, mayor sea el consumo de energía.
- *Evolución del Ingreso por Habitante:* También en este caso es esperable una relación positiva entre aumentos de esta variable (medida a través de la variable Producto Bruto Interno – PBI – per cápita) y aumento del consumo energético.
- *Estructura de la Economía:* En este caso la influencia puede ser directa o inversa, dependiendo de la composición del PBI (que es la variable generalmente utilizada). Una estructura productiva basada en actividades “energo-intensivas” seguramente se corresponda con mayores consumos de energía; mientras que, una estructura más ligada

a los servicios o bienes “conocimiento-intensivos” puede presentar los mismos niveles de “prosperidad económica” con una menor incidencia sobre el consumo de energía y de emisiones.

- *Evolución Tecnológica:* Dependerá de qué tipo de Tecnología prevalezca. Hay tecnologías que maximizan la producción y el rendimiento económico a corto plazo y otras que promueven el ahorro de energía y recursos en general y la mayor eficiencia en el uso de los mismos. En el primero de los casos, los consumos de energía tenderán a ser mayores que en el segundo de ellos.
- *Estructura de la Matriz Energética:* Muchas veces los sistemas productivos están determinados por la dotación de recursos (entre los cuales están incluidos los energéticos) con que cuenten las sociedades en los cuales se insertan y las tecnologías prevalecientes en las mismas. Una Matriz Energética



con un mayor componente de combustibles fósiles y con tecnologías que no sean de las más eficientes pueden propender a un mayor consumo de energía primaria (y, a la vez, mayores emisiones de GEI) que un sistema basado en abundante hidroelectricidad con eficiencias promedio mayores para la satisfacción de las mismas necesidades energéticas.

- *Acciones frente al Cambio Climático y/o la Eficiencia Energética:* La existencia de este tipo de acciones, claramente implican un menor impacto sobre los consumos energéticos y también sobre las emisiones de GEI.
- *Acceso a la Energía, Modernización, Equidad Distributiva, Urbanización:* Estos procesos en general tienden a aumentar el consumo de energía a partir, principalmente, de un aumento en los usos y de un mayor equipamiento.

- *Política de Precios:* En algunos casos puede propender a un mayor consumo energético (precios bajos, subsidios) y en otros, a una restricción en el mismo (precios altos, utilización de impuestos sobre los combustibles y uso de energía).

Si se tiene en cuenta en qué sentido pueden operar estos determinantes, es más fácil comprender la dinámica del comportamiento y la evolución del consumo energético en el período de un cuarto de siglo, señalado. Así, si bien hay muchos indicadores que muestran un avance de la eficiencia en el uso de los recursos en general (y la energía en particular), tales como los que marcan cómo evolucionaron las emisiones de GEI respecto a la cantidad de energía utilizada, o el comportamiento las emisiones de GEI por unidad de producto, también existen otros componentes que refuerzan esta inercia en el sentido de contribuir a un mayor consumo de energía. Entre los más importantes de estos últimos se pueden mencionar, por ejemplo, el aumento de la

población, el incremento en la proporción de población urbana sobre el total y el crecimiento de los ingresos por habitante.

Esta situación se ve apropiadamente ilustrada tanto en la Figura 11 como en la Figura 12.

Si bien ambos gráficos surgen de fuentes diferentes, muestran el mismo fenómeno. En la Figura 11 se plantea el escenario mundial y en la Figura 12 la situación de los miembros del G20. En el primer caso, el punto de partida es 1970 y, en el otro, 1990. No obstante, en ambos hay un comportamiento similar. Por una parte se puede apreciar cómo aumentan el consumo de energía y las emisiones de CO₂ ligadas con el Sector Energético. No obstante, hay una tendencia clara hacia la baja en dos indicadores clave: la Intensidad Energética de la Economía (cuánta energía se utiliza por unidad de producto) y la Intensidad de Emisiones de CO₂ de la Economía (cuánto se emite por unidad de producto). La explicación del comportamiento tanto del Consumo de Energía como

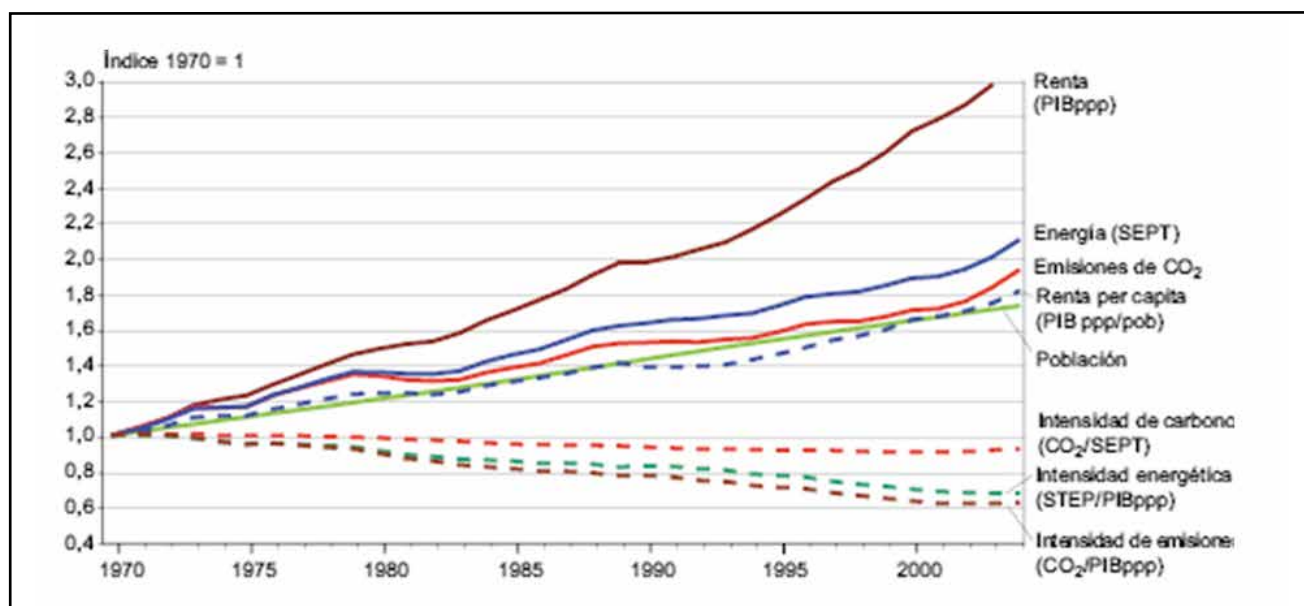


Figura 11. Evolución de Indicadores de Consumo Energético Mundial, Emisiones de GEI Globales, Intensidad Energética Promedio y algunos de sus determinantes. (Base 1970 = 1) Fuente: GIRARDIN (2012), tomado de GEA (2012) y a partir de datos de la Agencia Internacional de Energía.

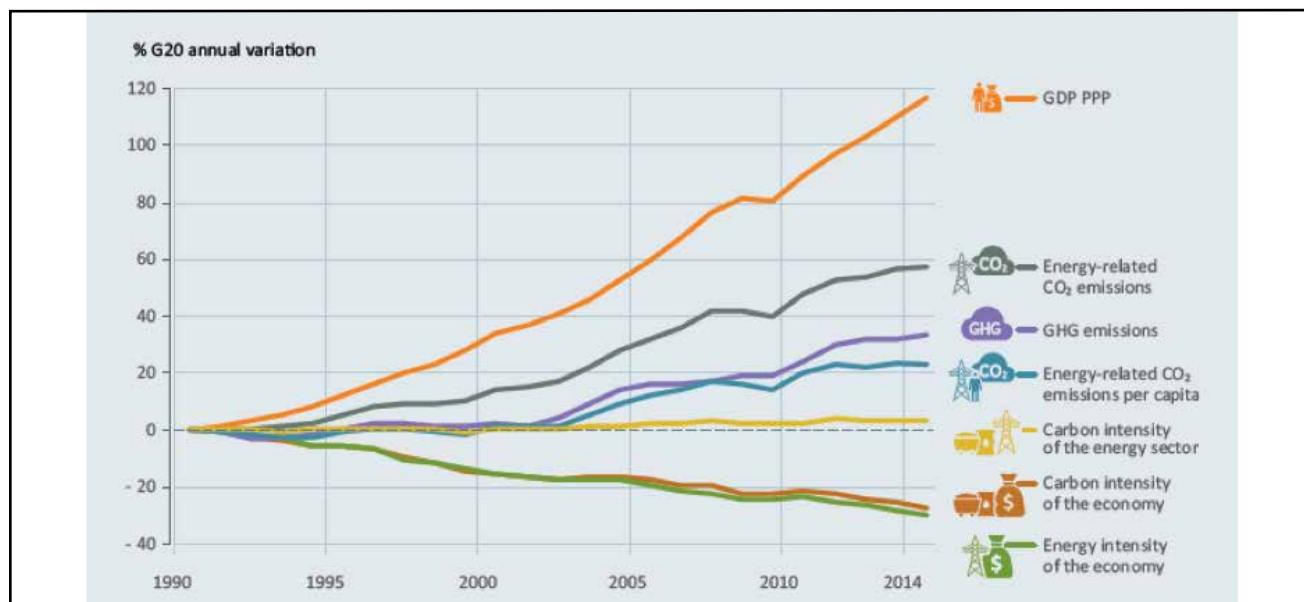


Figura 12. Países del G20. Evolución de Indicadores de Consumo Energético, Emisiones de GEI, Intensidad Energética y algunos de sus determinantes. (Base 1990 = 0) Fuente: EGR (2017), basado en Climate Transparency (2017). El G20 es un grupo de países que reúne a las principales 20 economías del mundo y está compuesto por: Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Reino Unido, Rusia, Sudáfrica y Turquía.

de las Emisiones de GEI, la brinda la evolución de dos variables determinantes: el crecimiento constante del Ingreso per Cápita y la Población, que en ambos casos arrastran al alza tanto el Consumo Energético como las Emisiones de GEI ligados a él. Ésta es la explicación de la presencia de la mencionada “Inercia en el Consumo de Energía”.⁷²

Esta inercia tiene fuertes implicancias en la efectividad que puedan tener las estrategias, políticas, acciones y medidas que se quieran tomar respecto del Cambio Climático (y, consecuentemente, en la incertidumbre reinante en términos del cumplimiento de las metas del Acuerdo de París). En efecto, la efectividad de las mismas va a depender en forma crucial de cómo se pueda actuar sobre los determinantes del Consumo Energético y las Emisiones de GEI ligadas a dicho consumo, atento a la importancia de las emisiones de GEI del sector. En este sentido, la IEA muestra en un informe⁷³ que las emisiones de GEI

correspondientes a Generación de Electricidad (59%) y al Transporte (45%) aumentaron mucho más que el promedio de aumento de las emisiones de GEI entre 1990 y 2007.

La incertidumbre sobre el cumplimiento de las metas del AP (ligadas principalmente con las posibilidades de romper esta “Inercia en el Consumo de Energía”), está basada también en algunas evidencias empíricas, dudas respecto de los comportamientos futuros de los actores relevantes y expectativas de diversos tipos, como por ejemplo las siguientes⁷⁴: Se espera que, a mediados del siglo XXI, la población supere los 9000 millones de habitantes y el mayor porcentaje de esta población (90%) estará establecida en economías emergentes y en desarrollo. Por lo tanto, es de esperar que en buena parte esta población esté compuesta por personas que tengan que mejorar sus condiciones de vida y aumentar sus niveles de consumo de energía. Cómo se garantiza el acceso a la energía, de forma sustenta-

ble, a una población creciente (que en algunos casos carece de él), no es un desafío menor.

- Hay declaraciones internacionales mucho más ambiciosas que los esfuerzos concretos por reducir las emisiones de GEI, principalmente en los mayores emisores, que son quienes se verían obligados a hacer los mayores esfuerzos.
- China India e Indonesia, en conjunto, representan alrededor del 40% de la población mundial y han experimentado un crecimiento del ingreso per cápita de hasta 5 veces en los últimos 25/30 años, tendencia que se espera que continúe (aunque no necesariamente al mismo ritmo), en tanto partieron de niveles muy bajos.
- Se observan algunas dificultades para conseguir desacoplar significativamente el crecimiento económico del crecimiento en

- las emisiones, principalmente fuera del mundo desarrollado. Algunos factores limitantes están relacionados con que, en muchos de estos países la población aún no está del todo estabilizada, presentan menores niveles de desarrollo tecnológico, muchas veces recurren a la importación de actividades energo-intensivas para garantizar niveles sustentables de empleo⁷⁵, están focalizados en etapas relativamente tempranas de los procesos de industrialización basados principalmente en sectores ligados a la explotación de recursos energéticos y naturales y parten de mayores niveles de necesidades básicas insatisfechas. Más allá de las dificultades existentes para conseguir el citado desacople, estos países van a tener fuertes presiones en incentivos para llevarlo a cabo porque las cuestiones ligadas con la Mitigación del Cambio Climático se van a transformar en una condición creciente para los países no pertenecientes a la OECD.
- Existen incertidumbres significativas ligadas a las consecuencias que pueden tener, tanto sobre el Consumo de Energía como sobre las Emisiones de GEI de cuestiones como las tasas de crecimiento económico que presenten los diversos países, el futuro de la Industria Nuclear como alternativa de Generación de Electricidad después de lo sucedido en Fukushima⁷⁶ y las perspectivas del mercado mundial del petróleo. La existencia de incertidumbre no favorece el desarrollo tecnológico sino que generalmente lo demora. No obstante, los dos principales desafíos del Sector Energético en el mediano plazo son, sin duda: la seguridad en el abastecimiento de petróleo y las medidas ligadas con el cumplimiento de los compromisos asumidos en las negociaciones internacionales sobre Cambio Climático. En este último caso, no se puede dejar de tener en cuenta que las políticas anunciadas en el Sector Energético están muy lejos de poder garantizar un desarrollo sustentable y un incremento de menos de 2° C en la temperatura, respecto de los registros previos a la Revolución Industrial, tal como plantea como meta el AP.
 - Qué va a suceder con la creciente relevancia que ha tomado el uso del carbón mineral como combustible (que ha representado un porcentaje muy elevado del crecimiento del Consumo Energético en los últimos 15 años). Si bien el carbón es el combustible fósil que mayores emisiones de GEI genera (a pesar que estas emisiones se redujeron significativamente mediante la utilización de nuevas tecnologías, como por ejemplo, la combustión en lecho fluidizado o la del carbón pulverizado), también es el combustible más abundante y a menor precio que sus sustitutos. En este sentido, también cobra importancia lo que pueda suceder con las tecnologías de Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS), que podría permitir prolongar el horizonte temporal de la utilización de los combustibles fósiles.
 - Otra cuestión a considerar es que, en general, existe escaso margen de maniobra para cambiar drásticamente las políticas que ya están en marcha, respecto del establecimiento de nueva infraestructura energética y reposición de la obsoleta, atento al largo período de maduración de las inversiones en el sector.
- Algunos potenciales escenarios al año 2035⁷⁷, plantean el siguiente panorama
 - ✓ Un crecimiento del Consumo Global de Energía de alrededor del 33%, en un contexto en el que no es esperable un escenario de precios bajos para la Energía.
 - ✓ Una producción de 96 millones de barriles de petróleo/día, principalmente de petróleo no convencional (shale oil).
 - ✓ Un incremento del consumo de carbón de alrededor de un 20%.
 - ✓ Un aumento del consumo del gas natural del orden del 44%, mayormente no convencional (shale gas).
 - ✓ Las Energías Renovables y la Energía Nuclear representando un 45% de la Generación de Electricidad. De todos modos se espera que la evolución de las Energías Renovables dependa de las políticas alentadas y concentradas en relativamente pocos países.
 - ✓ Un posible crecimiento de tensiones por el control de los recursos energéticos no renovables. (Petróleo y Gas Natural, principalmente).
- Esta “Inercia” que se observa en el plano internacional, no es ajena a Argentina. En efecto, tomando el período comprendido entre 1973 y 2008, la Matriz Energética Nacional no cambió significativamente, más allá de todos los esfuerzos que se hicieron para conseguir ese objetivo. Tal como surge de la Figura 13, el peso de los combustibles fósiles

dentro del total de la matriz pasó en ese período de 25 años de representar el 93% del total en 1973 al 90% en 2008. No obstante, donde se puede observar un cambio importante es en la composición al interior de los combustibles fósiles, en los que el Gas Natural reemplazó marcadamente al Petróleo y sus Derivados.

El Consumo de Energía pasó de alrededor de 35 millones de TEP

a algo más de 80 millones, lo que implica un crecimiento de 129.3% en los 25 años analizados. También se observa un crecimiento importante en la proporción de Energía Hidráulica y la aparición de la Energía Nuclear en la matriz.

La Figura 14 muestra la estructura de Generación de Electricidad en Argentina. Lo que se desprende de su análisis es que la producción de electricidad se quintuplicó, pa-

sando de 21.630 GWH a 112.382 GWH y que el Gas Natural y la Hidroelectricidad desplazaron al Petróleo y sus Derivados como las principales fuentes de la Generación de Electricidad y aparecen porcentajes correspondientes a Energía Nuclear y a Importaciones de Electricidad (principalmente a través de los emprendimientos binacionales de Salto Grande y Yacyretá).

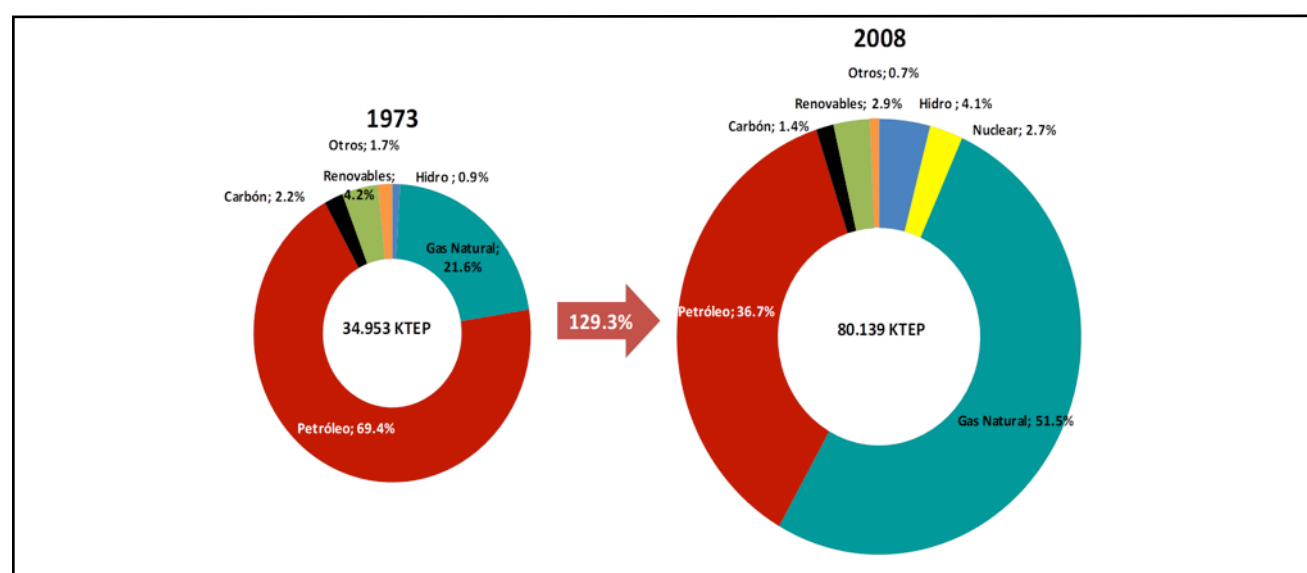


Figura 13. Evolución del Consumo de Energía Primaria en Argentina (en millones de Toneladas Equivalentes de Petróleo) . Fuente: GIRARDIN (2012), basado en datos de la Secretaría de Energía.

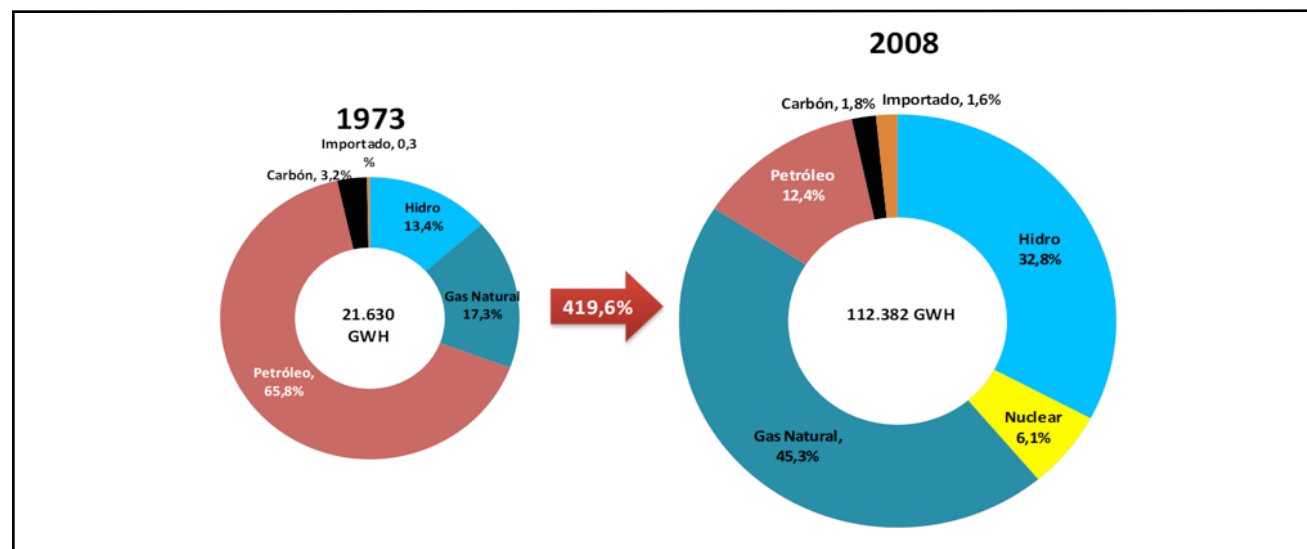


Figura 14. Evolución de la Estructura de la Generación Eléctrica en Argentina. Fuente: GIRARDIN (2012), basado en datos de la Secretaría de Energía.

■ LOS DESAFÍOS VINCULADOS CON LA SUSTENTABILIDAD Y EL PAPEL DEL SECTOR ENERGÉTICO.

El último informe del IPCC⁷⁸ reavivó la preocupación sobre las cuestiones ambientales globales y los desafíos que la humanidad tendrá que enfrentar durante el transcurso de este siglo, que puede llegar a ser crítico para el futuro de la humanidad. Esta problemática, también fue abordada por otros estudios en los cuales se plantean algunas características del mundo que espera a las próximas generaciones.⁷⁹ En este marco, resulta interesante señalar aquellas cuestiones ligadas con la vinculación entre el Sector Energético y la Sustentabilidad, en un contexto signado por una creciente degradación del ambiente y los servicios ecosistémicos que dicho ambiente brinda, una creciente concentración del ingreso y la riqueza, y fenómenos demográficos ligados con el envejecimiento de la población mundial y el aumento de los costos relacionados con la “economía del cuidado”⁸⁰ como porcentaje del PBI de los diversos países.

Algunos de estos desafíos que se plantean, que tienen vinculación directa con su potencial impacto sobre el Consumo de Energía y, consecuentemente, sobre las Emisiones de GEI, son los siguientes:

- El cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sustentable de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en términos de cambiar el perfil de desarrollo hacia un mundo de baja pobreza, partiendo de la base que existen más de 2000 millones de personas que viven con un ingreso menor a los USD 2 al día; que 1600 millones de personas no tienen acceso a la electricidad; que 900 millones de personas no tienen acceso

a transporte y que se producen 1.8 millones de muertes por año por falta de sanidad y agua potable.

- Para el año 2050 se espera que el 70% de la población mundial viva en ciudades, principalmente en países en desarrollo y emergentes, lo que implicará un aumento del consumo de energía de esas personas, principalmente por un aumento en los usos energéticos. Para tener un orden de magnitud, la proporción de población urbana presentó la siguiente evolución: en 1970 representaba el 36%; en 2000 el 47%; 2030 se espera que sea el 60%. En 2010, en China, el 42% de la población era urbana y en India, para el mismo año, la proporción llegaba al 29%.
- Se espera que el mayor crecimiento económico se dé en economías en desarrollo o emergentes, que se espera que lleguen a representar más del 50% del PBI mundial hacia 2050.
- Se estima que cambiar el perfil del desarrollo hacia un mundo próspero, según los objetivos de la ONU, significaría duplicar (objetivo de baja pobreza) o triplicar (objetivo de mundo próspero) los requerimientos energéticos para el 2050.⁸¹
- El aumento de emisiones de GEI estimadas para 2050 (52%).⁸²

No obstante, al mismo tiempo, también se plantean algunas líneas de acción que podrían implicar un cambio importante en las pautas de consumo y producción y, de esa forma, poder establecer una trayectoria mucho más cercana al “desacople” entre crecimiento económico y emi-

siones de GEI planteado precedentemente como respuesta a la “Inercia en el Consumo de Energía”:

- De acuerdo con UNEP (2011), si se invierte el 2% del PBI mundial, anualmente desde la actualidad hasta el año 2050 en 10 sectores clave (agrícola, construcción, energía, pesca, silvicultura, industria, turismo, transporte, agua y gestión de residuos), el resultado sería una economía con bajas emisiones de carbono y con uso más eficiente de los recursos pero, a la vez, también con crecimiento económico en esos mismos sectores. Se estima que la transición hacia esa “economía verde”, puede catalizar una actividad económica de un tamaño comparable con la actual pero con menores riesgos e impactos inherentes al modelo actual (cambio climático, escasez de agua, pérdidas de ecosistemas) y mejorando la tasa de empleo.
- De acuerdo con WBCSD (2011), las emisiones de GEI ahorradas exclusivamente con el reemplazo de los vehículos utilitarios deportivos de USA por automóviles que usen las normas de ahorro de combustible de la UE, son equivalentes a las mayores emisiones debidas al suministro básico de electricidad a 1600 millones de personas que no tienen acceso al servicio.

En la Figura 15 se establece una relación entre el Índice de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas y la Huella Ecológica (medida en hectáreas por persona) de cada país. Moviéndose de izquierda a derecha, se encuentran los mayores Índices de Desarrollo Humano, y yendo desde arriba hacia abajo, los menores impactos en términos de Huella Ecológica. Así, las mejo-

res combinaciones (altos Índices de Desarrollo Humano y bajos niveles de Huella Ecológica) se darían en el cuadrante más abajo y más a la derecha posible del gráfico.

Surge del análisis del mismo que la mayor parte de los países de África y algunos de Asia tienen un muy bajo impacto en términos de su presión sobre los recursos, pero a la vez, de los más bajos Índices de Desarrollo Humano de los registrados. Otro grupo de países, entre los que están ubicados principalmente los más desarrollados, tienen altos Índices de Desarrollo Humano pero también muy altos impactos sobre los recursos. Es muy significativo que, la mayor parte de los países que están en el entorno de ese "Alto Desarrollo Humano dentro de los Límites de la Tierra" son países de Europa y de América Latina y El Caribe. También se observa en el gráfico que estos "Límites de la Tierra", en términos per cápita, eran mucho más "holgados" en 1961 que en 2007 (los dos años tomados como referencia).

La Figura 16 muestra el esfuerzo de reducción y/o limitación de emisiones necesario para cumplir con el objetivo de evitar aumentos de la temperatura que superen (al final del siglo XXI) en 2° C y 1.5° C los valores previos a la Revolución Industrial, que están planteados en el AP. Esta "Brecha de Emisiones" plantea que el nivel de emisiones compatible con la trayectoria que llevaría a cumplir con la meta de los 2° C, es de 42 Gt CO₂e (como máximo) hacia el año 2030 y el nivel de emisiones correspondiente para cumplir con la meta de 1.5° C es de 36 Gt CO₂e en 2030. Teniendo en cuenta que las emisiones actuales superan las 50 Gt CO₂e y que presentan una trayectoria creciente, esto implica un esfuerzo de reducción de 13.5 Gt CO₂e en el año 2030 en el caso del cumplimiento de las NDCs incondicionales y de 11 Gt CO₂e en el caso de las NDCs condicionales, si se quiere cumplir con la meta de los 2° C. En caso de querer cumplir con el objetivo de 1.5° C, los esfuerzos de mitigación tendrían que ser más ambiciosos, llegando a reducciones de

19 Gt CO₂e, en el caso de las NDCs incondicionales, y de 16 Gt CO₂e, en el caso de las condicionales⁸³.

Para conseguir estas reducciones, se estima que el Sector Energético tiene uno de los mayores potenciales. Mientras se estima que las medidas que se pueden implementar en el Sector Agropecuario pueden llegar hasta 6.7 Gt CO₂e, el Sector Forestal hasta 5.3 Gt CO₂e y otros Sectores (principalmente Manejo de Residuos) 0.4 Gt CO₂e; el Sector Energético podría contribuir con 10 Gt CO₂e solamente en lo que concierne a Generación de Electricidad, a los que se podrían sumar 4.7 Gt CO₂e en Transporte, 5.4 Gt CO₂e en Industria, 1.9 Gt CO₂e en Edificios y 2.5 Gt CO₂e en Emisiones Fugitivas de CH₄ en la Producción de Combustibles.

De esta forma, el Sector Energético, que claramente es parte del problema de las Emisiones de GEI ligadas a las actividades humanas, también puede constituirse en parte de la solución.

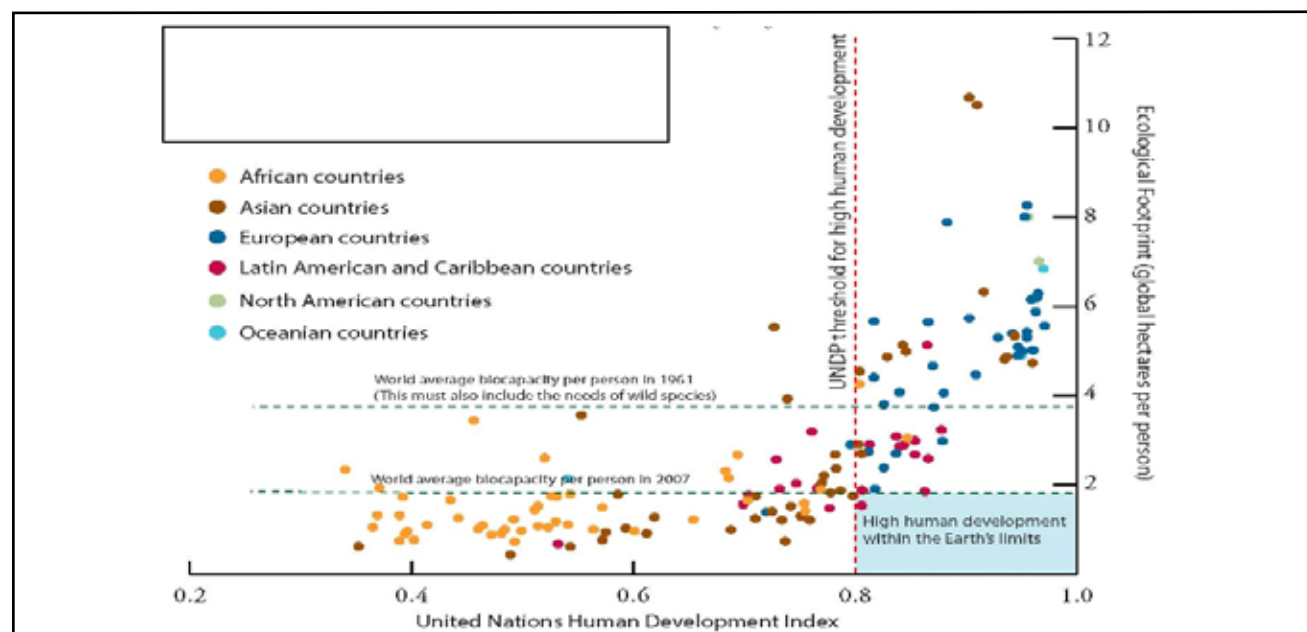


Figura 15. Relación entre Huella Ecológica (medida en Hectáreas por persona) y el Índice de Desarrollo Humano de Naciones Unidas. Fuente: EWING et al. (2010). Ecological Footprint Atlas 2010.

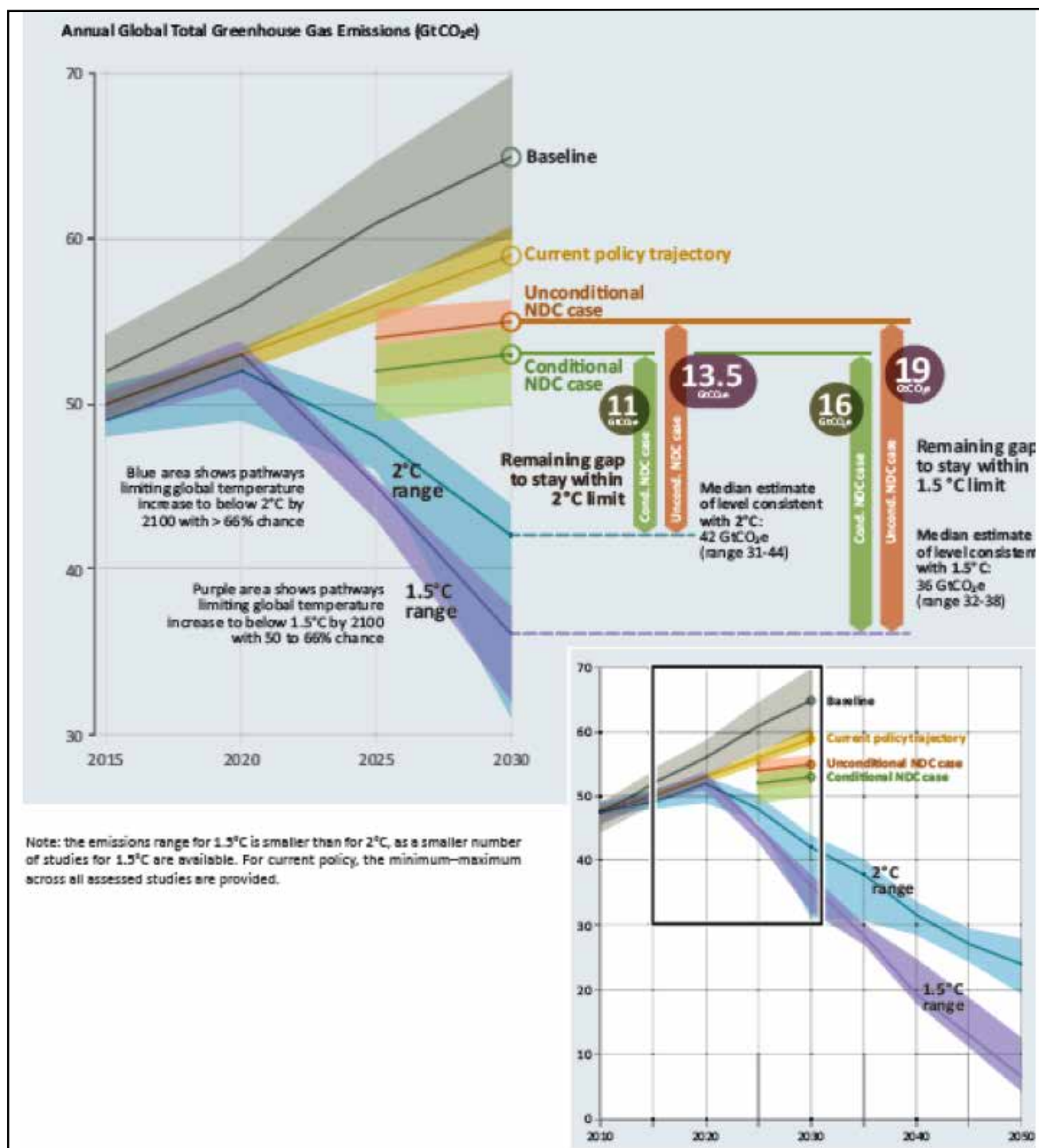


Figura 16. Brecha de Emisiones (medidas en Gt CO₂e) para las metas de 2°C y 1.5°C, en las hipótesis de Cumplimiento de NDCs (Condicionales e Incondicionales). Fuente: UNEP (2017).

■ REFERENCIAS.

Argawal, A., Narain, S. (1991). Global Warming in an Unequal World: A Case of Environmental Colonialism. Centre for Science and Environment. N. Delhi.

Azqueta Oyarzún, D. (1994). Valorización Económica de la Calidad Ambiental. Madrid. Mc Graw-Hill.

Barros, V.; Menéndez, A., Nagy, G. (2005). El Cambio Climático

en el Río de la Plata. CIMA/ CONICET. Selección de Informes técnicos de los Proyectos "Impactos del Cambio Global en las áreas costeras del Río de la Plata" y "Vulnerabilidad hidroclimática del estuario del Río

- de la Plata: Influencia humana, ENSO y estado trófico. Proyecto "Assessment of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC)". START-TWAS-UNEP. Buenos Aires, Mayo. Disponible en http://www.cima.fcen.uba.ar/~lcr/libros/Cambio_Climatico-Texto.pdf
- Aleksandrov, V. V., Stenchikov, G. L. (1983). On the Modeling of the Climatic Consequences of the Nuclear War: Proceedings on Applied Mathematics, Computing Center, USSR Academy of Sciences, Moscow.
- Baumert, K.; Herzog, T., Pershing, J. (2005). Navigating the Numbers. Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. World Resources Institute (WRI). 132 pages. Washington D.C.
- Bhaskar, V. (1995). *Distributive Justice and the Control of Global Warming*. En Bhaskar, V. and Glyn, A. The North, the South and the Environment. Ecological Constraints and the Global Economy. UNU, Tokio.
- Comisión Económica de Las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe – CEPAL (2005). Economía del Cuidado y Política Económica. Una aproximación a sus interrelaciones. Corina Rodríguez Enríquez. 38ª Reunión de la Mesa Directiva de la Conferencia Regional de la Mujer de América Latina y El Caribe. Panel "Políticas de Protección Social, Economía del Cuidado y Equidad de Género". CEPAL. Mar del Plata. 7 y 8 de Septiembre.
- Comisión Económica de Las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe – Cepal (2012). La Economía del Cambio Climático en Chile. 134 páginas. Santiago de Chile.
- Comisión Económica de Las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe – CEPAL (2014). La Economía del Cambio Climático en la Argentina. Primera aproximación. 241 páginas. Santiago de Chile.
- Climate Transparency (2017). Brown to Green. The G20 transition to a low-carbon economy. Climate Transparency, c/o Humboldt-Viadrina Governance Platform. Berlin, Germany. www.climate-transparency.org
- Crutzen, P. J., BirkS, J. W. (1982). Twilight at noon: The atmosphere after a nuclear war. *Ambio* 11, 114 (1982).
- Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Ousler, A., Reed, A., Wackernagel, M. (2010). Ecological Footprint Atlas 2010. Global Footprint Network. October 2010. Oakland.
- Food and Agriculture Organization – Fao (2008). Bosques y Energía. Cuestiones Clave. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 86 páginas. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/i0139s/i0139s00.pdf>
- Funtowicz, S., Ravetz, J. (1993). Epistemología Política. Ciencia con la Gente. Buenos Aires. CEAL. Serie Fundamentos de las Ciencias Humanas, N°107.
- Girardin, L. O. (2000). El Cambio Climático Global y la Distribución de los Costos de Mitigación de sus eventuales consecuencias entre los distintos Países. Buenos Aires. Disponible en <http://fundacionbariloche.org.ar/>
- Girardin, L. O. (2012). Energía y Cambio Climático: Los Desafíos de un Desarrollo Bajo en Carbono. Conferencia en la Sede Buenos Aires de la Fundación Patagonia Tercer Milenio. 9 de Agosto. Ciudad de Buenos Aires. <http://www.patagonia3mil.com.ar/>
- Girardin, L. O. (2013). Aspectos Socioeconómicos y Políticos del Cambio Climático. De la Convención al Protocolo de Kioto (1990-2000). Fundación Patagonia Tercer Milenio. Trelew-Buenos Aires. ISBN 978-987-26155-8-1. Disponible en http://www.patagonia3mil.com.ar/wp-content/uploads/libros/publicaciones-politicas_ambientales.pdf.
- Girardin, L. O. (2017a). La Economía del Cambio Climático en la Argentina. Tomo I: Informe de Síntesis e Informe sobre Valorización Económica. Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y El Caribe (CEPAL). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Fundación Patagonia Tercer Milenio (FUNPAT). 366 páginas. Buenos Aires, Trelew. ISBN 978-987-45525-3-2. Disponible en <http://www.patagonia3mil.com.ar/publicaciones/>
- Girardin, L. O. (2017b). La Economía del Cambio Climático en la Argentina. Tomo II: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación. Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y El Caribe (CEPAL). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Fundación Patagonia Tercer Milenio (FUNPAT). 490 páginas.

- Buenos Aires, Trelew. ISBN 978-987-45525-4-9. Disponible en <http://www.patagonia3mil.com.ar/publicaciones/>
- Girardin, L. O. (2017c). La Economía del Cambio Climático en la Argentina. Tomo III: Escenarios de Emisiones y Mitigación. Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y El Caribe (CEPAL). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Fundación Patagonia Tercer Milenio (FUNPAT). 564 páginas más Anexo Estadístico. Buenos Aires, Trelew. ISBN 978-987-45525-5-6. Disponible en <http://www.patagonia3mil.com.ar/publicaciones/>
- Global Energy Assessment – GEA (2012). Global Energy Assessment. Towards a Sustainable Future. Editado por Johansson, T. B.; Patwardhan, A.; Nakicenovic, N. & Gómez-Etcheverri, L. International Institute for Applied System Analysis (IIASA). Cambridge University Press. New York.
- Gobierno de la República Argentina (2007). Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (2CN). Jefatura de Gabinete de Ministros. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 201 páginas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Octubre.
- Gobierno de la República Argentina (2015a). Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (3CN). Jefatura de Gabinete de Ministros. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 264 páginas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Gobierno de la República Argentina (2015b). Primer Reporte Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (BUR1). Jefatura de Gabinete de Ministros. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 138 páginas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Gobierno de la República Argentina (2016). Primera Revisión de la Contribución Determinada a Nivel Nacional – NDC – (17112016). <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Argentina%20First/17112016%20NDC%20Revisada%202016.pdf>
- Gobierno de la República Argentina (2017a). Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (BUR2). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 86 páginas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Gobierno de la República Argentina (2017b). Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. (BUR2) Anexos 1 y 2. 171 páginas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Herzer, H. (1990). Los desastres no son tan naturales como parecen. Medio Ambiente y Urbanización. N° 30. Págs. 3-10. IIED-AL. Buenos Aires.
- Intergovernmental Panel On Climate Change – IPCC (1990). Climate Change. The IPCC Scientific Assessment. Report Prepared for IPCC by Working Group I. Cambridge University Press. Cambridge. Disponible en www.ipcc.ch
- Intergovernmental Panel On Climate Change – IPCC (1992). Climate Change. The 1990 and 1992 IPCC Assessments. IPCC First Assessment Report Overview and Policy Makers Summaries and 1992 IPCC Supplement. 180 páginas.
- Intergovernmental Panel On Climate Change – IPCC (1994). Climate Change 1994. Radioactive Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios. 345 páginas. Cambridge University Press. New York.
- Intergovernmental Panel On Climate Change – IPCC (1995). Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the IPCC. 588 páginas. Cambridge University Press. Cambridge. Disponible en www.ipcc.ch
- Intergovernmental Panel On Climate Change – IPCC (1997). IPCC Special Report on Regional Impacts of Climate Change: Vulnerability Assessment. Cambridge University Press. Cambridge.
- Intergovernmental Panel On Climate Change – IPCC (2007a) Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the IPCC

- Fourth Assessment Report (4AR). Cambridge University Press. Disponible en www.ipcc.ch
- Intergovernmental Panel On Climate Change -IPCC (2007b). Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Fourth Assessment Report (4AR). Cambridge University Press. Disponible en www.ipcc.ch
- Intergovernmental Panel On Climate Change - IPCC (2007c). Climate Change 2007. Mitigation and Climate Change. Working Group III Contribution to the IPCC Fourth Assessment Report (4AR). Cambridge University Press. Disponible en www.ipcc.ch
- Intergovernmental Panel On Climate Change - IPCC (2013). Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the IPCC 5AR. Cambridge University Press. Disponible en www.ipcc.ch
- Intergovernmental Panel On Climate Change - IPCC (2014a). Climate Change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 5AR. Cambridge University Press. Disponible en www.ipcc.ch
- Intergovernmental Panel On Climate Change - IPCC (2014b). Climate Change 2014. Mitigation and Climate Change. Working Group III Contribution to the IPCC 5AR. Cambridge University Press. Disponible en www.ipcc.ch
- Intergovernmental Panel On Climate Change - IPCC (2018). Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Disponible en <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- International Energy Agency – IEA/AIE (2003). CO₂ Emissions from Fuel Combustion 1971-2001.
- International Energy Agency – IEA/AIE (2011). World Energy Outlook 2011. 666 páginas. París.
- International Energy Agency – IEA/AIE (2007). World Energy Outlook 2007. París.
- Lipietz, A. (1995). Enclosing the global commons: global environmental negotiations in a North-South conflictual approach. En BHASKAR, V. & Glyn, A. The North, the South and the Environment. Ecological Constraints and the Global Economy. UNU. Tokyo.
- Martínez Alier, J. (1995). Curso a Distancia de Economía Ecológica. Red de Formación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA.
- Meyer, A (2000). Contraction & Convergence—The Global Solution to Climate Change. Green Books, Devon. 96pág.
- Nordhaus, W.D. (1990). *Economic Approach to Greenhouse Warming*. Presentado en Economic Policy Response to Global Warming. Roma, October 4-6.
- Nordhaus, W.D. (2007). The challenge of global warming: Economic models and environmental policy (200 pp.). New Haven, Connecticut USA: Yale University. Recuperado de http://aida.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/dice_mss_091107_public.pdf
- Olivier, J.G.J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M., Peters, J.A.H.W. (2016) Trends in Global CO₂ Emissions: 2016 Report. European Commission, Joint Research Centre (JRC), Directorate C - Energy, Transport and Climate; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague. JRC103425, PBL2315, Internet: http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf November 2016.
- Postigo, J. C. (Ed.) et al. (2013). Cambio Climático, Movimientos Sociales y Políticas Públicas: Una Vinculación Necesaria. Grupo de Trabajo: Cambio Climático, Movimientos Sociales y Políticas Públicas. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). Instituto de Ciencias Alejandro Lipschutz (ICAL). Santiago de Chile.
- Stern, N. (2006). The Stern Review: The Economics of Climate Change. Cambridge University Press. www.sternreview.org.uk
- Turco, R. P., Toon, O. B., Ackerman, T. P., Pollack, J. B., Sagan, C. (1983). Nuclear Winter: Global Consequences of Multiple Nuclear Explosions. Science 23 Dec 1983:Vol. 222, Issue 4630, 1283-1292. DOI: 10.1126/science.222.4630.1283

- United Nations Environmental Programme – UNEP (2011). Hacia una Economía Verde. Guía para el Desarrollo Sostenible y la erradicación de la Pobreza. Síntesis para los Encargados de la Formulación de Políticas. Nairobi. www.unep.org/greeneconomy
- United Nations Environmental Programme - UNEP (2017). The Emission Gap Report 2017. A UN Environment Synthesis Report. Nairobi, Noviembre. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22070/EGR_2017.pdf
- United Nations Framework Convention On Climate Change - UNFCCC (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Disponible en español en <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- United Nations Framework Convention On Climate Change - UNFCCC (1997). Protocolo de Kioto. Disponible en español en <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- United Nations Framework Convention On Climate Change - UNFCCC (2007). Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries. Bonn.
- United Nations Framework Convention On Climate Change – UNFCCC (2010). FCCC/CP/2010/7/Add.1. Ver <https://unfccc.int/sites/default/files/resources/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf>.
- United Nations Framework Convention On Climate Change - UNFCCC (2012). Enmienda de Doha al Protocolo de Kioto. Disponible en https://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/kp_doha_amendment_spanish.pdf
- United Nations Framework Convention On Climate Change - UNFCCC (2015). Acuerdo de París. Disponible en español en https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf
- United States Energy Information Administration - USEIA - (2007). International Energy Outlook 2007. Washington, DC, EE.UU. Disponible en: www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html
- Universidad Nacional del Litoral – UNL (2003). Informe Técnico sobre la Inundación de Santa Fe. Martes 3 de junio de 2003. Disponible en https://www.unl.edu.ar/noticias/news/view/informe_t%C3%A9cnico_sobre_la_inundaci%C3%B3n_de_santa_fe#.W88kQVRKjIU
- World Business Council On Sustainable Development – WBCSD (2010). Vision 2050. The new agenda for business. Disponible en <https://www.wbcsd.org/Overview/About-us/Vision2050>
- World Business Council On Sustainable Development – WBCSD (2011). Colaboración, Innovación, Transformación. Ideas e inspiración para acelerar el crecimiento sostenible - Un enfoque de cadena de valor. <https://www.wbcsd.org>
- World Resources Institute – WRI (2018). Climate Analysis Indicator Tool (CAIT) Climate Data Explorer. Disponible en <http://cait.wri.org/>

■ NOTAS

- 1 UNFCCC (1992). La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático fue firmada en junio de 1992 en oportunidad de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que se llevó a cabo en Río de Janeiro en esa fecha, y entró en vigor el 21 de marzo de 1994.
- 2 UNFCCC (1997). El Protocolo de Kioto se firmó en diciembre de 1997, en el marco de la COP-3 y entró en vigor el 16 de febrero de 2005.
- 3 UNFCCC (2015). El Acuerdo de París se rubricó en la COP-21 el 12 de diciembre de 2015.
- 4 Ver, por ejemplo, BARROS et al. (2005).
- 5 Ver, principalmente, los documentos relacionados con el IPCC-Fifth Assessment Report 2013-2014 (5AR) y Fourth Assessment Report 2007 (4AR). IPCC (2013); IPCC (2014a); IPCC (2014b); IPCC (2007a); IPCC (2007b); IPCC (2007c); www.ipcc.ch,
- 6 Ver http://unfccc.int/ghg_data/kp_data_unfccc/items/4357.php
- 7 UNFCCC (2012). 18ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP-18).
- 8 Japón, la Federación Rusa, Canadá, Nueva Zelanda. Ver la Enmienda de Doha al Protocolo de Kioto. UNFCCC (2012).
- 9 Limitar el aumento de la temperatura media mundial por debajo

de los 2°C respecto de los niveles preindustriales y comprometer a las Partes a seguir trabajando para hacer esfuerzos adicionales para que el aumento de las temperaturas no supere 1,5° C. UNFCCC (2015). Ver también UNEP (2017) e IPCC (2018).

10 IPCC (2018).

11 UNFCCC (2010). Los Acuerdos de Cancún se establecieron en el marco de la 16° Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP-16), desarrollada en Cancún, México entre el 29 de noviembre y el 10 de diciembre de 2010.

12 Párrafo 6 de los Acuerdos de Cancún: "(...) acuerdan que las Partes deben cooperar para conseguir los picos de las emisiones de GEI nacionales y mundiales tan pronto como sea posible, reconociendo que el plazo para ello será mayor en los países en desarrollo y teniendo en cuenta que el desarrollo social y económico y la erradicación de la pobreza son las prioridades insoslayables de los países en desarrollo y que una estrategia de desarrollo con bajas emisiones de carbono es indispensable para el desarrollo sostenible; (...)". Ver UNFCCC (2010).

13 Párrafo 10 de los Acuerdos de Cancún: "(...) Da cuenta que hacer frente al cambio climático requiere un cambio de paradigma dada la construcción de una sociedad con bajas emisiones de carbono que ofrece importantes oportunidades y asegura un alto crecimiento continuo y el desarrollo sustentable, basado en tecnologías innovadoras y producción, consumo y estilos de vida más sustentables, mientras asegura una transición justa de la fuerza de trabajo creando trabajo decente y empleos de calidad (...)".

Ver UNFCCC (2010).

14 GIRARDIN (2000); GIRARDIN (2013).

15 GIRARDIN (2000); GIRARDIN (2013).

16 GIRARDIN (2000); GIRARDIN (2013).

17 Es interesante recordar que, antes de la finalización de la Guerra Fría, el principal problema ambiental global que se esperaba y el principal temor que se tenía era el de la posibilidad de que, una eventual guerra entre Estados Unidos y la ex Unión Soviética, trajera como consecuencia un "invierno nuclear". Estas teorías se basaban en estudios de principios de los años '80s como los de CRUTZEN & BIRKS (1982); TURCO et al. (1983) y ALEKSANDROV & STENCHIKOV (1983), en los que se planteaban los efectos sobre el clima terrestre que podrían provocar el humo y las partículas provenientes de una eventual guerra con armamento nuclear entre las dos grandes superpotencias de la época.

18 Acerca de la temprana toma de conciencia sobre la heterogeneidad de la distribución geográfica de los impactos, ver IPCC (1990) y, fundamentalmente, IPCC (1998). Respecto de la heterogeneidad en la "responsabilidad" se remite fundamentalmente al concepto de "responsabilidades comunes, pero diferenciadas" al que hace referencia la CMNUCC en su Art. 3°, principalmente. CMNUCC (1992).

19 GIRARDIN (2000); GIRARDIN (2013).

20 GIRARDIN (2000); GIRARDIN (2013); CEPAL (2014); GIRARDIN (Coord.) et al. (2017b).

21 Ver los resultados tanto de

la Segunda como de la Tercera Comunicación Nacional del Gobierno Argentino a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (2CN y 3CN) y sus documentos complementarios. GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2007); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2015a), disponibles en www.ambiente.gob.ar y en www.unfccc.int. Ver también CEPAL (2014). GIRARDIN (Coord.) et al. (2017b).

22 Ver los informes producidos por el Grupo de Trabajo 2 (WGII) del IPCC. IPCC (2007b); IPCC (2014a). Disponibles en www.ipcc.ch

23 GIRARDIN (2000); GIRARDIN (2013).

24 Ver, por ejemplo, IPCC (1994); IPCC (1995); IPCC (2007a); IPCC (2013). Disponibles en www.ipcc.ch

25 Ver, por ejemplo, IPCC (1994), Tabla 3. www.ipcc.ch

26 IPCC (1990); IPCC (1992). www.unfccc.int

27 GIRARDIN (2000); GIRARDIN (2013). GEA (2012). BAUMERT et al. (2005)

28 Ver, por ejemplo WBCSD (2010).

29 Ver LIPIETZ (1995), GIRARDIN (2000) y GIRARDIN (2013)

30 IPCC (2013), IPCC (2014a).

31 CMNUCC (1992).

32 Esto fue discutido en numerosos trabajos dedicados a la relación entre Economía y Cambio Climático. En el caso argentino, ver por ejemplo, CEPAL (2014) y GIRARDIN (Coord.) et al. (2017a). En el caso extendido a nivel global, ver STERN (2006).

- 33 NORDHAUS (2007); STERN (2006). CEPAL (2014); GIRARDIN (Coord.) et al. (2017a).
- 34 Para las cuestiones ligadas con la toma de decisiones en contextos de incertidumbre, ver FUNTOWICZ & RAVETZ (1993).
- 35 En términos de la “jerga” del cambio climático, mitigación es llevar a cabo actividades que reduzcan la emisión de gases que producen el efecto invernadero)
- 36 Ver CEPAL (2014), GOBIERNO DE LA REPUBLICA ARGENTINA (2007) y GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2015a).
- 37 GIRARDIN (2000); GIRARDIN (2013).
- 38 Sobre la importancia de tomar medidas de mitigación lo antes posible ver UNEP (2017).
- 39 Ver GIRARDIN (2000) y GIRARDIN (2013).
- 40 Ver GIRARDIN (2000) y GIRARDIN (2013).
- 41 Ver ARGAWAL, A. and NARAIN, S. (1991), LIPIETZ (1995), BHASKAR (1995), GIRARDIN (2000) y GIRARDIN (2013).
- 42 MEYER (2000), GIRARDIN (2000), GIRARDIN (2013).
- 43 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2016).
- 44 CEPAL (2014), GIRARDIN (2013), GIRARDIN et al. (2017a).
- 45 AZQUETA OYARZÚN (1994). MARTÍNEZ ALIER (1995).
- 46 AZQUETA OYARZÚN (1994). MARTÍNEZ ALIER (1995).
- 47 GIRARDIN (2000), GIRARDIN (2013), HERZER (1990).
- 48 GIRARDIN (2000), GIRARDIN (2013), HERZER (1990).
- 49 HERZER (1990) GIRARDIN (2013).
- 50 UNL (2003).
- 51 UNL (2003).
- 52 POSTIGO (Ed.) et al. (2013)
- 53 GIRARDIN (2000), GIRARDIN (2013). POSTIGO (Ed.) et al. (2013).
- 54 La Organización Internacional para las Migraciones (IOM/OIM) lleva a cabo el proyecto MECLEP (Migración; Medio Ambiente y Cambio Climático: Datos Empíricos para la Formulación de Políticas), que cuenta con un portal en el que presenta información detallada sobre este tema. Ver <https://www.iom.int/es/migracion-y-cambio-climatico> y <http://www.environmentalmigration.iom.int/es>
- 55 GIRARDIN (2000), GIRARDIN (2013).
- 56 IPCC (2014b)
- 57 En todo caso es una cuestión que habría que ubicarla más en una falencia distributiva que productiva, en tanto habría recursos suficientes para alimentar varias veces a su propia población pero esto no garantiza que todos quienes necesitan los alimentos tengan acceso a ellos.
- 58 IPCC (2014). Por ejemplo, Las zonas de las regiones cuarta, quinta y sexta de Chile, es decir las zonas vitivinícola y agropecuaria por excelencia de ese país, van a estar sometidas a stress hídrico. Así que tendrán que expandir la frontera hacia el sur o hacia el norte teniendo
- en cuenta, entre otras cuestiones, la aptitud del suelo. Ver CEPAL (2012).
- 59 GEA (2012); IEA (2007); Olivier et al. (2016); FAO (2008).USEIA (2007).
- 60 GEA (2012); IEA (2007); Olivier et al. (2016); FAO (2008).USEIA (2007).
- 61 La OECD, en la actualidad, incluye los siguientes países: Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Corea del Sur, Letonia, Lituania, Luxemburgo, México, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido y Estados Unidos.
- 62 La Unión Europea (EU27) está compuesta por los siguientes países: Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Holanda, Polonia, Portugal, Rumania, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia y Reino Unido. La EU28 agrega a Croacia. Si bien casi todos los integrantes de la EU28 son también miembros de la OECD, Bulgaria, Croacia, Rumania, Malta y Chipre no integran este último organismo. Asimismo, Noruega, Turquía, Islandia y Suiza, si bien se localizan en territorio europeo, no forman parte del EU28.
- 63 OLIVIER et al. (2016)
- 64 GEA (2012).
- 65 Si bien, en Argentina, las emisiones correspondientes al Sector Agricultura a principios del siglo XXI

eran similares a las originadas en el Sector Energético, tanto en Uruguay como en Nueva Zelanda, las emisiones de las actividades agropecuarias eran superiores a las provenientes de las actividades energéticas.

66 CEPAL (2014). GIRARDIN (Coord.) et al. (2017c).

67 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2017b).

68 CEPAL (2014). GIRARDIN (Coord.) et al. (2017c).

69 CEPAL (2014); GIRARDIN (Coord.) et al. (2017c); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2007); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2016); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2017a); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2017b).

70 CEPAL (2014); GIRARDIN (Coord.) et al. (2017c); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2007); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2016); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2017a); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2017b).

71 La elección de estos años no es caprichosa: 1973 es el año de la primer crisis petrolera de magnitud desde que el petróleo (incluyendo sus derivados) se transformó en el principal energético utilizado a nivel global, mientras que 2008, por su parte, es el año en el cual daba inicio el "Primer Período de Compromiso" del PK. Así, 1973 fue el comienzo de un proceso de sustitución de fuentes que incluyó cierto desarrollo tecnológico y que permitió mejorar el precio relativo de fuentes alternativas. A la vez, 2008 significaba, a priori, un punto de quiebre en ciertos patrones de producción y consumo para poder facilitar la transición a una eco-

nomía menos intensiva en emisiones de carbono.

72 En el Gráfico N°11 también se observa una caída en la Intensidad de Emisiones de CO₂ del Consumo de Energía (cuánto se emite por unidad energética utilizada). En el Gráfico N°12 el indicador es un poco diferente, en tanto está compuesto por esa misma Intensidad de Emisiones de CO₂ del Consumo de Energía, pero en términos per cápita y muestra un aumento. La presencia en el G20 de China, India e Indonesia (cerca del 40% de la población mundial en conjunto y partiendo de niveles de consumo energético per cápita muy bajos respecto del promedio mundial) son los que aportan un sesgo diferente en el comportamiento de la variable.

73 Informe de la Agencia Internacional de Energía (IEA/AIE) del 30/05/2011.

<http://www.rtve.es/temas/aie-agencia-internacional-de-la-energia/48650/>

74 Tanto los escenarios futuros como los desafíos de los próximos 50 años están planteados con detalle e IEA (2011), WBCSD (2010).

75 Es importante tener en cuenta que muchas veces los países con problemas de empleo y de ingresos, que están en etapas tempranas de su industrialización, han abierto sus fronteras al establecimiento de actividades energo-intensivas y de dudosa calidad desde el punto de vista ambiental y así poder generar empleo y poder tener mejoras en su balanza comercial. Muchas veces el incentivo pasa por presentar reglamentaciones más laxas (principalmente desde el punto de vista laboral y ambiental) o precios de la energía y los recursos naturales más favorables. MARTINEZ ALIER (1995).

76 Hace referencia al accidente en la Central Nuclear homónima, ocurrido el 11 de marzo de 2011, que comprende una serie de incidentes, tales como: las explosiones en los edificios que albergan los reactores nucleares, fallas en los sistemas de refrigeración, la triple fusión del núcleo y liberación de radiación al exterior, registrados como consecuencia de los desperfectos ocasionados por un terremoto y tsunami en Japón. Asimismo, los cuestionamientos a la Energía Nuclear generan nuevos desafíos, como por ejemplo: cómo afecta a la oferta de otras fuentes de cara a la mitigación del cambio climático y cómo responderán los precios de las fuentes sustitutas. No hay que perder de vista que algunos países que tienen congeladas las inversiones en energía nuclear, están manejando la opción de producir energía, en forma masiva, a partir de la utilización del carbón.

77 IEA (2011).

78 IPCC (2018).

79 IEA (2011), WBCSD (2010), UNEP (2011), UNEP (2017), EWING, et al. (2010).

80 El concepto de economía de cuidado refiere al sistema de reproducción social conformado tanto por el trabajo doméstico no remunerado realizado al interior de los hogares, así como también a la provisión pública y privada de servicios de cuidado. Este concepto tiene un componente de género importante dado que, en la mayor parte de los países, se trata de un trabajo preponderantemente realizado por mujeres. CEPAL (2005).

81 WBCDS (2010), de acuerdo a datos de IEA (2003).

82 WBCDS (2010).

83 UNEP (2017).

Recuperación de tecnologías ancestrales y sustentables en Jujuy

La vicuña como modelo de producción sustentable

Ciencia e historia se unen para preservar a la vicuña

*Cazando vicuñas anduve en los cerros
Heridas de bala se escaparon dos.*

*- No caces vicuñas con armas de fuego;
Coquena se enoja, - me dijo un pastor.*

*- ¿Por qué no pillarlas a la usanza vieja,
cercando la hoyada con hilo punzó ?
- ¿Para qué matarlas, si sólo codicias
para tus vestidos el fino vellón ?*

Juan Carlos Dávalos, Coquena

Lo primero es pedir permiso a la Pachamama. Porque a ella, en la cosmovisión andina, pertenecen las vicuñas que se extienden por el altiplano de Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Una ceremonia ancestral, unida a la ciencia moderna, permite que comunidades y científicos argentinos exploten de manera sustentable un recurso de alto valor económico y social.

La vicuña es una especie silvestre de camélido sudamericano que habita en la puna. Hasta 1950-1960 estuvo en serio riesgo de extinción debido a la ausencia de planes de manejo y conservación. Desde la llegada de los españoles se comenzó con la caza y exportación de los cueros para la obtención de la fibra, que puede llegar a valer U\$S600 por kilo, lo que llevo a la casi desaparición de estos animales. Por ese entonces, la población de vicuñas en América era cercana a los 4 millones de ejemplares, en 1950 no eran más de 10.000.

A fines de la década del 70 Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Ecuador firmaron un Convenio para la conservación y manejo de la vicuña que permitió recuperar su población hasta contar en la actualidad con más de 76 mil ejemplares en nuestro país.

En Santa Catalina, Jujuy, a 3.800 metros sobre el nivel del mar, investigadores de CONICET, junto a comunidades y productores locales, han logrado recuperar una tecnología prehispánica sustentable para la obtención de la fibra de vicuña. Se trata de una ceremonia ancestral y captura mediante la cual se arrean y esquilan las vicuñas silvestres para obtener su fibra. Se denomina chaku y se realizaba en la región antes de la llegada de los conquistadores españoles. Según Bibiana Vilá, investigadora independiente de CONICET y directora del grupo Vicuñas, Camélidos y Ambiente (VICAM) *“Hoy podemos pensar en volver a hacer ese chaku prehispánico sumado a técnicas que los científicos aportamos para que las vicuñas pasen por toda esa situación sufriendo el menor stress posible. Las vicuñas vuelven a la naturaleza, la fibra queda en la comunidad, y nosotros tomamos un montón de datos científicos.”*

El chaku

El chaku es una práctica ritual y productiva para la esquila de las vicuñas. Durante el imperio inca, las cacerías reales o chaku eran planificadas por el inca en persona. En esta ceremonia se esquilaba a las vicuñas y se las liberaba nuevamente a la vida silvestre. La fibra obtenida era utilizada para la confección de prendas de la elite y su obtención estaba regulada por mecanismos políticos, sociales, religiosos y culturales. Se trata de un claro ejemplo de uso sustentable de un recurso natural. Hugo Jacobaccio, zooarqueólogo e investigador principal de CONICET, explica que *“actualmente el chaku concentra hasta 80 personas, pero durante el imperio inca participaban de a miles. Hoy las comunidades venden esa fibra a acopiadores textiles y obtienen un ingreso que complementa su actividad económica principal, el pastoreo de llamas y ovejas”*.

El proceso comienza con la reunión de todos los participantes, luego toman una soga con cintas de colores reunidos en semicírculo y arrean lentamente a las vicuñas guiándolas hacia un embudo de red de 1 km de largo que desemboca en un corral. Cuando los animales están calmados se los esquila manipulándolos con sumo cuidado para reducir el stress y se los libera. Hoy, 1500 años después del primer registro que se tiene de esta ceremonia, la ciencia argentina suma como valor agregado: el bienestar animal y la investigación científica. En tiempo del imperio Inca, el chaku se realizaba cada cuatro años, actualmente se realiza anualmente sin esquila a los mismos animales *“se van rotando las zonas de captura para que los animales renueven la fibra”* explica Jacobaccio. Según Vilá *“es un proyecto que requiere mucho trabajo pero que demuestra que la sustentabilidad es posible, tenemos un animal vivo al cual esquilamos y al cual devolvemos vivo a la naturaleza. Tiene una cuestión asociada que es la sustentabilidad social ya que la fibra queda en la comunidad para el desarrollo económico de los pobladores locales.”*

Yanina Arzamendia, bióloga, investigadora asistente de CONICET y miembro del equipo de VICAM, explica que se

esquilan sólo ejemplares adultos, se las revisa, se toman datos científicos y se las devuelve a su hábitat natural. Además destaca la importancia de que el chaku se realice como una actividad comunitaria *“en este caso fue impulsada por una cooperativa de productores locales que tenían vicuñas en sus campos y querían comercializar la fibra. Además participaron miembros del pueblo originario, estudiantes universitarios y científicos de distintas disciplinas. Lo ideal es que estas experiencias con orientación productiva tengan una base científica.”*

Paradojas del éxito.

La recuperación de la población de vicuñas produjo cierto malestar entre productores ganaderos de la zona. Muchos empezaron a percibir a la vicuña como competencia para su ganado en un lugar donde las pasturas no son tan abundantes. En este aspecto el trabajo de los investigadores de CONICET fue fundamental, según Arzamendia *“el chaku trae un cambio de percepción que es ventajoso para las personas y para la conservación de la especie. Generalmente el productor ve a las vicuñas como otro herbívoro que compite con su ganado por el alimento y esto causa prejuicios. Hoy comienzan a ver que es un recurso valioso y ya evalúan tener más vicuñas que ovejas y llamas. Nuestro objetivo es desterrar esos mitos”,* concluye.

Pedro Navarro es el director de la Cooperativa Agroganadera de Santa Catalina y reconoce los temores que les produjo la recuperación de la especie: *“Hace 20 años nosotros teníamos diez, veinte vicuñas y era una fiesta verlas porque habían prácticamente desaparecido. En los últimos años se empezó a notar un incremento y más próximamente en el último tiempo ya ese incremento nos empezó a asustar porque en estas fincas tenemos ovejas y tenemos llamas”. Navarro identifica la resolución de estos problemas con el trabajo del grupo VICAM: “Yo creo que como me ha tocado a mí tener que ceder en parte y aprender de la vicuña y de VICAM, se puede contagiar al resto de la gente y que deje de ser el bicho malo que nos perjudica y poder ser una fuente más productiva.”*

La fibra de camélido

Además de camélidos silvestres como la vicuña o el guanaco, existen otros domesticados como la llama cuyo manejo es similar al ganado, para impulsar la producción de estos animales y su fibra, el Estado ha desarrollado dos instrumentos de fomento. En la actualidad se encuentran en evaluación varios proyectos para generar mejoras en el sector productor de fibra fina de camélidos que serán financiados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Se trata de dos Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial destinados a la agroindustria y al desarrollo social que otorgarán hasta \$35.000.000 y \$8.000.000 respectivamente. Los proyectos destinados a la Agroindustria son asociaciones entre empresas y organismos del sector público con el objetivo de mejorar la calidad de la fibra de camélido doméstico a partir del desarrollo de técnicas reproductivas, mejoramiento genético e innovaciones en el manejo de rebaños; incorporar valor a las fibras a partir de mejoras en la materia prima o el producto final; permitir la trazabilidad de los productos para lograr su ingreso en los mercados internacionales y fortalecer la cadena de proveedores y generar empleos calificados.

La convocatoria Desarrollo Social tiene como fin atender problemas sociales mediante la incorporación de innovación en acciones productivas, en organización social, en el desarrollo de tecnologías para mejorar la calidad de vida de manera sostenible y fomentar la inclusión social de todos los sectores. Otorgará hasta \$8.000.000 por proyecto que mejore las actividades del ciclo productivo de los camélidos domésticos, la obtención y/o el procesamiento de la fibra, el acopio, el diseño y el tejido, el fieltro y la confección de productos.



EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO DESDE SUELOS AGRÍCOLAS Y ALTERNATIVAS PARA MITIGARLAS.

Palabras clave: nitrógeno mineral, fertilización, secuestro de carbono, manejo del suelo.
Key words: mineral nitrogen, fertilization, carbon sequestration, soil management.

El óxido nitroso (N_2O) es un gas efecto invernadero con un poder de calentamiento equivalente a 296 veces mayor que el del dióxido de carbono (CO_2). El N_2O es producido a partir del nitrógeno mineral que entra a los suelos en forma de fertilizantes, abonos orgánicos, residuos de cosecha y deyecciones animales (heces y orina). Se genera como un producto colateral de las reacciones microbianas de nitrificación (producción aeróbica de nitratos a partir del nitrógeno orgánico del suelo) y de desnitrificación (respiración anaeróbica de nitratos), y constituye una fuente principal de emisión de nuestro país. Es por ello, que resulta importante conocer cuáles son los factores determinantes de las emisiones de N_2O desde los suelos, para poder elaborar estrategias de manejo que procuren mitigar las emisiones de N_2O . Los factores reguladores de las emisiones de N_2O pueden clasificarse en próximos o distales. Los factores próximos son la calidad del sustrato (proporción de carbono y nitrógeno) y el medio ambiente (temperatura, potencial redox, contenido de humedad, pH). Los factores distales son muy variados y abarcan a las condiciones del suelo y el manejo que se realiza sobre él. Las medidas posibles a tomar pasan por: (i) la mitigación de emisiones causadas por el incremento de la eficiencia de uso del N aplicado vía fertilizantes sintéticos; y (ii) el incremento de los sumideros de carbono a través de la intensificación de las rotaciones de cultivos, o la integración de ganadería en pastoreo con cultivos de cobertura. La adopción de estas prácticas se logrará en gran parte cuando los productores perciban su utilidad y beneficio económico.

Miguel A. Taboada^{1,2*}, Vanina R. N. Cosentino^{1,2}, Alejandro O. Costantini^{1,3}.

⁽¹⁾ Instituto de Suelos. INTA. Nicolás Repetto y de los Reseros s/n, CP 1686 Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

⁽²⁾ CONICET

⁽³⁾ Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía. UBA. Av. San Martín 4453. Buenos Aires, Argentina.

E-mail: *taboada.miguel@inta.gob.ar

Nitrous oxide (N_2O) is a greenhouse gas with a global warming potential equivalent to 296 times that of carbon dioxide (CO_2). N_2O emissions are produced from mineral nitrogen that enters the soil in the form of fertilizers, organic manures, crop residues and animal dejections (feces and urine). It is produced as a collateral product of the microbial reactions of nitrification (aerobic production of nitrates from organic soil nitrogen) and denitrification (anaerobic nitrate respiration), and constitutes a key emission source in our country. That is why it is important to know what are the determinants of N_2O emissions from soils, in order to develop soil management strategies to mitigate N_2O emissions. Regulatory factors for N_2O emissions can be classified in proximal or distal. The proximal factors are the quality of the substrate (carbon and nitrogen ratio) and the environment (temperature, redox potential, moisture content, pH). There are several distal factors such as the soil conditions and soil management. Possible mitigation measures include: (i) the mitigation of emissions caused by the increase in the efficiency of N use applied via synthetic fertilizers; and (ii) the increase of carbon sinks through the intensification of crop rotations, or the integration of livestock grazing with cover crops. The greater adoption of these practices will be achieved largely when farmers perceive their utility and economic benefit.

El óxido nitroso (N_2O) es un gas con efecto invernadero (GEI) cuyo potencial de calentamiento global equivale a 296 veces el causado por el dióxido de carbono (CO_2) y a dife-

rencia de los otros GEI provenientes del sector agropecuario (CO_2 , metano), se produce principalmente desde los suelos de este sector, es decir suelos bajo producción de cultivos,

forrajes, maderas y ganado doméstico. El N_2O se produce en forma natural en los suelos mediante los procesos microbianos de nitrificación (1) y desnitrificación (2) del ni-

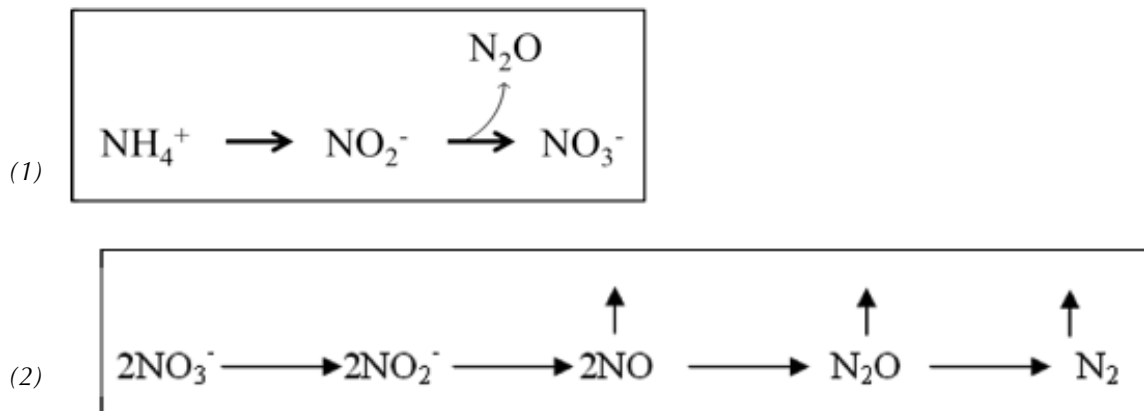


Figura 1. Esquema de los procesos microbiológicos de nitrificación (1) de desnitrificación (2) en el suelo (Robertson y Groffman, 2007) con pérdida de NO .

trógeno mineral presente en los suelos (Figura 1). Siendo el proceso de desnitrificación (anaeróbico) quien presenta mayor producción de N_2O que el proceso de nitrificación (aeróbico; Bateman y Baggs, 2005).

El aumento de la cantidad de nitrógeno en los suelos como producto de la aplicación de fertilizantes sintéticos y/o deyecciones animales, puede producir aumentos de las emisiones de N_2O por los mecanismos descritos en la Figura 1. Del mismo modo, los cambios de uso de la tierra realzan las emisiones de N_2O si están asociados con una elevada descomposición de la materia orgánica del suelo y la subsiguiente mineralización del N orgánico del suelo, como sucede cuando se inician cultivos en humedales, bosques y/o pastizales.

Los suelos agrícolas pueden emitir N_2O en forma directa e indirecta. Las emisiones directas incluyen a las procedentes de: 1) el nitrógeno aplicado a los cultivos agrícolas y/o pasturas; y 2) las deyecciones sobre/en los suelos dedicados a la producción animal. Las emisiones indirectas de N_2O proceden también del nitrógeno aplicado a la

agricultura a través del N volatilizado desde los fertilizantes u orina de los animales, así como del lixiviado en profundidades que aparece luego en espejos o cursos de agua (IPCC, 2006). Las emisiones de N_2O desde el sector agropecuario fueron identificadas como una categoría principal en los inventarios realizados en la última Comunicación Nacional (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015).

En general, se considera que las emisiones directas son cuantitativamente más importantes, aun cuando existe discrepancia respecto al tema. Por ejemplo, Crutzen et al. (2007) alertan que las emisiones indirectas pueden ser mucho más importantes, por la rizodeposición de compuestos ricos en nitrógeno de bajo peso molecular cerca de las raíces de cultivos leguminosos fijadores de nitrógeno atmosférico.

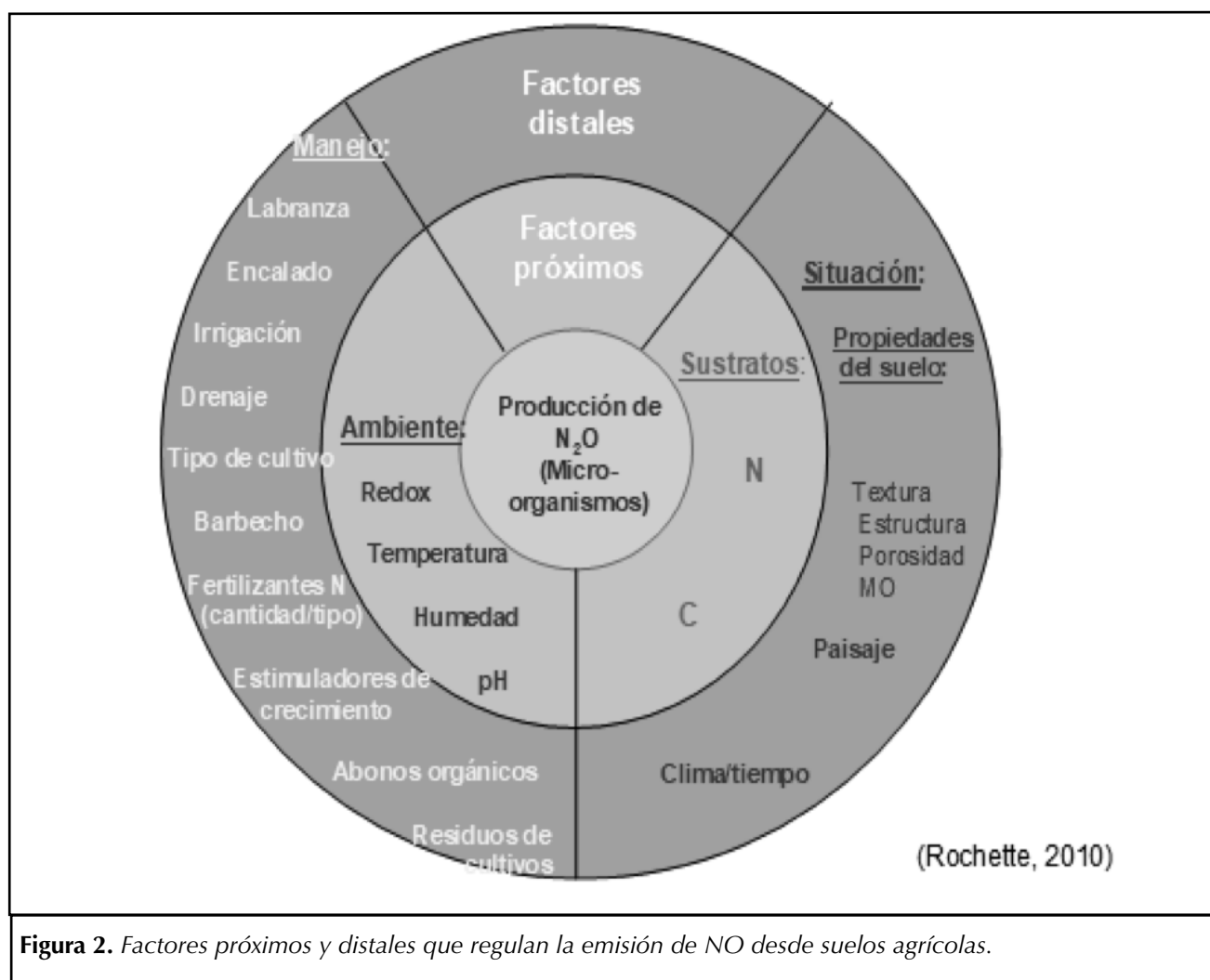
La Figura 2 muestra esquemáticamente los factores de los cuales depende la emisión de N_2O desde los suelos. Estos factores pueden ser clasificados como próximos o distales, en función del nivel de influencia que ejercen sobre la producción del N_2O (Rochette, 2010). Snyder et

al. (2009) presentaron una completa revisión de los principales factores que regulan la emisión de N_2O y su influencia relativa.

■ A) FACTORES PRÓXIMOS:

Los factores próximos son los que afectan en forma directa a la tasa de emisión de N_2O . Se distinguen entre ellos las condiciones ambientales del suelo (potencial redox, temperatura, contenido hídrico y pH) y la relación de C y N en el sustrato sobre el que actúan los microorganismos nitrificadores y desnitrificadores.

Como ya se mencionó, una parte importante de las emisiones de N_2O se origina a partir del proceso de desnitrificación (Figura 1). Por este motivo la emisión de N_2O desde el suelo se ve fuertemente afectada por el espacio poroso saturado de agua (EPSA). A medida que aumenta el porcentaje de EPSA, el contenido de O_2 del suelo disminuye y el proceso de desnitrificación comienza a aumentar su importancia relativa sobre el de nitrificación. La tasa de desnitrificación alcanza su pico máximo cuando el EPSA supera el 70%, situación en que el total de las emisiones de N_2O son producidas por



dicho proceso (Bateman y Baggs, 2005).

Entre otros factores que regulan la emisión de N_2O podemos destacar los factores ambientales, que incluyen la concentración de NO_3^- , el carbono lábil disponible, la temperatura, y el potencial redox. La desnitrificación tiene lugar preferentemente cuando el suelo sufre ciclos de encharcamiento o anegamiento y secado, lo que permite que se produzcan nitratos que luego serán pasibles de reducción, ya que ante la ausencia de oxígeno, el nitrato pasa a tomar el rol de aceptor de electrones en la reacción. Por ello, es común que tenga lugar en forma de pulsos o esporádicamente, cuando suelos previamente bien

aireados son humedecidos o saturados por las lluvias o el riego (Glinski y Stepniewski, 1985; Snyder et al., 2009). Las reacciones de nitrificación también pueden dar lugar a emisiones de N_2O y NO como productos colaterales. Se ha informado que durante la nitrificación puede perderse como N_2O entre 0,04 y 0,45 % del N aplicado (Bremer y Blackmer, 1978, citado por Snyder et al., 2009).

La relación C y N es determinada por el tipo de sustrato. En suelos agrícolas el sustrato sobre el que actúan los microorganismos lo constituyen los residuos de los cultivos. Pueden distinguirse residuos pobres en N, o de elevada relación C/N como los de las gramíneas o el gi-

rasol ($N < 1,5$ %), mientras que los residuos de las leguminosas poseen elevada concentración de N o estrecha relación C/N ($N > 1,5$ %). Una de las formas más comunes de aporte de N en suelos agrícolas son los fertilizantes sintéticos nitrogenados, como la urea (46 % N) o el UAN (32 % N), entre otros.

■ B) FACTORES DISTALES:

Estos factores pueden a su vez ser clasificados en situacionales y de manejo (Figura 2). En términos generales, su influencia no es directa, ni fácil de identificar, pues existen varias posibles interacciones que afectan su influencia. Dentro de los factores de situación, aquellas posiciones del paisaje que colecten

agua (depresiones, campos bajos), o aquellas texturas o condiciones estructurales que dificulten el drenaje del agua excedente, son factores que pueden contribuir a incrementar las tasas de emisión de N_2O desde los suelos. Del mismo modo, la compactación del suelo por tráfico agrícola puede dar lugar a aumentos en tasas de emisión, por afectar al espacio poroso responsable de la aireación de los suelos. El clima también afecta las emisiones, pues para que estas se produzcan deben generarse condiciones predisponentes en el suelo, usualmente luego de episodios de lluvias.

Existen numerosos factores de manejo que afectan indirectamente a la tasa de emisión de N_2O (Figura 2). Muchos de ellos constituyen un foco de análisis para eventuales estrategias de mitigación de las emisiones. Uno muy importante se enfoca en la tecnología de aplicación de fertilizantes nitrogenados. Existe en este sentido un conjunto de buenas prácticas de manejo, que implican por ejemplo aplicar la fuente de fertilización con una dosis, momento y ubicación tendientes a minimizar las pérdidas por emisión (Johnson et al., 1997; Snyder et al., 2009; García, 2009). Cuando se aplica N por encima de la dosis económica óptima, o cuando el N disponible (principalmente como nitratos) excede la demanda del cultivo, aumenta el riesgo de emisión de N_2O . Entre los indicadores más utilizados para determinar las mejores prácticas de manejo de los fertilizantes, se destaca la eficiencia de uso de los nutrientes, definida en términos generales, como la relación entre la producción y la cantidad de nutriente introducida en el sistema.

IPCC (2006) ha propuesto un factor de emisión del N agregado como fertilizante del 1%, lo que significa que el 1% del N del fertilizante es

emitido como N_2O ; y es este valor el que se usa en las estimaciones de emisión a nivel mundial. Sin embargo, este porcentaje varía amplia-

Tabla 1. Comparación entre prácticas de manejo tradicional y recomendadas en relación con el secuestro de carbono del suelo (adaptado de Lal, 2004).	
Métodos tradicionales	Prácticas recomendadas de manejo
1. Quema de biomasa y remoción de residuos.	Conservación de cobertura de residuos sobre el suelo.
2. Labranza convencional y cultivo con el suelo desnudo.	Labranza conservacionista, labranza cero y bajo cobertura.
3. Barbecho desnudo o sin cultivo.	Cultivos de cobertura entre cultivos de cosecha
4. Monocultivo continuo	Rotaciones de cultivos con alta diversidad
5. Agricultura con bajos insumos o de subsistencia y minería de la fertilidad del suelo	Uso racional de insumos externos a la explotación
6. Uso intenso de fertilizantes químicos	Manejo integrado de nutrientes con compost, biosólidos y ciclado de nutrientes; agricultura de precisión
7. Cultivo intensivo	Integración de árboles y ganadería con la producción de cultivos (sistemas agro-silvo-pastoriles)
8. Riego superficial por surcos	Riego por goteo o subirrigación
9. Uso indiscriminado de pesticidas	Control integrado de plagas
10. Cultivo de tierras marginales	Programa de conservación de reservas, recuperación de suelos degradados a través del cambio de uso de la tierra.

mente según la región del mundo, condiciones ambientales y manejo del sistema de cultivo, indicándose un rango de incertidumbre de 0.3% a 3%. A nivel global, se considera que los fertilizantes nitrogenados contribuyen al 23% de la emisión total de N_2O (IFA/FAO, 2001; citado por Snyder et al., 2009), pero el nivel de participación en la matriz de emisiones varía regionalmente de acuerdo al volumen y eficiencia de uso de los fertilizantes nitrogenados. Pese a que existen ya varios trabajos de autores que han medido emisiones a campo en la Argentina (e.g. Alvarez et al. 2012, Cosentino et al. 2013, Chalco Vera et al. 2017), aún no es posible determinar factores de emisión adaptados a las condiciones locales del país. Para obtenerlos, serán necesarios mayores esfuerzos articulados y continuados en el tiempo, lo cual requiere mayor inversión en recursos humanos y equipamiento que la realizada hasta el momento.

■ MITIGACIÓN DE EMISIONES EN LA AGRICULTURA.

Las opciones de mitigación en el agro deben surgir de: a) la reducción de las emisiones de N_2O ; y b) el aumento de los sumideros de carbono. Un resumen de las prácticas de manejo recomendadas (PMR) y los manejos tradicionales que reemplazan se presenta en la Tabla 1. Las PMR mencionadas en la tabla son genéricas, pero su adaptación local es sitio-específica por lo que es difícil poder extrapolar resultados de un sitio a otro.

A modo de síntesis, puede afirmarse que las medidas posibles a tomar pasan por: (i) la mitigación de emisiones causadas por el incremento de la eficiencia de uso del N aplicado vía fertilizantes sintéticos; y (ii) el incremento de los sumideros de carbono a través de la intensifica-

ción de las rotaciones de cultivos, o la integración de ganadería en pastoreo con cultivos de cobertura. La mayor adopción de estas prácticas se logrará en gran parte cuando los productores perciban su utilidad y beneficio económico.

■ BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, C., Costantini, A., Alvarez, C.R., Alves, B.R., Jantalia, C.P., Martellotto, E.E. y Urquiaga, S. (2012). Soil nitrous oxide emissions under different management practices in the semiarid region of the Argentinian Pampas. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 94: 209-220.

Bateman, E.J. y Baggs, E.M. (2005). Contributions of nitrification and denitrification to N_2O emissions from soils at different water-filled pore space. *Biology and Fertility of Soils*. 41: 379-388.

Chalco Vera, J.; Valeiro, A.; Posse, G.; Acreche, M.M. (2017). To burn or not to burn: The question of straw burning and nitrogen fertilization effect on nitrous oxide emissions in sugarcane. *Sci. Total Environ*. 587: 399-406.

Cosentino, V.R.N., Figueiro Aureggi, S.A. y Taboada, M.A. (2013). Hierarchy of factors driving N_2O emissions in non-tilled soils under different crops. *European Journal of Soil Science*. 64: 550-557.

Crutzen, P.J., Mosier, A.R., Smith, K.A., Winiwarter, W. (2007). N_2O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmos. Chem. Phys. Discuss*. 7: 11191-12205.

García, F. O. (2009). Eficiencia de uso de los nutrientes y mejo-

res prácticas de manejo para la nutrición de cultivos de grano. *Simposio Fertilidad*. 2009: 9-18.

Glinski, J., Stepniewski, W. (1985). *Soil aeration and Its Role for Plants*. CRC Press. Boca Raton, Florida: 138.

IPCC. (2006). *Guidelines for national greenhouse gas inventories*. Volume 4. Agriculture, forestry and other land use <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4html>.

Johnson, J.W., Murrell, T.S., Reetz Jr., H.F. (1997). Balanced fertility management: a key to nutrient use efficiency. *Better Crops*. 81, 3-5.

Robertson, G.P. y Groffman P. (2007). Nitrogen transformations. Pp. 341-64 en Paul, E.A. (ed.) *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*.

Rochette, P. (2010). Soil N_2O emissions. Possible refinements to the IPCC 2006 Guidelines. Presentado en IPCC Expert Meeting on HWP, Wetlands and Soil N_2O . Ginebra, octubre de 2010.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2015). Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Jefatura de Gabinete de Ministros, Presidencia de la Nación, Buenos Aires, 282 p.

Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L. Fixen, P.E. (2009). Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 133: 247-266.

¡¡Oferta!!
Pipetas y
Artículos
Plásticos



ThermoForma

ThermoLabsystems



Nikon



ThermoSorvall



ThermoSorvall



Para encontrar todas las soluciones
en instrumental, no hace falta investigar.

 **microlat**
instrumental científico

Carlos Pellegrini 755 - Piso 9 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Tel/Fax 4326 5205 - 4322 6341 - www.microlat.com.ar



Thermo

TMC



FOTODYNE

convirion

HITACHI



Molecular Devices

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN GANADERA.

Palabras clave: fermentación entérica, deyecciones animales, pastoreo.
Key words: enteric fermentation, animal dejections, grazing.

Uno de los impactos ambientales provocados por el sector agropecuario es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Los principales GEI emitidos desde el sector agropecuario son el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4). Estos gases elevaron mucho su concentración en el siglo XX. El sector ganadero es un importante emisor de GEI. La mayor contribución de N_2O se produce a partir de las excretas animales, principalmente las líquidas, mientras que el CH_4 se produce principalmente por fermentación entérica, siendo esta última la emisión de mayor significación en sistemas pecuarios. La investigación de emisiones GEI del sector agropecuario está en un estado incipiente en Argentina. En las últimas décadas se registró un aumento en la demanda de productos procedentes del sector ganadero a nivel mundial, lo que se explica en parte por cambios en los patrones de consumo de alimentos de algunos sectores sociales. El Inventario Nacional de GEI muestra que un 49% de estas emisiones provienen del sector agropecuario, y dentro de este sector

el 58% de los GEI son generados a partir de las distintas fuentes derivadas del ganado bajo pastoreo. Las estrategias de mitigación no necesariamente implican emitir menos GEI desde el sistema productivo, sino que pueden ser resultantes de una mayor productividad y, por ende, una menor cantidad de gas emitida por unidad de carne producida. Se resalta la importancia de contar con factores de emisión propios, medidos en nuestras condiciones y ambientes de producción.

One of the environmental impacts caused by the agricultural sector is the emission of greenhouse gases (GHG). The main GHG emitted from the agricultural sector are carbon dioxide (CO_2), nitrous oxide (N_2O) and methane (CH_4). These gases greatly increased their concentration in the 20th century. The livestock sector is an important GHG emitter. The greatest contribution of N_2O is produced from animal excreta, mainly liquid excreta, while CH_4 is mainly produced by enteric fermentation, the latter being the emission of greatest significance in livestock systems. The GHG emissions research of the agricultural sector is in an incipient state in Argentina. In recent decades there has been an increase in the demand for products from the livestock sector worldwide, which is partly explained by changes in the patterns of food consumption of some social sectors. The National GHG Inventory shows that 49% of these emissions come from the agricultural sector, and within this sector, 58% of GHG are generated from the different sources derived from livestock under grazing. Mitigation strategies do not necessarily imply emitting less GHG from the production system, but may be the result of higher productivity and, therefore, a lower amount of gas emitted per unit of meat produced. The importance of having our own emission factors, measured in our production conditions and environments, is highlighted.

Uno de los impactos ambientales provocados por el sector agropecuario es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En el efecto invernadero, una parte de la radiación infrarroja emitida por la Tierra, pasa

a través de la atmósfera, pero otra – y muy importante – es absorbida y reemitida por las moléculas de GEI y por las nubes, provocando el calentamiento de la superficie terrestre y de la troposfera (Figura 1).

Los GEI son emitidos a la atmósfera desde distintas fuentes naturales y antropogénicas (Duarte, 2006). El incremento en la emisión de estos gases es la principal causa del cambio climático. A los GEI se

Alejandro Costantini^{(1,2)*}; M. Gabriela Perez⁽²⁾; Mercedes Busto⁽²⁾; Franco González⁽²⁾; Vanina Cosentino⁽¹⁾; Romina Romaniuk⁽¹⁾; Miguel A. Taboada⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Instituto de Suelos. CIRN. INTA. ⁽²⁾ Cátedra de Edafología. Fac. de Agronomía. UBA

E-mail: *costantini.alejandro@inta.gob.ar

los caracteriza por su potencial de calentamiento global (GWP por su sigla en inglés), que es la medida de cómo una cantidad determinada

de GEI contribuye al calentamiento global. El GWP es calculado sobre un intervalo de tiempo específico, y este valor debe ser declarado para

la comparación. Algunos valores de GWP de los principales GEI pueden verse en la Tabla 1.

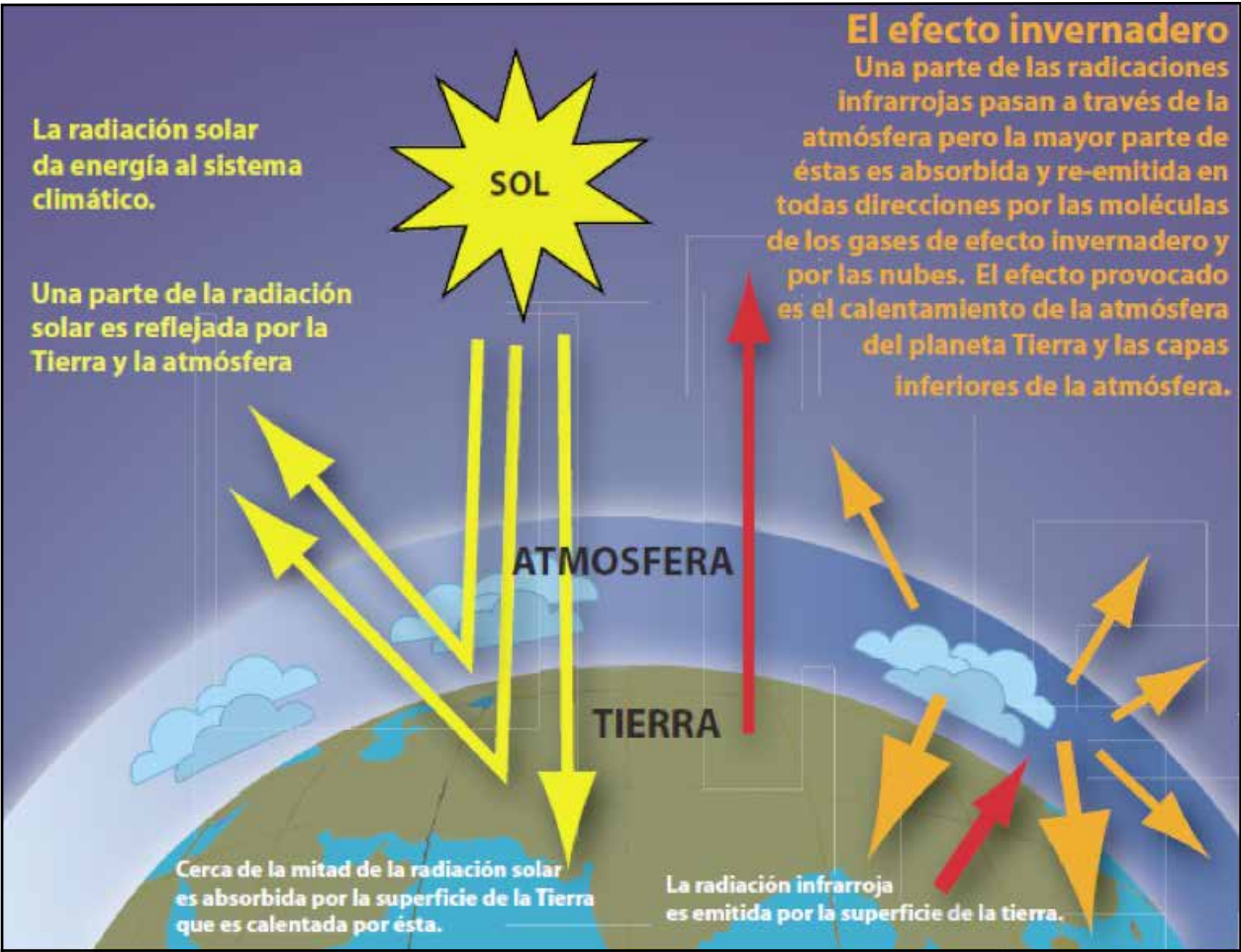


Figura 1. Efecto invernadero. Fuente: IPCC (2007).

Tabla 1:
Potencial de calentamiento global de algunos gases de efecto invernadero (en 100 años). Adaptado de IPCC (2007).

Gas	GWP
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	296
HFC	140-11700
PFC	6500-9200

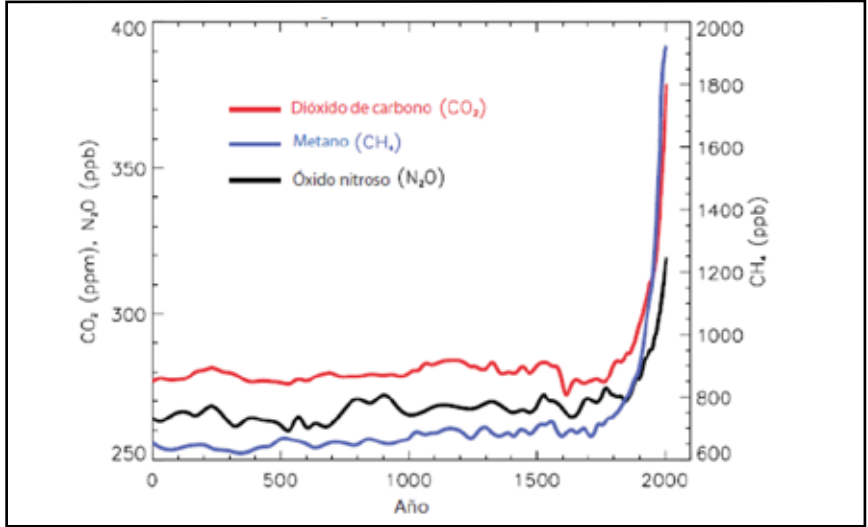


Figura 2. Concentración de los principales GEI en los dos últimos milenios. Fuente: IPCC (2007).

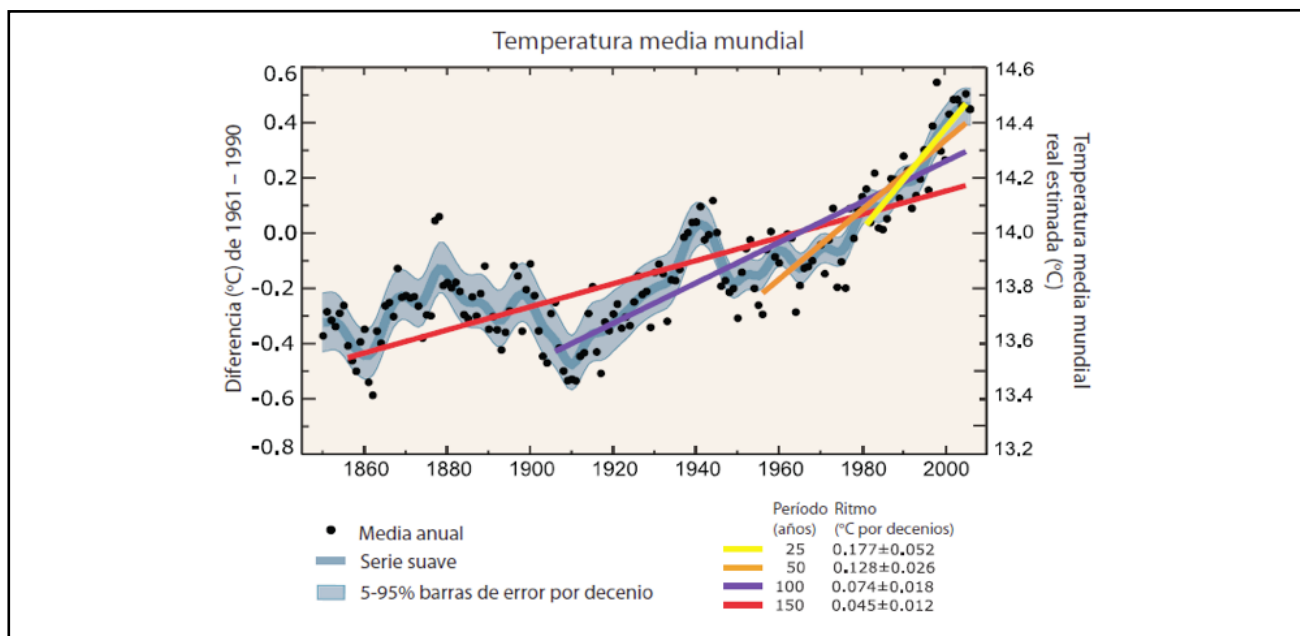


Figura 3. Cambios en la temperatura media mundial en los últimos 150 años y ritmo de incremento según la serie de años considerada. Fuente: IPCC (2007).

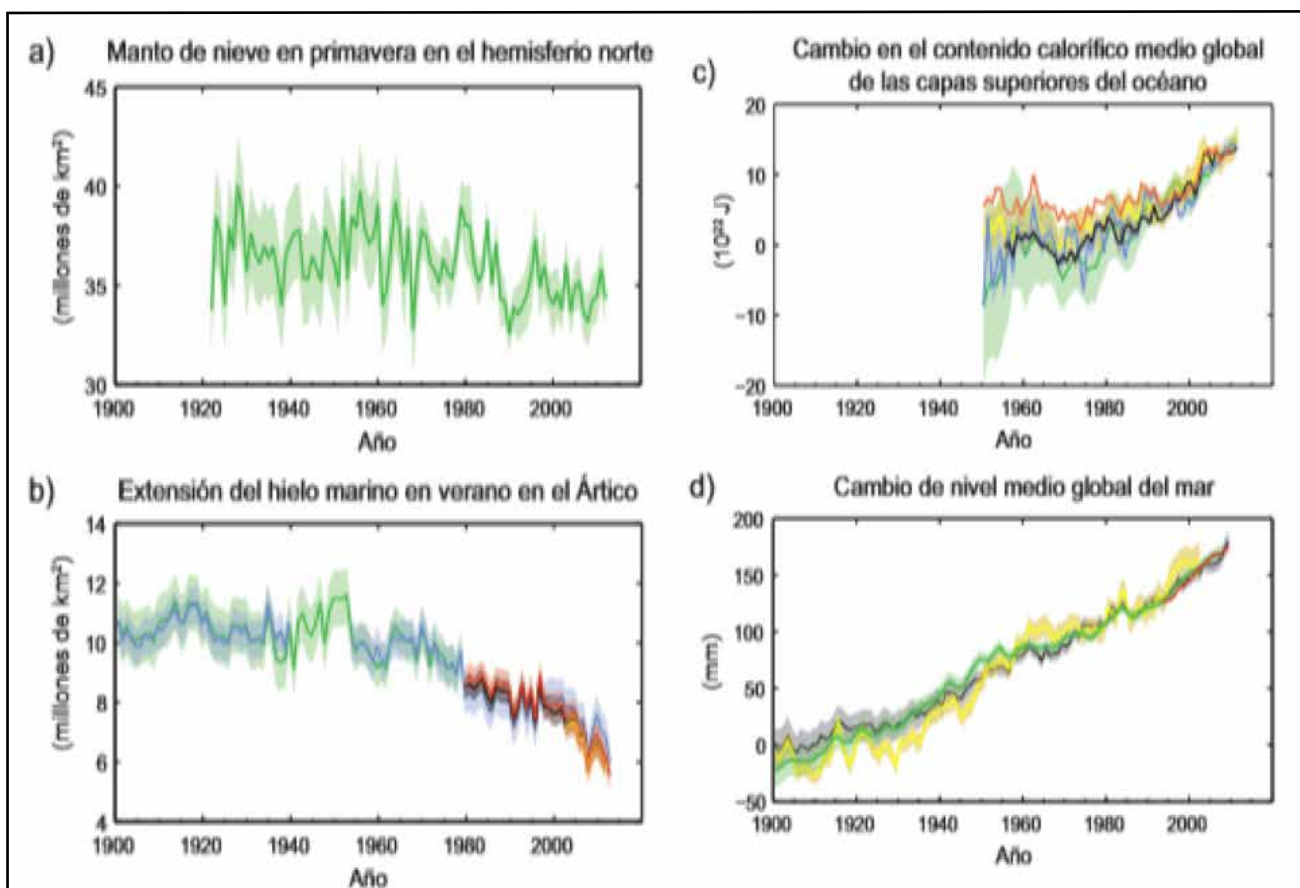
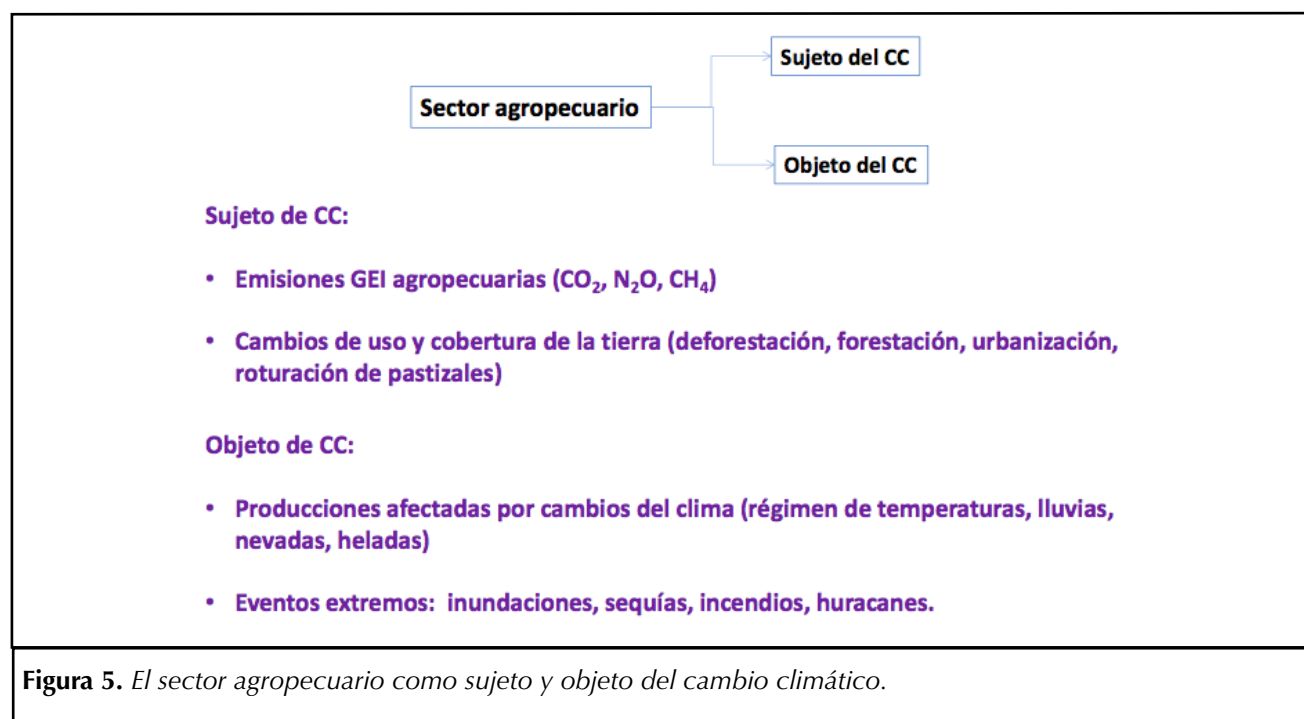


Figura 4. a) Evolución en el manto nívico en primavera en hemisferio norte, b) hielo marino en el Ártico, c) contenido calorífico medio global de las capas superiores del océano y d) cambios en el nivel medio global del mar durante el siglo XX. Fuente: IPCC (2013).



Los principales GEI emitidos desde el sector agropecuario son el CO_2 , el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4). Estos gases mantuvieron su concentración relativamente constante a lo largo de muchos años, pero a partir del siglo XVIII presentaron un incremento sostenido en el tiempo hasta llegar a ser de gran magnitud en el siglo XX, tal como se muestra en la Figura 2.

La incidencia del incremento en la concentración de estos gases parece difícil de refutar cuando se observa el incremento en la temperatura media del planeta en los últimos 150 años (Figura 3) y los cambios recientes en mediciones realizadas en mares y núcleos de hielo (Figura 4).

En un país como la Argentina, con un componente de generación de su PIB fuertemente basado en el sector agropecuario, es importante plantearse si este sector de la economía es afectado, y cómo, por el cambio climático, lo que se ilustra en la Figura 5.

El sector agropecuario partici-

pa activamente (sujeto) en la emisión de GEI. La principal fuente de emisión de este sector para el CO_2 es la descomposición aeróbica de sustancias carbonadas, principalmente emitidas a partir de cambios en el uso de la tierra. En el caso del N_2O , los procesos de nitrificación y desnitrificación a partir de especies de nitrógeno inorgánico ya presentes en el suelo se destacan como fuentes de mayor importancia. En este sentido hay una contribución importante de los fertilizantes nitrogenados. Desde el sector ganadero la mayor contribución de N_2O se produce a partir de las excretas animales, principalmente las líquidas. En referencia al CH_4 , la mayor cantidad es producida por la actividad ganadera, debido a la fermentación entérica, siendo también significativa la emisión de este gas en agricultura cuando se realiza arroz bajo inundación, y se produce entonces una descomposición anaeróbica de los sustratos carbonados. Por otra parte, el sector es claramente objeto del cambio climático, ya que queda expuesto a los eventos extremos que puedan registrarse y también a

las variaciones del clima, aunque en esta última situación, las consecuencias no sean necesariamente negativas. Así, a modo de ejemplo, la suba de temperaturas en altas latitudes podría ser favorable para algunas producciones (Figura 6).

Dentro de un panorama de investigación muy incipiente en la Argentina, los primeros pasos en la determinación de emisiones de GEI fueron dados en la producción agrícola. No resulta fácil dilucidar esta razón. Tal vez sea la mayor facilidad de trabajo en las áreas bajo agricultura que en aquellas bajo ganadería, sobre todo por la heterogeneidad de estas últimas. Otra causa podría ser el amplio uso de fertilizantes nitrogenados en nuestro país, principalmente del tipo amoniacal, que actúan como fuente de óxido nitroso. Finalmente, otra probable causa es que estas investigaciones a campo se iniciaron en un momento de fuerte retracción de la producción ganadera.

La expansión de la frontera agropecuaria generó el avance de la

superficie destinada a cultivos agrícolas (Lombardo et al., 2014), con los consiguientes cambios en el uso del suelo. A su vez, esto provocó el desplazamiento de la actividad ganadera. Según datos de SENASA, entre 1994 y 1997, se incrementó en un 16% la producción vacuna en la Patagonia, 14% en el NOA y región semiárida y en un 13% en el NEA;

a la vez que hubo una disminución de un 10% en la región pampeana (Viglizzo y Jobbágy, 2011). En esta última, el avance de la agricultura se realizó en detrimento de los pastizales y pasturas (Lombardo et al., 2014), desplazando a la ganadería a tierras menos productivas.

En las últimas décadas se registró

un aumento en la demanda de productos procedentes del sector ganadero a nivel mundial (FAO, 2016), y en este sentido la carne vacuna no es la excepción. Esto se explica en parte por cambios en los patrones de consumo de alimentos de algunos sectores sociales (Canosa, 2016). Según estimaciones de FAO (2009), de acuerdo con el crecimiento poblacional, se espera un incremento del 70% en el consumo de productos de origen animal para el año 2050 respecto al del 2005. En la Argentina, del total nacional de la producción bovina, el 92% se destina al consumo interno, alcanzando un total de 12.100.979 cabezas faenadas en el 2014 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2014).

La actividad ganadera es una componente muy importante en la emisión de GEI, en el mundo en general, y en la Argentina en particular. El Inventario Nacional de GEI que aparece en la 3ª Comunicación Nacional de Gases de Efecto invernadero (SAyDS, 2015) muestra que un 49% de estas emisiones provienen del sector agropecuario (Figura 7). Dentro de este sector, el 58% de los GEI son generados a partir de las distintas fuentes derivadas del ganado bajo pastoreo (Figura 8). Estas cifras, contundentes en cuanto a las emisiones de gases, sumado a la reconstitución del *stock* vacuno, vuelve fundamental el enfoque de las investigaciones sobre emisiones de GEI desde la ganadería.

Nieto et al. (2012), en una simulación de un sistema ganadero de producción de carne típico de la región central Argentina, muestran que las emisiones de CH_4 son ampliamente preponderantes por sobre las de N_2O . En los sistemas ganaderos, el componente principal de emisión de CH_4 se produce por la fermentación entérica en el rumen de los

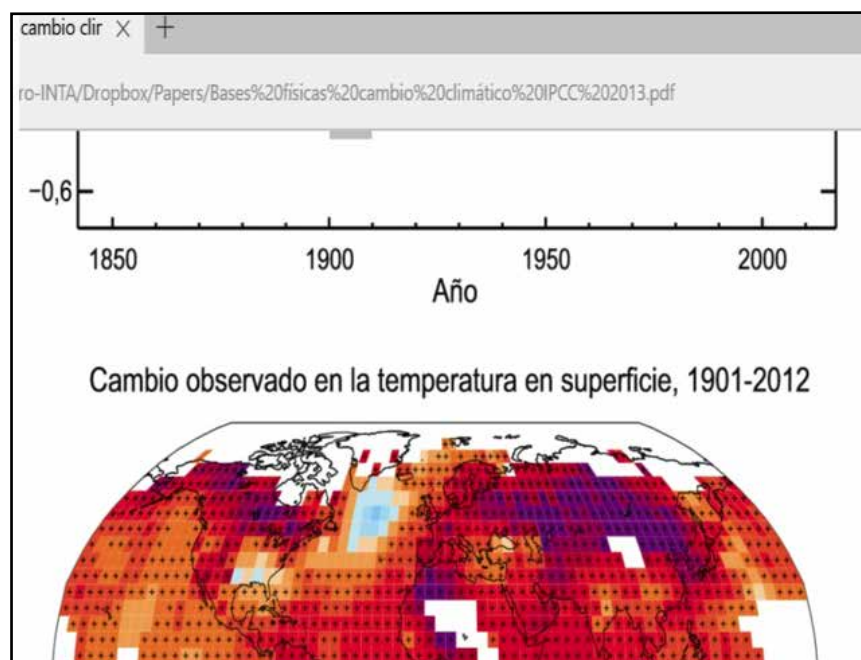


Figura 6. Cambio observado en la temperatura en superficie. Fuente: IPCC (2013).

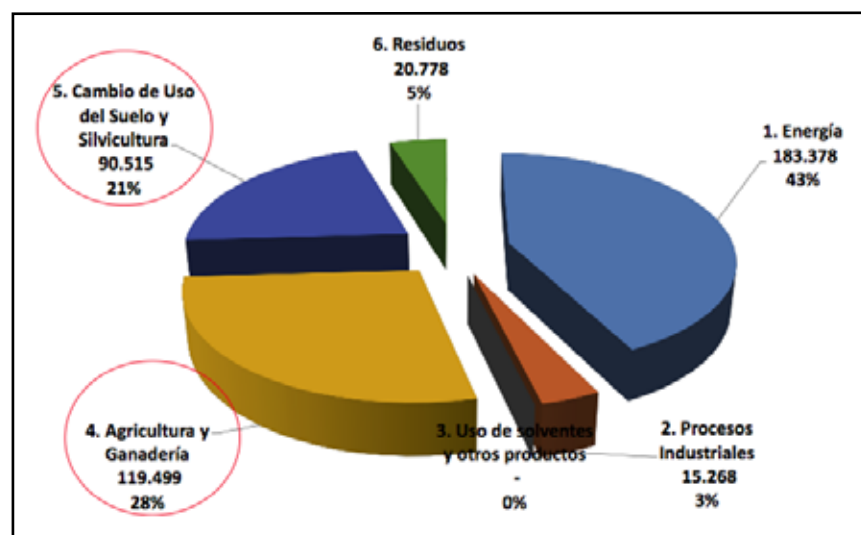
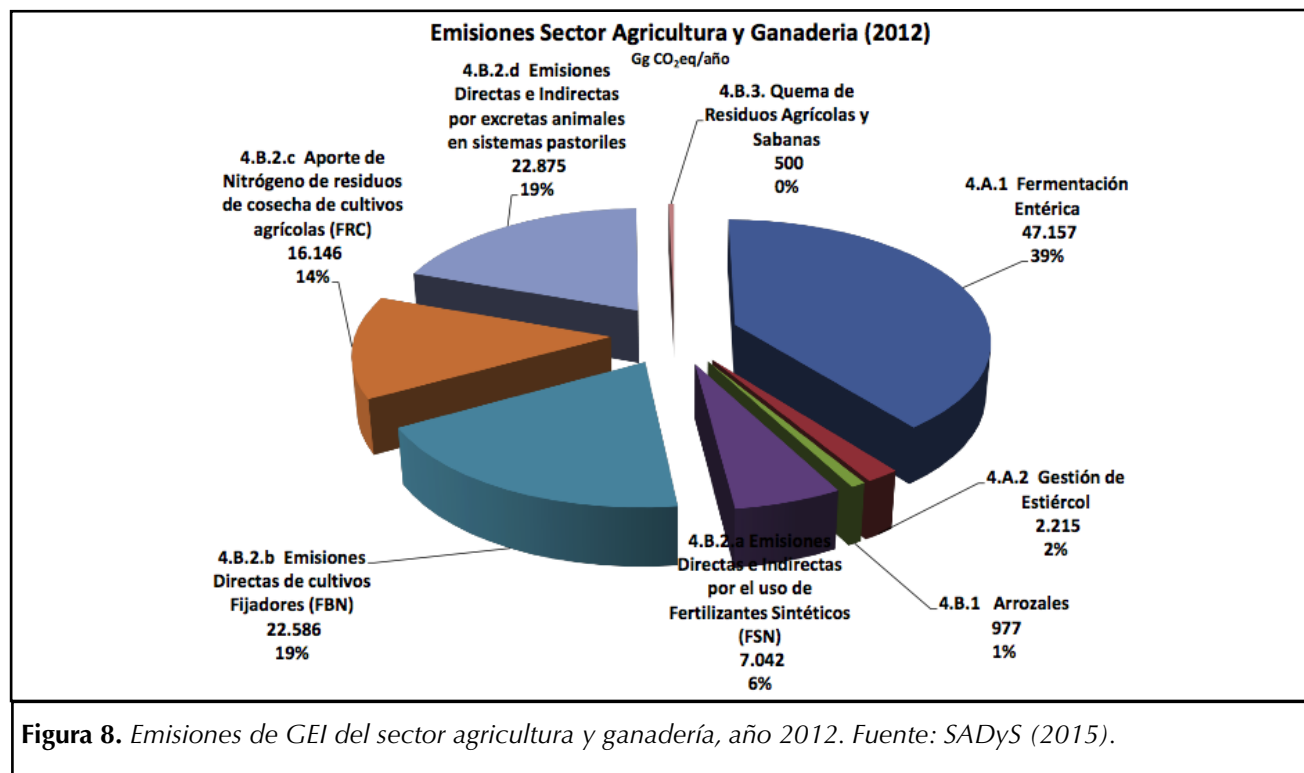


Figura 7. El inventario de GEI de la Argentina para el año 2012. Fuente: SAyDS (2015).



animales en pastoreo, mientras que una proporción minoritaria es emitida desde el suelo por la gestión del estiércol. Así, el metano proveniente de fermentación entérica es, según la 3ª Comunicación Nacional, de 47.157 Gg CO₂ eq para el año 2012, comparado con los 22.875 Gg CO₂ eq del N₂O emitido directa e indirectamente por excretas animales. Para tener idea del orden de magnitud, el CH₄ emitido (en eq CO₂) es prácticamente equivalente al que se genera a partir de la combustión por transporte automotor.

En relación al ganado bovino, se ha identificado el mismo patrón de crecimiento y decaimiento en las emisiones de GEI respecto a las fluctuaciones de producción de carne bovina de la Argentina (SAyDS, 2015). De este modo, dado que se espera un crecimiento sostenido en la producción de carne bovina local, también se estima que se incrementarán los GEI emitidos desde el sector. Sin embargo, a partir de medidas de mitigación, dichas emisiones po-

drían crecer a tasas menores que las históricas registradas (SAyDS, 2015). Estas estrategias de mitigación no necesariamente implican emitir menos GEI desde el sistema productivo, sino que pueden ser resultantes de una mayor productividad y, por ende, una menor cantidad de gas emitida por unidad de carne producida.

El conocimiento de las emisiones de estos gases durante la cría a campo del ganado bovino es fundamental a la hora de estimar la huella de carbono de estos productos pecuarios, cuyo cálculo involucra la consideración de todos los GEI que se emiten en los distintos tramos de la cadena de producción de un bien (Carbon Trust, 2012). En este sentido cobran importancia los inventarios de GEI que realiza periódicamente el país. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que para su confección se siguen las metodologías establecidas por IPCC, usando sus factores de emisión, y por ello, podrían llegar a tener diferencias con los valores

realmente emitidos. Esto se da frente a la situación de carencia de factores de emisión propios. Algunos autores mencionan que puede existir sobreestimación de los valores utilizando la metodología de IPCC (Alvarez et al., 2012; Jantalia et al., 2008). Sin embargo, solamente puede conocerse esta sobreestimación -si existiera- midiendo emisiones y calculando factores de emisión propios, tal como sugieren Cardoso et al. (2016). En este sentido, la precisión en la determinación de las emisiones es fundamental, tanto desde el punto de vista ambiental, como desde el económico, donde no podrá soslayarse la creación de barreras comerciales y la necesidad de preservación de los mercados ya existentes, según lo comenta Viglizzo (2010).

Así, el abordaje de esta problemática debe enfocarse desde diferentes disciplinas y miradas. Dada la importancia de la emisión de CH₄ entérico dentro de las emisiones totales, la calidad de la dieta puede

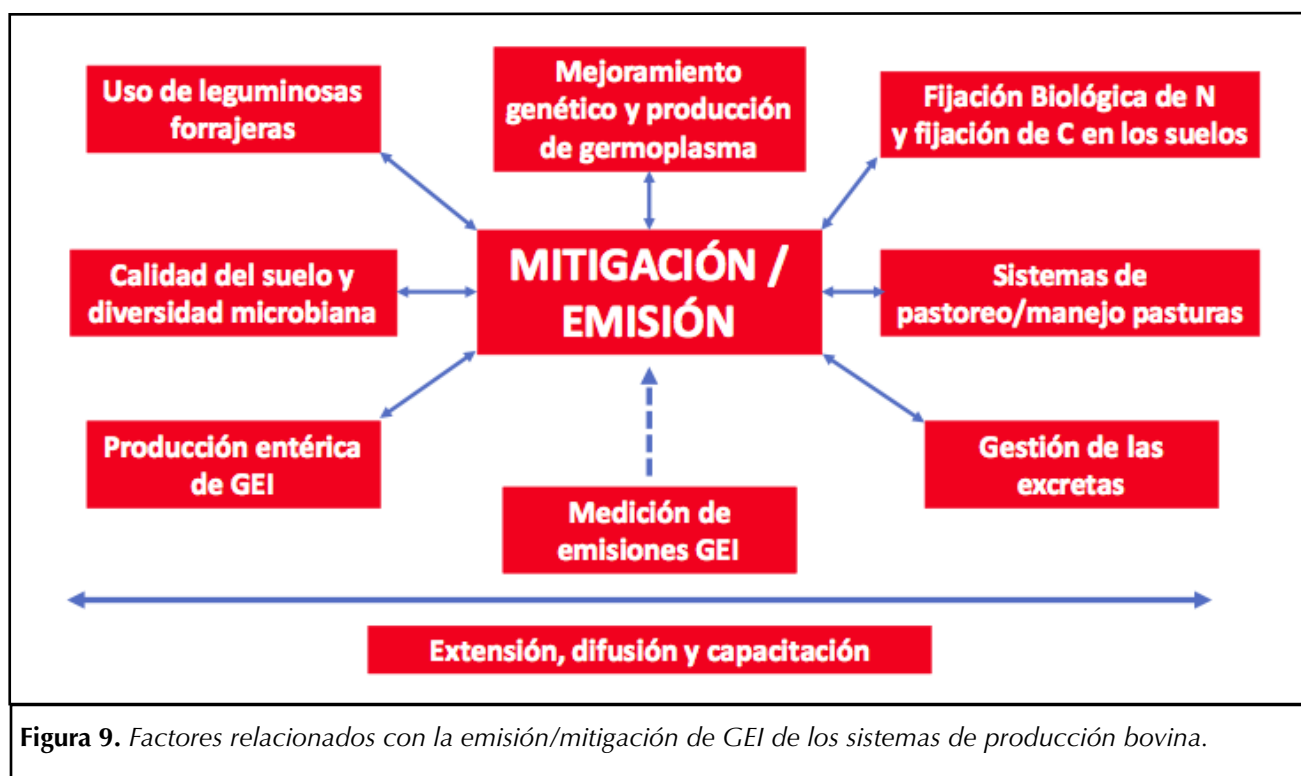


Figura 9. Factores relacionados con la emisión/mitigación de GEI de los sistemas de producción bovina.

tener gran influencia en ellas, y por tanto los especialistas en nutrición animal podrían tener mucho que aportar, al igual que aquellos que se dedican a la producción de forrajes, al momento de decidir las especies que compondrán la pastura. Claro está que si se trata de utilizar los mejores recursos forrajeros, la intervención de los mejoradores de genética vegetal puede realizar un gran aporte. Resulta claro que estas intervenciones son factibles de ser realizadas en diferentes escalas de tiempo.

El suelo juega también un papel preponderante en las emisiones en sistemas ganaderos bajo pastoreo directo, básicamente a través de las emisiones de N_2O derivadas de las excretas (y eventualmente de la fertilización en caso de que se lleve a cabo en las pasturas), mediante los procesos de nitrificación y desnitrificación. En este último, algunos factores tales como el espacio poroso saturado con agua o el contenido de nitratos podrían tener fuerte incidencia. Sin embargo, es necesario

poseer más conocimiento de otros factores, principalmente los microbiológicos, dado que muchos de los procesos de transformación del nitrógeno en el suelo son mediados por microorganismos. Puede verse entonces que la ciencia del suelo está fuertemente involucrada a través de varias de sus disciplinas en esta problemática (Figura 9).

La emisión neta de GEI en un sistema productivo dependerá de la relación entre el carbono emitido y el carbono secuestrado. Sin embargo, más importante que conocer las cantidades absolutas, puede resultar el conocimiento de la cantidad de GEI emitida por unidad de producto obtenido. En muchos de nuestros sistemas de producción agropecuaria conocemos con precisión lo que se produce y hasta la forma en que esa producción podría mejorarse, muchas veces sujeta a situaciones coyunturales, principalmente económicas. Lamentablemente no podemos decir lo mismo de la cantidad de GEI emitida, la cual no solamente

es calculada en un 100% mediante Factores de Emisión no propios, sino que además el número de mediciones en condiciones de campo que posee el país es muy bajo.

Los actores de todas las áreas de la ciencia antes mencionados deberán participar activamente para demostrar a la comunidad en general (comenzando por los niveles educativos más básicos) y a los tomadores de decisiones en particular, acerca de la importancia económica y ambiental de estos estudios. Con ello se busca incrementar en el menor tiempo posible el número de mediciones disponibles para diferentes situaciones de producción en el sector.

■ BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, C., Costantini, A., Alvarez, C.R., Alves, B.J.R., Jantalia, C.P., Martellotto, E.E. & Urquiaga, S. (2012). Soil nitrous oxide emissions under different management practices in the semiarid region of the Argentinian

- Pampas. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 94, 209–220.
- Canosa, F. (2016). Presente y futuro de la ganadería Argentina. Un gigante dormido. Recuperado de: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-presente_y_futuro_de_la_ganaderia_argentina.pdf
- Carbon Trust. (2012). Carbon footprinting. Recuperado de : www.carbontrust.com/media/44869/j7912_ctv043_caron_footprinting_aw_interactive.pdf
- Cardoso, A.S., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Boddey y R.M. (2016). Effect of volume of urine and mass of faeces on N_2O and CH_4 emissions of dairy-cow excreta in a tropical pasture. Animal Production Science. Recuperado de: <http://www.publish.csiro.au/?paper=AN15392>
- Duarte, C.M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo, M., Ríos, A.F., Simó, R., Valladares, F. (2006). Cambio global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Madrid: CSIC. Consejo superior de investigaciones científicas.
- FAO. (2016). El papel de la FAO en la ganadería y el medio ambiente. Recuperado de: <http://www.fao.org/livestock-environment/es/>
- FAO. (2009). The State of Food and Agriculture. Livestock in the balance. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf>
- IPCC. (2007). The physical science basis. Contribution of working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on Climate Change. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. y Miller, H.L. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC. (2013). Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo 1° al 5° Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. ISBN 978-92-9169-338-2.
- Jantalia, C.P., dos Santos, H.P., Urquiaga, S., Boddey, R.M., Alves B.J.R. (2008). Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 82, 161–173.
- Lombardo, P., Fernández, P., Moya, M., Sainato, C., Borodowski, E., Muschietti Piana, P., Pescio, F., Acosta, A., Urricariet, S. (2014). Agroecosistemas: caracterización, implicancias ambientales y socioeconómicas. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2014). Indicadores ganaderos. Recuperado de: http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informes/indicadores/_archivos//000003 Anuario 202014/000001-Indicadores 20 bovinos 202012-2014.pdf.
- Nieto, M., Guzmán, M., Steinaker, D. (2012). Emisiones de gases de efecto invernadero: simulación de un sistema de carne típico de la región central Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 1, 92-101.
- SaYDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación). (2015). Tercera comunicación nacional de la Republica argentina a la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Recuperado de: <http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/1.-Inventario-GEIs-Agricultura-Ganaderia-y-CUSS-V2.pdf>
- Viglizzo, E. (2010). Huella de carbono, ambiente y agricultura en el Cono Sur de Sudamérica. PROCISUR, IICA. Montevideo, Uruguay. 40 p.
- Viglizzo, E.F., Jobbágy, E. (2011). Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental. Recuperado de: <http://inta.gob.ar/documentos/expansion-de-la-frontera-agropecuaria-en-argentina-y-su-impacto-ecologico-ambiental>

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DESDE EL SECTOR FORESTAL.

Palabras clave: cambio climático, secuestro de carbono, silvicultura.
Key words: climate change, carbon sequestration, forestry.

Actualmente, una de las principales estrategias para la mitigación del cambio climático, se basa en el fomento de las prácticas de forestación-reforestación debido al potencial que estos sistemas presentan para el secuestro de carbono en el suelo y en la vegetación, y el subsecuente efecto paliativo sobre el incremento del CO₂ atmosférico. En base a ello, el presente trabajo pretende dar una visión a nivel mundial y local de las principales fuentes de secuestro/emisión de gases efecto invernadero (GEI) desde el sector forestal y de los factores/procesos que afectan a las mismas. A su vez, se analizan posibles prácticas de gestión de los recursos forestales que puedan aportar a los procesos de mitigación y/o adaptación al cambio climático.

■ **Romaniuk R^{1*}, Cosentino V¹, Costantini A^{1, 2}, Taboada M¹, Lupi A¹.**

¹ Instituto de Suelos. INTA. Nicolás Repetto y de los Reseros s/n, CP 1686 Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

² Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía. UBA. Av. San Martín 4453. Buenos Aires, Argentina.

E-mail: *romaniuk.romina@inta.gob.ar

Currently, one of the main strategies for climate change mitigation is the promotion of forestation-reforestation practices. Forest systems present a large potential to sequester carbon in soil and vegetation, and then to reduce the atmospheric CO₂. The aim of the present work is to provide a global and local vision on the main sources of sequestration / emission of greenhouse gases (GHG) from the forestry sector, and the factors / processes that affect them. Finally, we discuss about the possible forest management practices that may contribute to climate change mitigation/adaptation strategies.

El rápido y constante incremento de la quema de combustibles fósiles, el aumento de la deforestación y la expansión de las áreas cultivadas han resultado en cambios importantes en la composición de la atmósfera. A nivel mundial las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado continuamente entre 1970 y 2010, presentando los mayores aumentos decenales absolutos hacia el final de ese período (2000-2010), siendo además las más altas en la historia de la humanidad (IPCC, 2014). Argentina no escapa a esta tendencia, con un crecimiento anual del 2,15 % promedio en la emisión de GEI entre 1990 y 2012 (SADyS, 2015).

En base a las directrices propuestas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), la Argentina ha elaborado tres comunicaciones nacionales (1990, 2000 y 2012) donde se presentan los inventarios de GEI de cada sector. Según la tercera comunicación nacional de cambio climático (TCNCC) el 42,7% de los GEI fue emitido por el sector Energía, seguido por el sector Agricultura y Ganadería con 27,8% y en tercer lugar el de Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (CUSS) con 21,1%. Poniendo el foco en estos últimos dos sectores (Figura 1) puede observarse que la mayor contribución de las emisiones corresponde a la categoría CUSS, la cual genera, emisiones/absorciones a

partir de cuatro fuentes: los cambios de biomasa en bosques y otro tipo de vegetación leñosa, la conversión de bosques y praderas, el abandono de tierras cultivadas, y los cambios en el contenido de Carbono (C) en el suelo, siendo las dos primeras las de mayor relevancia.

Las dos principales vías para desacelerar el calentamiento del planeta son la disminución de emisiones y el aumento de la fijación de CO₂. En el caso de los bosques, debido a la gran cantidad de biomasa acumulada, constituyen una de las más grandes reservas y sumideros de carbono (Schimel et al., 2001). Las tierras con árboles cubren aproximadamente el 28% de la superficie

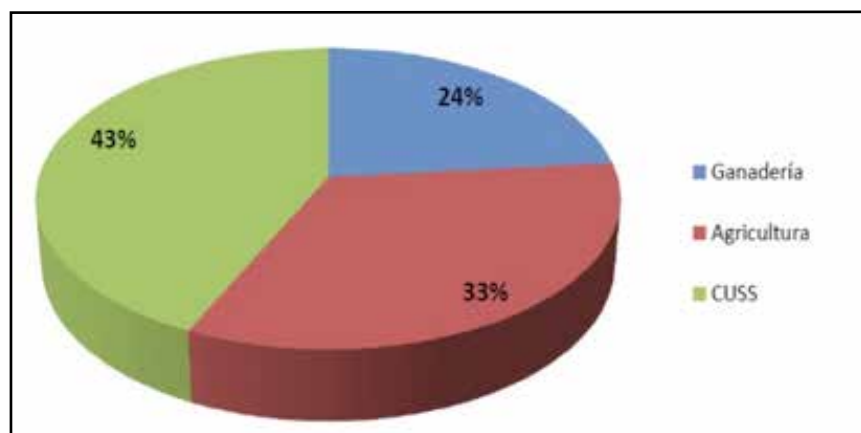


Figura 1. Emisiones de GEI desde el sector Ganadería, Agricultura y CUSS en Argentina (2012). Fuente: S AyDS. 2015. Inventario de GEI de la República Argentina, 2012. TCNCC.).

terrestre (Oertel et al., 2016). Según datos oficiales, Argentina cuenta con 53.591.545 hectáreas de tierras con bosques nativos (MAYDS, 2017) y 1.308.00 hectáreas de bosques cultivados (MAGyP, 2017).

El flujo de carbono entre los diferentes componentes de los ecosistemas forestales y su eventual asignación a los depósitos de almacenamiento a largo plazo (madera y materia orgánica del suelo) probablemente varíe entre los bosques de diferentes estrategias de creci-

miento (caducifolio vs. perennifolio), edad, régimen de gestión y clima. Dependiendo de la extensión del cambio climático y la naturaleza de las futuras prácticas de manejo, estos bosques podrán perder, retener o acumular carbono en las próximas décadas (Grace et. al., 2014).

Se ha demostrado que los sistemas forestales con un manejo adecuado pueden secuestrar más carbono que otros ecosistemas terrestres (Dixon et al., 1994), contribuyendo notablemente a la mitigación del

cambio climático. Son varios los estudios destinados a determinar la capacidad de secuestro de carbono en los ecosistemas forestales. En Argentina se han publicado diversos trabajos de investigación que muestran el potencial de almacenamiento de carbono en la biomasa boscosa. Peri et al. (2010, 2013) estimaron el almacenamiento de C en el componente arbóreo aéreo y subterráneo (raíces) y suelo en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) en la provincia de Santa Cruz, Argentina, concluyendo que acumulan un total de casi 45 millones de toneladas de C, de los cuales alrededor de 20% corresponde a la biomasa aérea y radicular, y aproximadamente el 80% restante al suelo. En Entre Ríos, plantaciones de *Eucalyptus grandis* de 14-17 años acumulan en promedio 21,6 Mg C ha⁻¹ en la biomasa (Frangiet al., 2016). Sione et al. (2018) reportaron que el C almacenado en la biomasa arbórea aérea de bosques nativos de la provincia fitogeográfica Espinal (Argentina) fue 40,14 Mg C ha⁻¹, lo que representa un secuestro de 147,31 Mg CO₂ ha⁻¹. En bosques cultivados, Vega y Martiarena (2010) estimaron

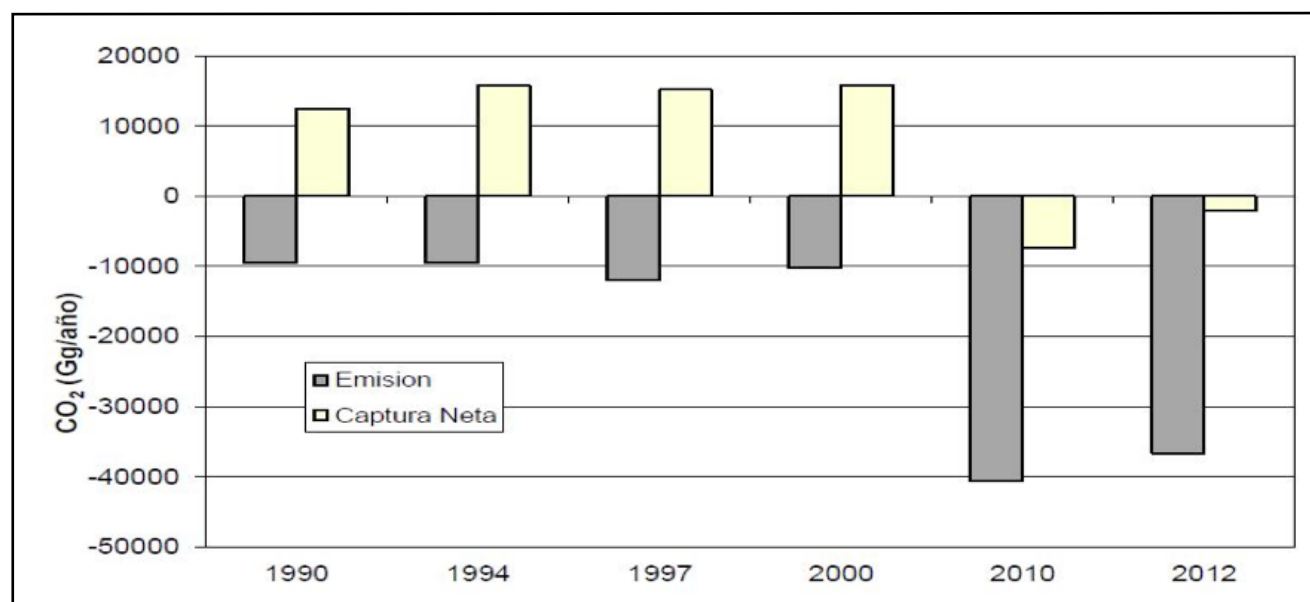


Figura 2. Evolución del carbono liberado y neto capturado anual en la biomasa Forestal en Argentina (1990-2012). Fuente: S AyDS, 2015. Inventario de GEI de la República Argentina, 2012. TCNCC.

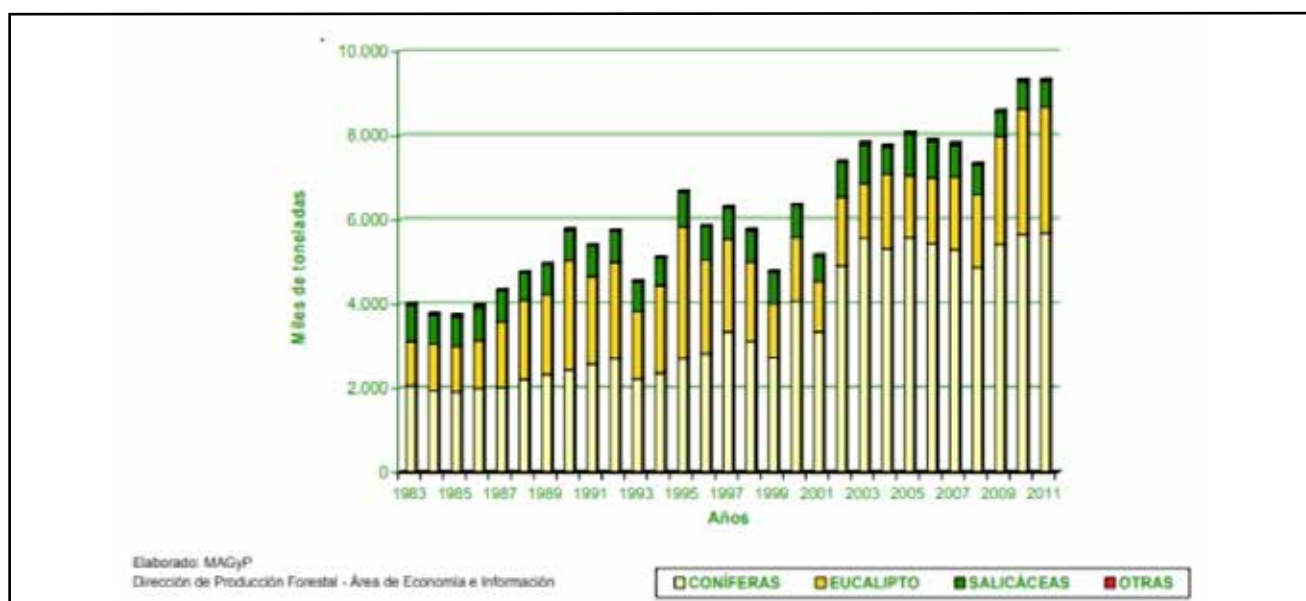


Figura 3. Evolución de la extracción de madera por especie desde 1983 a 2011 en Argentina. Fuente: MAGyP, 2012.

que el carbono en la biomasa aérea almacenado en plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze de 30 años, localizadas en el norte de la provincia de Misiones, fue $60,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, lo que implicaría una tasa de acumulación de $2 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Barth et al. (2016) bajo plantaciones de *Grevillea robusta* de 18 años de edad en Misiones, Argentina, reportaron valores de 115 Mg C ha^{-1} acumulados en la biomasa, lo que implicaría una tasa de acumulación de $6,4 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, calculado a una densidad de 750 pl ha^{-1} . Estos datos resaltan la importancia de los sistemas forestales como sumideros de carbono (Davis et al., 2003).

Mientras que el incremento de biomasa forestal, proveniente de plantaciones y regeneración de bosques nativos, contribuye a la captura de CO_2 , la extracción de productos forestales constituye una fuente de emisión. Según la TCNCC publicada en el año 2015, en los inventarios anteriores (1990-2000), el crecimiento de biomasa forestal había sido superior a la extracción de productos forestales, dando lugar a una “captura neta” de carbono. Sin

embargo, la extracción de productos forestales, se ha ido incrementando en los últimos años, dando lugar en los años 2010 y 2012 a emisiones superiores a la captura de carbono por crecimiento en la biomasa forestal, y consecuentemente a una “emisión neta” de CO_2 equivalente (Figura 2). Esta diferencia se debe principalmente a un incremento real en la extracción forestal a partir del año 2000 (Figura 3), con un estancamiento de la superficie implantada.

Es importante resaltar que en los balances nacionales presentados no fueron contemplados los destinos de la biomasa removida. Esto significa que los productos extraídos del bosque pasan a ser una emisión directa de CO_2 . Sin embargo, debería considerarse que los productos forestales pueden secuestrar carbono por largos periodos de tiempo, dependiendo de su uso. La directriz de cálculo prevé esta categoría bajo el nombre de “Productos de madera recolectada” o HWP (Harvested Wood Products por su sigla en inglés), lo cual es relevante para este sector ya que reduciría las emisiones debido al volumen de madera que no es

quemada u oxidada.

Por otro lado, el incremento poblacional y sus requerimientos de alimento y espacio, han propiciado una mayor demanda del suelo aumentando la presión para cambiar su vocación natural hacia otros usos. Un ejemplo de ello es la eliminación de la cubierta vegetal natural para habilitar terrenos dedicados a las actividades agropecuarias. Es así que la conversión de pastizales y bosques en tierras de cultivo y de pastoreo durante los últimos siglos ha resultado en pérdidas históricas de carbono en todo el mundo (FAO, 2008).

La Argentina no escapa a este fenómeno. Como consecuencia del cambio climático en gran parte de la Argentina se han registrado aumentos de temperatura de hasta medio grado entre 1960 y 2010. Para el mismo período, la precipitación media aumentó en casi todo el país, especialmente en el este, siendo los aumentos porcentuales más importantes en algunas zonas semiáridas. Esto último facilitó junto con otros factores no climáticos la expansión

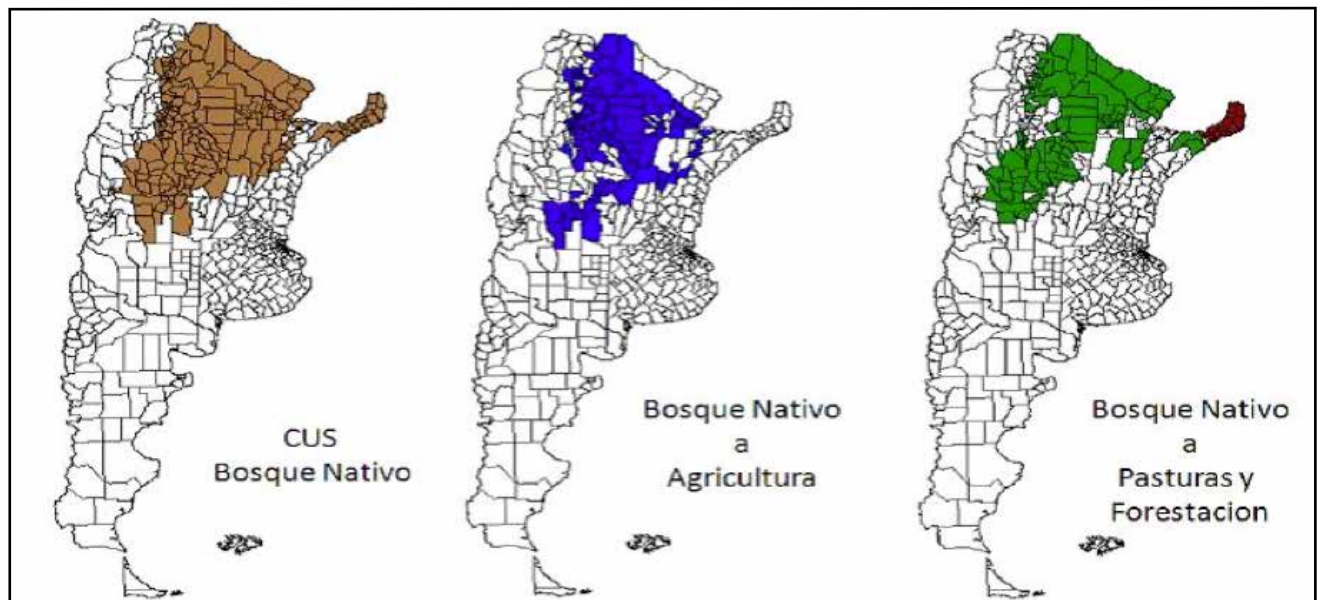


Figura 4. Departamentos que registraron CUS por deforestación de bosque nativo (2002-2010). Fuente: SAyDS, 2015. Inventario de GEI de la República Argentina, 2012. TCNCC.

de la frontera agrícola hacia el norte y el oeste. Como consecuencia, el sector Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura tuvo el mayor crecimiento anual promedio, de un 4,34%. Esto ha provocado la pérdida de carbono almacenado en la vegetación y en los suelos. En la Figura 4 se muestran los departamentos principalmente afectados por el cambio en el uso del suelo (CUS).

En la Figura 5 pueden observarse las emisiones estimadas debido

al CUS y la quema de vegetación natural (Bosques o pastizales) para la implantación de cultivos de grano o pasturas para uso ganadero. Según estos datos el ritmo de CUS ha disminuido entre el 2010 y el 2012. Parte de ello puede relacionarse con la sanción de las leyes de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos que restringen las áreas deforestables. En base a ello se prevé una disminución en las emisiones para el 2030.

Actualmente, una de las principales estrategias para la mitigación del cambio climático, se basa en el fomento de las prácticas de forestación-reforestación-aforestación debido al potencial que estos sistemas presentan para el secuestro de carbono en el suelo y en la vegetación, y el subsecuente efecto paliativo sobre el incremento del CO₂ atmosférico. En base a ello es de fundamental importancia desarrollar estrategias de gestión que promuevan prácticas de conservación de las áreas forestales y fomento al desarrollo de esta actividad (Figura 6).

Como posibles estrategias de mitigación se destacan aquellas dirigidas a incrementar las áreas con plantaciones forestales, la restauración de bosques degradados, la restitución de árboles en zonas antiguamente forestadas, la diversificación de los sistemas a través de la incorporación de árboles en sistemas ganaderos (sistemas silvopastoriles), la gestión de incendios, el establecimiento de áreas protegidas, y principalmente el establecimiento de leyes que acompañen estas medidas.

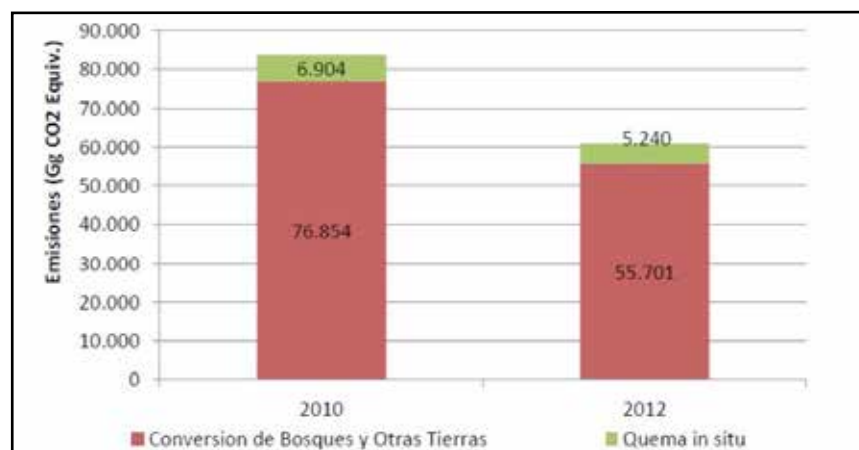
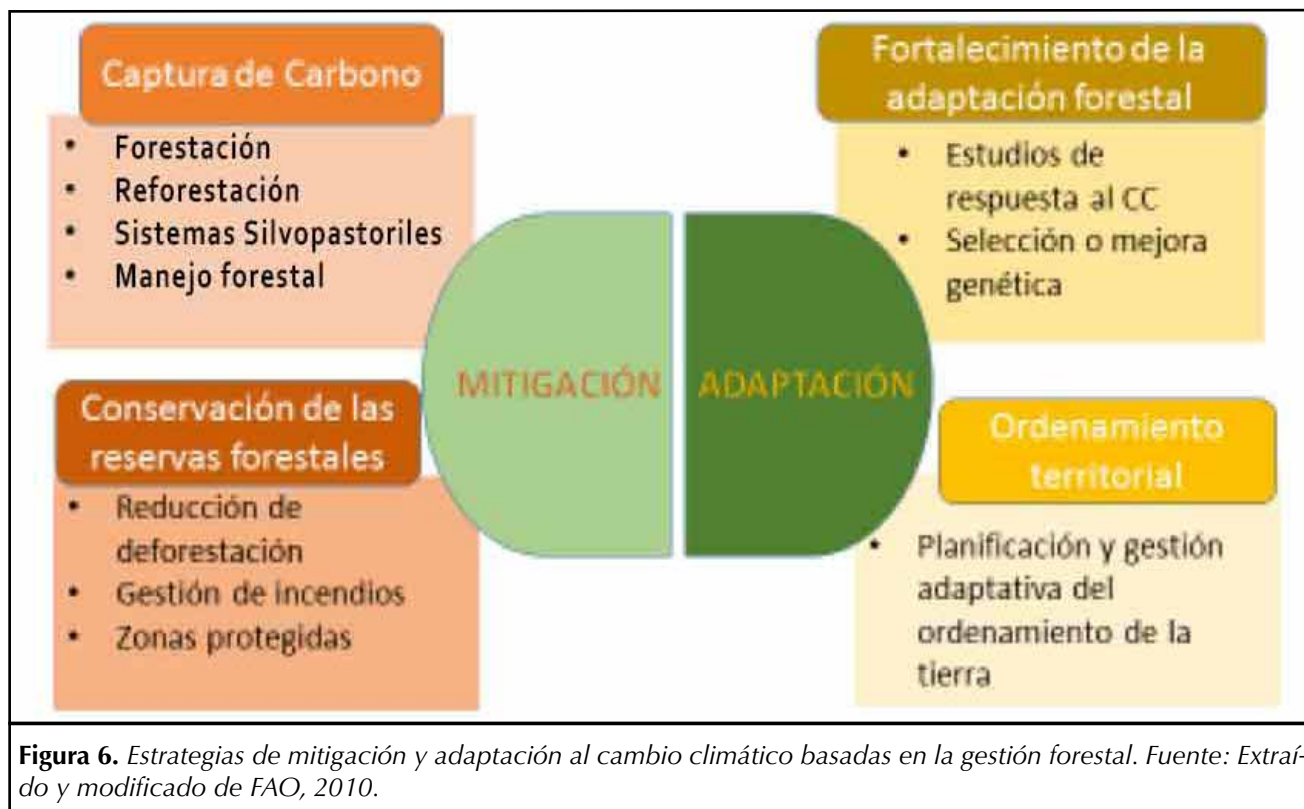


Figura 5. Estimación de emisiones por conversión de bosques y pastizales (2010-2012). Fuente: SAyDS, 2015. Inventario de GEI de la República Argentina, 2012. TCNCC.



El desafío que nos toca es saber cómo podemos mantener la productividad de nuestros bosques frente al cambio climático. En el caso de los bosques cultivados seguramente será necesario desarrollar estrategias que complementen una silvicultura por ambientes y una selección genética desarrollada bajo criterios específicos de adaptación a condiciones de estrés. En una primera etapa es necesario entender los mecanismos de respuesta de los árboles a los eventos climáticos extremos, y tener herramientas que permitan cuantificar caracteres genéticos claves de la amplitud de la variación genética, de la plasticidad y herencia de los mismos dentro de las especies.

La disponibilidad de la información sobre bosques y recursos forestales, constituye una condición indispensable para el manejo forestal sostenible. La cobertura y calidad actual de la información forestal no es lo suficientemente buena como

para alimentar los procesos de toma de decisiones (FAO, 2001). A su vez, debe considerarse que la información generada se basa en estimaciones usando factores de emisión por defecto propuestos por el IPCC, que no son de carácter local. Muchos de los trabajos publicados que comparan emisiones de GEI medidos a campo con los valores calculados según el IPCC, han mostrado que los valores medidos difieren de aquellos calculados.

Actualmente, existen numerosos trabajos de medición in situ de GEI en sistemas forestales en diversos países, principalmente en bosques de Europa y Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo, aún son escasos los trabajos que cuantifican las emisiones de GEI en sistemas forestales en la Argentina. A nivel local, es necesaria la medición in situ de GEI para obtener estimaciones globales más precisas. Si bien en nuestro país, la cuantificación de las emi-

siones de GEI desde los suelos de los sistemas forestales es muy reciente se ha observado que tanto bosques cultivados de Pinus como Eucaliptus en la Provincia de Buenos Aires secuestran más metano que los herbáceos y, dentro de éstos, los pastizales más que los suelos sometidos a agricultura. Otro grupo de investigadores del Instituto de Suelos del INTA Castelar, junto con investigadores de la Facultad de Agronomía de la UBA han realizado aportes recientes sobre las emisiones de N_2O desde suelos en sistemas forestales de Eucaliptus Grandis en la provincia de Entre Ríos. Los resultados indican que las emisiones son bajas a muy bajas, independientemente del tipo de suelo, inclusive comparando con otros usos de la tierra. La generación de información local representa una herramienta irremplazable para un verdadero conocimiento de la situación forestal y, por ende, conduciría a una adecuada toma de decisiones (FAO, 2001).

A partir de todo lo expuesto, queda clara la importancia de promover estrategias de manejo silvícola que promuevan una mayor acumulación del C en el tiempo. Esto debe ser acompañado de la cuantificación por ambientes de los almacenes de C y las emisiones de GEI de cada componente del sistema. Para ello, es esencial la implementación de planes de monitoreo a nivel regional y nacional que permitan brindar información clara sobre la evolución de los GEI en los sistemas forestales.

■ BIBLIOGRAFÍA

- Barth S.R., Giménez A.M., Joseau M.J., Gauchat M.E., Fassola H.E. (2016). Compartimentalización de la biomasa aérea de *Grevillea robusta* A. en función a la densidad inicial de plantación. *Scientia Forestalis* 44, 653-664.
- Davis M.R., Allen R.B., Clinton P.W. (2003). Carbon storage along a stand development sequence in a New Zealand *Nothofagus* forest. *Forest Ecology and Management* 177, 313-321.
- Dixon R., Brown S., Houghton R., Solomon A., Trexler M.C., Wisniewsky J. (1994). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*. 263: 185-190.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación). (2001). Monografía de países. Volumen 1. Información para el desarrollo forestal sostenible. Estado de la información forestal en Argentina. 278 pp.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación). (2008). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma. 146 pp.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación). (2010). La gestión de los bosques ante el cambio climático. www.fao.org/docrep/014/i1960s/i1960s00.pdf
- Frangi J, Pérez C, Goya J, Tesón N, Barrera M, Arturi M. (2016). Modelo empírico integral de una plantación de *Eucalyptus grandis* en Concordia, Entre Ríos. *Bosque*. 37, 191-204.
- Grace J., Morison J.I.L., Perks M.P., (2014). Forests, forestry and climatic change. *Forestry Sciences*. 81: 241-266.
- IPCC (Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático). (2014). Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- MAGyP. (2012). Sector Forestal. Año 2011. Ing. Agr. Susana Brandán Ing. Agr. Liliana Corinaldesi Cristina Frisa. Área de Economía e Información de la Dirección de Producción Forestal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- MAGyP. (2017). Datos Agroindustriales. Inventario nacional de plantaciones forestales por superficie. <https://datos.agroindustria.gob.ar/dataset/inventario-nacional-de-plantaciones-forestales-por-superficie/archivo/147acbc6-2048-4d2b-9cd7-df13efe328fa>
- Ministerio de Ambiente y desarrollo sustentable de la Nación (MAyDS) (2017). Ambiente Bosques. <http://bosques.ambiente.gob.ar/geomaps>
- Oertel, C., Matschullat, J., Zurba, K., Zimmermann, F., Erasmí, S. (2016). Greenhouse gas emissions from soils—A review. *Chem. Erde-Geochem*. 76, 327-352.
- Peri, P.L., Gargaglione, V., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V. (2010). Carbon accumulation along a stand development sequence of *Nothofagus antarctica* forests across a gradient in site quality in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management*. 260, 229-237.
- Peri P.L., Ormaechea S., Martínez Pastur G., Lencinas M.V. (2013). Inventario provincial del contenido de carbono en bosques nativos de ñire en Santa Cruz. *Actas del Cuarto Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*. 23 al 27 de septiembre de 2013. Iguazú.
- Schimel D.S., House J.I., Hibbard K.A., Bousquet P., et al. (2001). Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems. *Nature*. 414, 169-172.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, UMSEF. (2007). Monitoreo de la superficie de bosque nativo de Argentina. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2005). Informe Nacional del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas. Préstamo BIRF 4085 AR, (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS)

- de la Nación. 1998-2005. 126 pp.
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2015). Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina –Volumen 3 - Agricultura, Ganadería, y Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura.
- Sione S.M.J., Wilson M.G., Andrade H.J., Rosenberger L.J., Sasal M.C. y Gabioud E.A. (2018). Carbono almacenado en la biomasa arbórea de los bosques nativos del espinal (Argentina). VIII Congreso sobre uso y manejo del suelo. 25 al 27 de junio. Libro de resúmenes, pagina 32. Coruña. España.
- Vega J. y Martiarena R. (2010). Carbono almacenado en la biomasa aérea de plantaciones de araucaria (*Araucaria angustifolia* -Bert.- O. Ktze). Revista Ciencia y Tecnología. Nro 13. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872010000100011&lng=es&nrm=iso. ISSN 1851-7587.

EL PAPEL DE LOS BOSQUES NATIVOS Y DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN LAS POLÍTICAS INTERNACIONALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

Palabras clave: cambio climático, mitigación, bosques y plantaciones forestales.
Key words: climate change, mitigation, forests and tree plantations.

El aumento del calentamiento global debido a las acciones humanas se puede frenar o revertir mediante actividades dirigidas hacia: (i) la disminución sustantiva de las emisiones de gases de efecto invernadero; (ii) el aumento sustantivo también de las remociones de gases de efecto invernadero de la atmósfera circundante a la Tierra. Las naciones han suscripto dos tratados internacionales para disminuir el calentamiento global, mediante operaciones de mitigación y adaptación comunes pero diferenciadas acorde con las circunstancias nacionales: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto y han propuesto un acuerdo sucesor de este Protocolo, que es reciente, el Acuerdo de París. En todos estos acuerdos los bosques nativos y, en menor medida, pero no por ello poco significativamente, las plantaciones forestales se han considerado como los depósitos y sumideros de carbono más importantes. En la presente contribución se describen los aspectos más sobresalientes de las políticas creadas para estimular la conservación, la expansión y el uso de los ecosistemas forestales, tanto nativos como implantados.

 **Héctor D. Ginzo**

Instituto del Clima. Academia Argentina de Ciencias del Ambiente

E-mail: ginzohector@gmail.com

The increase in global warming because of human activities can be either curbed or reversed by actions addressed to: (i) a substantial reduction in greenhouse gas emissions and (ii); and also a substantial removal of greenhouse gases from the lowest layer of the atmosphere.

Most of countries have ratified two international agreements aimed to reduce anthropically-produced global warming through mitigation and adaptation actions common to all countries but differentially implemented according to each country's responsibilities and national circumstances. Those agreements are the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol and the recently signed Paris Agreement, which will enter into force in 2020 as a successor to the Kyoto Protocol. In all these agreements forests and to a lesser extent, tree plantations, have been considered the most relevant carbon sinks and pools. In the current article the most salient aspects of international policies designed and implemented for enhancing the conservation, the expansion and the use of forest ecosystems, let them be either native ones (as tropical and subtropical forests) or tree plantations specifically dedicated to storing carbon, are described.

Nuestra tierra está viviendo el calentamiento creciente de su atmósfera como consecuencia de, fundamentalmente, actividades que

nosotros, los que la habitamos, consideramos necesarias para vivir y desarrollarnos. El vivir frugal o dispendiosamente tiene como consecuen-

cia que esas actividades produzcan menor o mayor cantidad de diversos gases y de materia particulada (ver glosario) que inciden sobre el ba-

lance de radiación entre la Tierra y el sol (NASA, 2016). Una reciente gacetilla de prensa que surge de un estudio de IPCC revela que *"limitar el calentamiento global a 1.5°C requeriría cambios rápidos sin precedentes en todos los aspectos de la sociedad"*. Se requerirán cambios sin precedentes de gran alcance en el manejo de la tierra, la energía, la industria, los edificios, el transporte y las ciudades, para generar una reducción de las emisiones antrópicas de dióxido de carbono (CO_2) de aproximadamente un 45 por ciento para 2030 con respecto a los niveles de 2010, alcanzando el nivel 'cero cero' alrededor de 2050. Esto significa que cualquier emisión restante debería ser equilibrada eliminando el CO_2 del aire (IPCC 2018). El manejo de los bosques naturales y los cambios de uso de la tierra es un sector crucial –seguramente no el único– para alcanzar estos objetivos.

Los gases que capturan calor en la baja atmósfera de la Tierra se llaman gases de efecto invernadero (GEI), porque absorben la radiación de onda larga que emite la Tierra y la reemiten hacia la misma, con lo que hacen que la atmósfera que envuelve la Tierra (la troposfera) se comporte como una cubierta de vidrio (tal como es un invernáculo de uso hortícola). Estos gases complementan el efecto invernadero del vapor de agua, pero éste se diferencia de los otros GEI en que el vapor de agua no controla la temperatura de la Tierra, sino que es ésta la que controla la concentración de vapor de agua. Si un volumen de aire contiene su cantidad máxima de vapor de agua para una cierta temperatura y ésta se disminuye, parte del vapor de agua se condensa como agua líquida y, en consecuencia, disminuye el efecto invernadero de aquél.

Los GEI son varios, pero los más importantes para el futuro de la Hu-

manidad son aquéllos que, si bien existen naturalmente, sus concentraciones se incrementan como resultado de diversas actividades humanas. Entre éstos se destacan el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4). Estos tres gases son naturales, porque integran los ciclos naturales del carbono y del nitrógeno (Figura 1).

Existen otros compuestos sintetizados industrialmente, que si bien no son tan abundantes como aquéllos, tienen un potencial de calentamiento global (ver glosario) muchísimo más elevado. Esos compuestos son el hexafluoruro de azufre y varios gases refrigerantes, genéricamente denominados hidrofluorcarbonos y perfluorocarbonos.

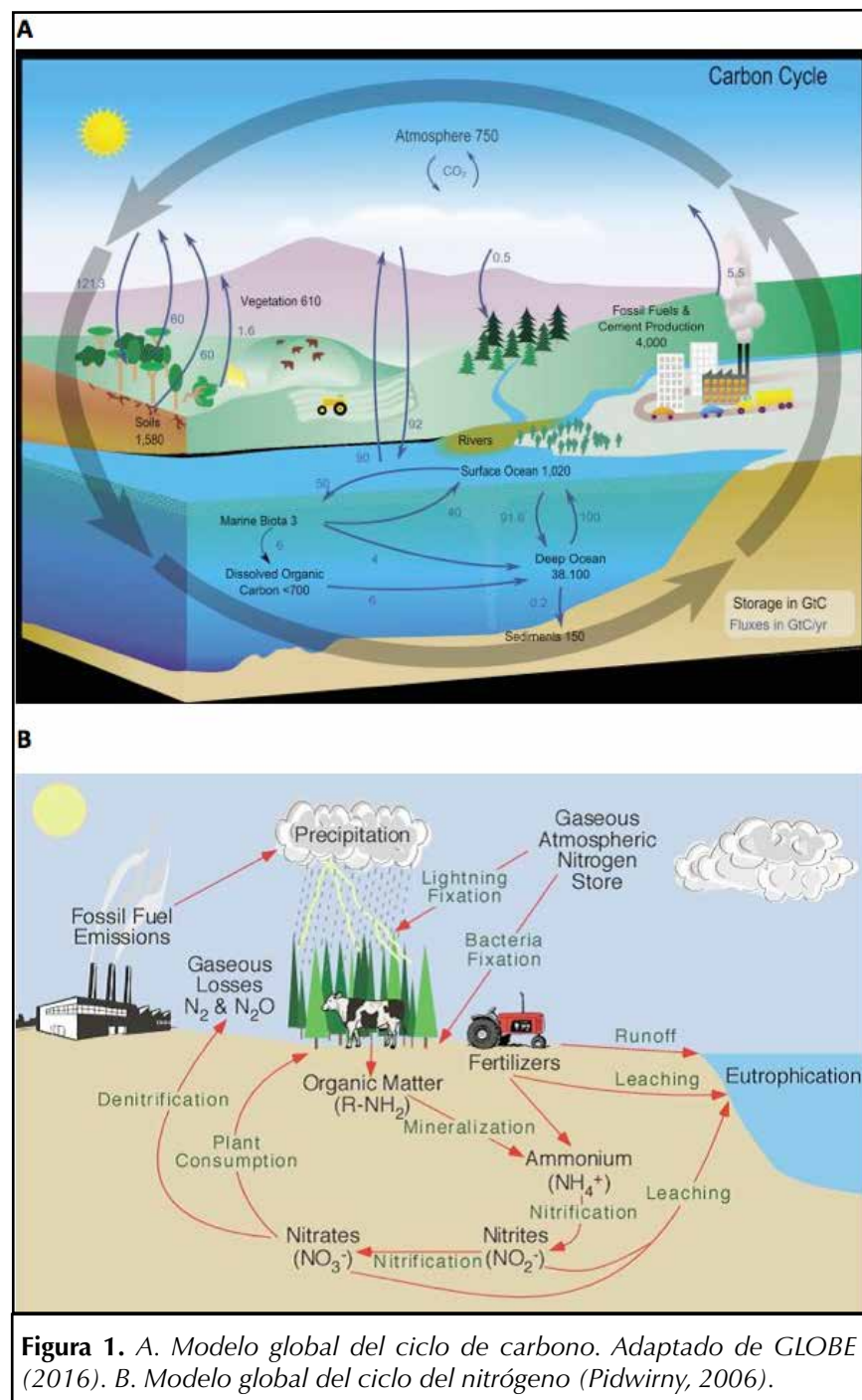


Figura 1. A. Modelo global del ciclo de carbono. Adaptado de GLOBE (2016). B. Modelo global del ciclo del nitrógeno (Pidwirny, 2006).

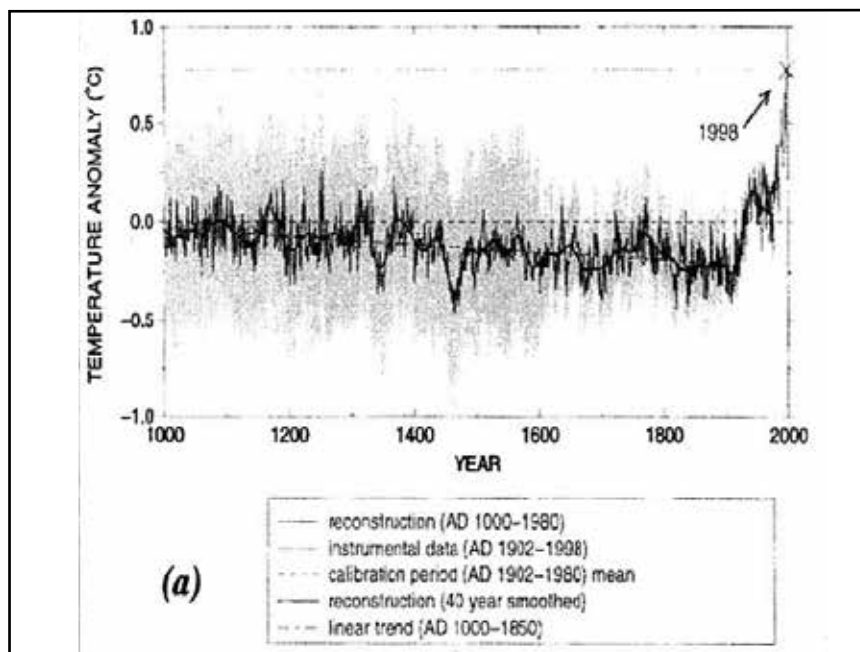


Figura 2. Reconstrucción de las anomalías de la temperatura media anual en la superficie terrestre. Reconstrucción correspondiente al Hemisferio Norte (trazo sólido) y datos pristinos (trazo de puntos) correspondientes al período 1000-1998 de nuestra era. Se muestran también la versión suavizada de la serie correspondiente al Hemisferio Norte (media móvil de 40 años; trazo sólido grueso), la tendencia lineal correspondiente al período 1000-1850 de nuestra era (trazo de puntos y guiones) y los límites inferior y superior definidos por dos errores estándar a ambos lados de un promedio. Figura adaptada de la figura 3 en Mann et al. (1999) <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2011/e11059.pdf>.

El científico norteamericano J. Hansen fue uno de los primeros climatólogos en alertar sobre el calentamiento global, en ocasión de su exposición ante un comité del Congreso de los EE.UU., en 1988 (Shabecoff, 1988). En esta oportunidad él afirmó que tenía un 99 por ciento de certeza de que la tendencia al calentamiento global no se debía a una variación natural del clima sino a la acumulación de dióxido de carbono y otros gases artificiales en la atmósfera.

En 1999 se publicó un trabajo seminal por el impacto que tuvo en el ámbito científico y el político: Mann et al. (1999). En esta publicación se describe la evolución de la temperatura media global reconstruida, en buena medida, desde el año 1000 de nuestra era hasta 1998 (Figura

2). La dinámica en el tiempo de la anomalía térmica se bautizó “el palo de hockey” posteriormente, debido al sostenido aumento de la temperatura observado a fines del siglo XX (la pipa del palo de hockey), comparado con el registro anterior a esa época.

■ LA PREOCUPACIÓN INTERNACIONAL POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Diversas evidencias climáticas motivaron (Figura 2) a la comunidad internacional de meteorólogos y climatólogos a convenir una reunión en el ámbito de la Organización Meteorológica Mundial (WMO), la que dio pie a otras reuniones posteriores y más inclusivas de actores científicos y actores políticos (países). Un relato completo y reciente

se encuentra en Martínez (2016)

■ EL USO DE LOS BOSQUES NATIVOS Y DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EL ÁMBITO DEL PROTOCOLO DE KIOTO

Acorde con el artículo 3, apartado 3, de KP las Partes signatarias pueden contabilizar las variaciones netas de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de GEI que se deban a las actividades humanas directamente relacionadas con los sectores Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Forestación (LULUCF, por sus siglas en inglés), pero limitadas a la forestación, la reforestación y la deforestación respecto de un año de referencia (generalmente, 1990) como variaciones verificables de carbono almacenado en cada período de compromiso, a los fines de cumplir los compromisos de cada Parte incluida en el anexo B del KP.

A su vez, el artículo 3, apartado 4, autoriza a las Partes del KP a elegir actividades humanas relacionadas con las variaciones de las emisiones por las fuentes y las absorciones por los sumideros de GHG por suelos agrícolas y de cambio del uso de la tierra y la silvicultura (Tabla 1). Aquellas actividades se engloban en cada una de las siguientes categorías: gestión de tierras forestales, gestión de tierras agrícolas y gestión de pastizales. Cada Parte del KP se acredita las cantidades netas de equivalentes de CO₂ resultantes de las actividades mencionadas en los apartados 3 y 4 del artículo 3 del KP para cumplir con su meta de reducción de emisiones.

En la Tabla 1 se muestran las cantidades de equivalentes de CO₂

emitidas o absorbidas en el transcurso del CP1 por todas las Partes del Protocolo. Del total de las emisiones de las Partes del KP (66.254,3 millones de toneladas de equivalentes de CO₂), las emisiones originadas por la deforestación representaron apenas 1 %. Las remociones de GHG en el CP1 (apartados 3 y 4 del artículo 3) fueron 8.583,9 millones de toneladas de equivalentes de CO₂. El 92% de estas remociones se obtuvieron mediante actividades de gestión forestal (apartado 4 del artículo 3). En términos numéricos absolutos, la cantidad de GHG removidos de la atmósfera durante el CP1 representó el 13% ($= -100 \times 8.583,9 / 66.254,3$) del total de las emisiones de las fuentes indicadas en el anexo A del Protocolo. Claramente, las actividades LULUCF no representaron un esfuerzo cuantitativamente importante para reducir esas emisiones.

■ LOS PROYECTOS FORESTALES EN LOS MECANISMOS DE FLEXIBILIDAD. MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO Y APLICACIÓN CONJUNTA (CDM - JI, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Tanto el mecanismo CDM (artículo 12 del KP) como el mecanismo JI (artículo 6 del KP) aceptan proyectos de actividades relativas al cambio del uso de la tierra y la silvicultura (Tabla 2). Las emisiones de CO₂ reducidas por los proyectos forestales en el CDM fueron unas cuatro veces más que las correspondientes a la misma clase de proyectos en JI (Tabla 2). La comparación de la suma de estas reducciones con las que se obtuvieron en CP1 con las actividades forestales mencionadas en los apartados 3.3 y 3.4 del KP (Tabla 1) muestra que aquéllas representaron aproximadamente la sexta parte de las últimas.

Claramente, el CDM forestal y el JI forestal han demostrado no ser relevantes como instrumentos para

reducir las emisiones de GHG de las Partes de KP. Es pertinente indicar que las metodologías y procedimientos de las actividades forestales son similares en el mecanismo CDM como en el JI (JISC, 2009).

En principio se me ocurren dos explicaciones para la desatención de los proyectos forestales en el ámbito de los mecanismos de flexibilización. La primera estriba en los requisitos exigidos para aprobar los proyectos de forestación o reforestación, particularmente en el caso de los proyectos forestales en CDM (UNFCCC, 2005). Esos requisitos piden una evaluación de las repercusiones socioeconómicas, ambientales y biológicas (biodiversidad de los ecosistemas naturales) del proyecto propuesto (apartado 12(c) de UNFCCC, 2005). Estas demandas ocasionan un aumento importante en el costo de un proyecto, particularmente en la estimación de las repercusiones socioeconómicas. A este autor siempre le ha parecido

Tabla 1.

Emisiones totales de GHG en el primer período de compromiso por Partes del anexo A del KP. Actividades contempladas en los apartados 3 y 4 del artículo 3 del KP (UNFCCC, 2016)

Fuente		Tm de CO ₂ eq. (millones)
	Emisiones (A)	Remociones (B)
anexo A	65.566,4	
Deforestación (artículo 3.3)	687,9	
Forestación/reforestación (art. 3.3)		692,9
Gestión forestal (art. 3.4)		6.423,0
Total	66.254,3	8.583,9
Emisiones netas art. 3.3 y 4 (A-B)	57.670,4	

Tabla 2.

Certificados de reducciones emisiones de CO₂ como resultado de actividades realizadas en el ámbito de los mecanismos de flexibilidad CDM y JI[1,2].

	CDM	JI
	CER (miles de unidades)	ERU (miles de unidades)
Fuentes indicadas en el anexo a del KP	1.457,1	1.362,2
Forestacion/reforestación	11,3	
Forestación y deforestación evitada		2,7
Todos los proyectos	1.468,5	1.364,9

[1] Fenhann, 2016

[2] Certificados emitidos hasta el 31 de diciembre de 2012. Cada certificado CER o ERU representa una tonelada métrica de CO₂. Los valores están redondeados a la décima de la unidad.

que con un proyecto MDL de forestación o reforestación se ha pretendido arreglar todos los problemas sociales del área de influencia del proyecto, cuando muchos de esos problemas derivan de la debilidad institucional del país huésped de aquél. La segunda explicación, y no menos importante, es que un CER o un ERU producido por los proyectos forestales de los mecanismos de flexibilidad es inherentemente frágil, porque pierde validez (i) en cuanto algún fenómeno destruye parcial o totalmente el stock de carbono que respalda ese CER o ERU o (ii) finaliza la actividad de proyecto (en el caso de CDM) que le dio origen (UNFCCC, 2005). En la jerga especializada, "no permanencia" es la expresión empleada para referirse a la fragilidad de las emisiones reducidas por los proyectos forestales.

Los mecanismos CDM y JI producen reducciones certificadas de emisiones negociables en el ámbito del

Protocolo (artículo 17). No son las únicas reducciones certificadas que actualmente se negocian en los mercados de emisiones. Existen otras reducciones certificadas de emisiones (conocidas internacionalmente como offsets) que se negocian entre particulares y empresas que aplican políticas ambientales orientadas a lograr la neutralidad de carbono de sus cadenas productivas, tanto por convicción respecto a la necesidad de atemperar las consecuencias del cambio climático como por el deseo de brindar una imagen de responsabilidad empresarial en gestión ambiental. Esas reducciones certificadas están avaladas por plataformas técnicas que, en algunos casos, emiten certificados de reducción de emisiones, negociables en mercados privados. En 2014 las diversas plataformas de certificación de reducciones emitieron offsets por la reducción de 60,7 millones de toneladas de CO₂eq (Hamrick et al. (2015)). De ese total, los offsets producidos

por los mecanismos de flexibilidad del Protocolo representaron solamente alrededor de 1,4% de todos los offsets producidos tanto por los países con compromisos de reducción de emisiones como por organizaciones privadas. Del total de los offsets negociados en 2014 (87 millones de CO₂eq) los offsets de origen forestal y de proyectos orientados al uso de la tierra representaron más de la mitad del volumen de aquéllas (Hamrick et al., 2015)

■ EL PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES CAUSADAS POR LA DEFORESTACIÓN Y LA DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES (REDD POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Esta es una estrategia de mitigación del cambio climático que apunta a (i) la conservación de carbono en las masas forestales nativas, particularmente las tropicales y las

subtropicales, (ii) la evitación de tanto el desmonte como la degradación de los montes y (iii) la inversión en trayectorias sostenibles de conservación y gestión de los montes.

La estrategia REDD+ (plus) es una ampliación de la estrategia REDD, porque estimula el esfuerzo internacional para otorgarle valor económico al carbono almacenado en los montes nativos, mediante el otorgamiento de incentivos a los países en desarrollo donde esos montes se hallan, con el fin de reducir las emisiones de GHG de las tierras forestales y, a la vez, invertir en estrategias de desarrollo con bajo carbono (ver Glosario) para materializar un desarrollo sostenible.

La idea de REDD se introdujo por primera vez en la CoP11, en Montreal y en 2005. Desde entonces, esa idea se ha perfeccionado conceptualmente y adquirido una creciente operatividad hasta concretarse en el actual Programa UN-REDD, creado en 2008.

El proceso REDD+ es operativamente complejo, si bien sus cinco acciones básicas son fácilmente comprensibles; a saber: (i) la reducción de las emisiones del desmonte; (ii) la reducción de las emisiones de la degradación de los montes; (iii) la conservación de las existencias de carbono de los bosques; (iv) la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las existencias de carbono en los bosques (UNFCCC, 2010). Estas acciones motivaron la creación del concepto de salvaguardas (o garantías), para que la aplicación de la estrategia REDD+ sea exitosa en cuanto a la concreción de sus objetivos (Tabla 3).

En la implementación de un (Tabla 3) proyecto REDD+ es esencial establecer las modalidades de cómo pagar los gastos tanto de la

Tabla 3.
Salvaguardas del sistema REDD+

Característica	descripción
Complementaridad y coherencia	Las acciones REDD+ deben complementar o ser coherentes con los objetivos de los programas forestales nacionales y otros acuerdos y convenciones internacionales pertinentes.
Gobernanza (ver glosario) forestal	Para asegurar esta gobernanza deben existir estructuras nacionales de gobernanza transparentes y eficaces, y acordes con la legislación y la soberanía nacionales.
Inclusión cultural	Comprende el respeto de los saberes y los derechos de los pueblos originarios y de las comunidades locales asociadas a los bosques, sobre la base de obligaciones internacionales pertinentes, circunstancias nacionales y legislación, y de la declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas (UN, 2007).
Participación de interesados	Se debe asegurar la participación plena y eficaz de personas legítimamente interesadas y, en particular, los representantes de los pueblos indígenas y de las comunidades locales en todas las características indicadas precedentemente en el proceso de diseño, elaboración y ejecución de un proyecto REDD+.
Conservación de los bosques y de la diversidad biológica asociada a ellos.	Las acciones pertinentes deben ser coherentes con la conservación de los bosques y de la diversidad biológica. Se debe asegurar que estas acciones no se aplicarán a la conversión de los bosques en otros bosques ni en otros usos de la tierra, sino que servirán para incentivar la protección y la conservación de los bosques y de sus servicios ecosistémicos y estimular otros beneficios sociales y ambientales.
No-permanencia	Se deben diseñar y ejecutar acciones para reducir al mínimo la no-permanencia de los depósitos de carbono en un bosque, como consecuencia de la tala parcial o total del mismo, incendios o ataques de enfermedades o pestes.
Fugas	La implementación de un proyecto REDD+ no debe facilitar la fuga de las actividades perjudiciales que el proyecto pretende remediar hacia otros bosques y ecosistemas no incluidos en el proyecto.

implementación como de la gestión del proyecto. En la gestión del proyecto, los gastos son mayormente producidos por las actividades de monitoreo, notificación y verificación de cada una de las acciones incluidas en el proyecto como, por ejemplo, el aumento de los depósitos de carbono, la conservación de las masas forestales o la prevención de la tala de las mismas. También se incurren gastos en la preparación de los proyectos REDD+, porque ésa comprende un proceso de consulta extenso entre las partes interesadas, tales como instituciones gubernamentales, la sociedad civil, el sector privado, los pueblos originarios, las comunidades asociadas a los bosques y los llamados socios para el desarrollo sostenible (ONU, 2015a). Algunos de estos participantes, por ejemplo: las comunidades asociadas con un bosque reciben una retribución dineraria en concepto de custodios de la integridad biológica y cultural de los bosques incluidos en el proyecto. Los incentivos económicos al proyecto se concretan sobre la base de la satisfacción de los donantes de dinero con los resultados obtenidos en la gestión del mismo. En 2015, los países donantes fueron Dinamarca, España, la Unión Europea, el Japón y Luxemburgo (ONU, 2015b). A su vez, los proyectos REDD+ producen reducciones de emisiones que, si certificadas por alguna organización verificadora, se podrían comercializar en los mercados de carbono existentes (Angelsen et. al, 2014). También existen programas de financiamiento, que no están basados en la comercialización de offsets en los mercados de carbono, Tal es el caso de las contribuciones dinerarias de Noruega, Alemania y la petrolera Petrobras al Fondo Amazónico del Brasil, de Noruega al gobierno de la Guyana y de Alemania (REDD Early Movers) al gobierno estadual de Acre (Brasil) para la conservación de la selva

amazónica (Goldstein and Neyland, 2015)

■ CONCLUSIONES

El escaso interés demostrado por las Partes del KP en emplear actividades forestales tales como la forestación o la reforestación o la deforestación evitada, como proyectos de los mecanismos CDM o JI, para generar offsets con los que facilitar el logro de sus metas cuantificadas de reducción de emisiones en el CP1 se ha visto en cierta medida compensado por la proliferación de un sinnúmero de sistemas privados de producción de offsets mediante reducciones certificadas de emisiones de GEI, en respuesta a la demanda de actores privados interesados en compensar las emisiones de sus actividades productivas. Este hecho es una manifestación clara que la preocupación por la mitigación del cambio climático ha trascendido el ámbito político de los países obligados a ésa por el KP. A su vez, las emisiones de GEI resultantes de la deforestación intensa de las selvas tropicales y subtropicales para expandir actividades agrícolas como la agricultura y la ganadería (en la Amazonia y el Bosque Atlántico, en el Brasil) o la producción de semillas de palmera (Indonesia) adquirieron intensidades alarmantes en las últimas décadas. En consecuencia, las Partes de la Convención optaron por reconocer la importancia de los bosques como depósitos y sumideros de carbono (apartado 5.1) y estimular el desarrollo e implementación de las estrategias REDD (apartado 5.2) en el reciente Acuerdo de París (UNFCCC, 2015)

Sin embargo, el éxito del uso de los bosques nativos como instrumentos de mitigación del calentamiento global estará limitado por la respuesta de los mismos al calentamiento global, puesto que se presu-

me que éste producirá sequías más o menos intensas (dependientes de la textura del suelo) en algunos ecosistemas forestales y la consecuente disminución del crecimiento forestal y su repercusión sobre las poblaciones locales asociadas a esos ecosistemas (Vogt et al., 2016), una de cuyas consecuencias probables sería el aumento de la frecuencia y duración de incendios (Jolly et.al, 2016).

La fragilidad de los depósitos y sumideros forestales de carbono resalta la relevancia de estimular y difundir la producción de energías limpias, mejorar la eficiencia del uso del combustible en el transporte, reducir sustancialmente las emisiones de la agricultura y la ganadería y disminuir la producción per cápita de desechos domiciliarios, como requisitos ineludibles para atenuar el calentamiento global.

■ GLOSARIO

CER. Certified Emissions Reductions. Un certificado CER equivale a la reducción de la emisión de una tonelada métrica de CO₂.

Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés). El potencial global de calentamiento de un gas es una medida de cuanta energía absorberá la emisión de una tonelada del mismo durante un período de tiempo determinado (EPA, 2015). Este parámetro termodinámico permite comparar las incidencias de diversos gases de efecto invernadero sobre el calentamiento de la troposfera.

CDM. Clean Development Mechanism. Mecanismo de flexibilidad creado por el artículo 12 del Protocolo de Kioto. Este instrumento le permite a una Parte del KP comprendida en el anexo B desarrollar proyectos destinadas a reducir las emisiones de GEI de una cierta actividad

en el territorio de otra Parte del KP, que no está incluida en el anexo B. Parte del acuerdo entre ambas Partes comprende la transferencia de tecnología a la Parte no incluida en el anexo B.

CMP. Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol. Es la máxima autoridad del KP.

CoP. Conference of the Parties. La Conferencia de las Partes signatarias de la UNFCCC es la máxima autoridad de la Convención. GHG. Greenhouse gases. Los gases de efecto invernadero que son objeto de tanto la Convención como del Protocolo están indicados en el anexo A del Protocolo.

CP. Commitment Period. Es el lapso acordado por las Partes del Protocolo de Kioto para que las Partes del anexo B del mismo reduzcan sus emisiones netas un porcentaje establecido respecto de un año tomado como referencia. El primer período de compromiso (CP1) se extendió desde el 01/01/2008 hasta el 31/12/2012 y el segundo período de compromiso (CP2) se extiende desde el 01/01/2013 hasta el 31/12/2020 (Enmienda de Doha, UNFCCC (2012))

ET. Emission Trading. Mecanismo descrito en el artículo 17 del Protocolo. Este mecanismo permite a los países que tienen un excedente de unidades de emisión venderlas a esos otros países que han sobrepasado sus metas de reducción de emisiones

Estrategias de desarrollo con bajo carbono. No hay una definición internacionalmente aceptada de lo que se entiende como estrategias de desarrollo con bajo carbono. Aquí se denominan así al conjunto de estrategias de un gobierno tales

que el desarrollo de bajo carbono se halla en la intersección de políticas de desarrollo y de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (adaptado de van Tilburg et al. (2011)) Estas estrategias también se denominan estrategias de desarrollo con emisiones bajas.

Gobernanza. La gobernanza establece quién tiene el poder, quién toma las decisiones, cómo los otros actores se hacen escuchar y cómo se rinde cuentas de las acciones tomadas. (Fuente: Institute on Governance. Canada. <http://iog.ca/defining-governance/>)

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIECC).

Jl. Joint Implementation. Mecanismo descrito en el artículo 6 del Protocolo. Este mecanismo permite a los países industrializados satisfacer parte de sus reducciones en las emisiones mediante el desarrollo de proyectos destinados a reducir las emisiones en otros países industrializados. A diferencia del mecanismo CDM, los proyectos de Jl son entre países del anexo B del Protocolo.

KP. Kyoto Protocol. El Protocolo de Kyoto o el Protocolo, en el contexto de este artículo.

LULUCF. Land use, land-use change and forestry. Uso del la tierra, cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

Materia particulada (PM, por sus siglas en inglés). Está compuesta por una mezcla compleja de partículas y gotas extremadamente pequeñas. Éstas pueden ser ácidos (como nitratos y sulfatos), químicos orgánicos, metales y partículas de suelo o polvo. El tamaño de estas partículas está directamente asociado a sus

efectos perjudiciales sobre la salud (EPA, 2016)

Mecanismos de flexibilidad. Estos mecanismos (también llamados mecanismos de Kyoto) se crearon para disminuir los costos totales de las actividades destinadas a lograr las metas cuantitativas de reducción de las emisiones netas de GHG de cada una de las Partes comprendidas en el anexo B del Protocolo. Estos mecanismos son tres: CDM, Jl y ET (UNFCCC, 2016)

Offsets. Son certificados de las emisiones reducidas por una actividad realizada conjuntamente por dos entidades, que residen en países distintos. Una entidad ejecuta una actividad que produce emisiones reducidas certificadas, las que utiliza para compensar sus emisiones nacionales y, a cambio, transfiere tecnologías limpias a la entidad que hospeda aquella actividad. Estas entidades pueden ser públicas (países, por ejemplo) o privadas (empresas u organizaciones de bien público, por ejemplo)

Programa UN-REDD. Iniciativa conjunta entre la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) y el Programa de las Naciones Unidas para Medio Ambiente (UNEP). Este Programa y otras iniciativas similares como el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques del Banco Mundial (FCPF) y el Programa para Inversión Forestal del Banco Mundial (FIP) contribuyen a materializar los objetivos de este Programa.

REDD. Reduced Emissions from Deforestation and forest Degradation-REDD+ (plus) es una ampliación de los objetivos de REDD.

WMO. World Meteorological Orga-

nisation. Organización Meteorológica Mundial (OMM)

UNEP. United Nations Environmental Programme. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) o la Convención.

■ BIBLIOGRAFÍA.

Angelsen A; Wang Gierløff C.; Mendoza Beltrán A.; den Elzen M. (2014) REDD credits in a global carbon market. Options and impacts. Nordic Council of Ministers (NORDEN) <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:747568/FULLTEXT01.pdf>

EPA. (2016) Particulate matter (PM). United States Environmental Protection Agency. <https://www3.epa.gov/pm/>

EPA (2015). Understanding Global Warming Potentials. United States Environmental Protection Agency. <http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/ghgps.html>

Fenhann, J. (2016) CDM Pipeline. Centre on Energy, Climate and Sustainable Development, UNEP DTU Partnership. <http://www.cdmpipeline.org/index.htm>

GLOBE. (2016). The GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) Program. GLOBE Carbon Cycle. University of New Hampshire. <http://forio.com/simulate/sarah.silverberg/globalcarbonmodel-netsim/simulation/>

Goldstein, A.; Neyland E. (2015) Converging at the crossroads. State of forest carbon finance, Forest Trends' Ecosystem Marketplace. Washington DC. <http://forest-trends.org/releases/p/so-fcf2015>

Hamrick K.; Goldstein A. (2015) Ahead of the curve. State of the Voluntary Carbon Markets 2015. M. Peter-Stanley and G. González (compiladores). Forest Trends' Ecosystem Marketplace. Washington DC 20036.

<http://www.ecosystemmarketplace.com/publications/ahead-of-the-curve/>

Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC. 2018. Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C approved by governments. IPCC Press Release, 8 October 2018. 2018/24/PR, 4 p. Disponible en: https://ipcc.ch/pdf/session48/pr_181008_P48_spm_en.pdf.

Jolly W. Matt; Cochrane M. A.; Freeborn P. H.; Holden Z. A.; Brown T J.; Williamson G. J.; Bowman D. M. J. S. (2016) Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. Nature Communications 6, article number 7537.

Mann M.E., Bradley R.S., Hughes M.K. (1999) Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations. American Geophysical Union. Geophysical Research Letters 26, 759-762.

Martínez A. J. (2016) Proceso político de cambio climático y los resultados del Acuerdo de París. Ciencia e Investigación 66, 35-

48.

NASA (2016). A blanket around the Earth. <http://climate.nasa.gov/causes/>

ONU-REDD (2015a) Program Strategy 2011-2015 with pictures (Spanish) ONU-REDD

http://www.unredd.net/index.p?view=download&alias=4600-programme-strategy-2011-2015-with-pictures-spanish-4600&category_slug=foundation-documents-88&option=com_docman&Itemid=134

ONU-REDD (2015b) Actualización semestral sobre los progresos de 2015. UNREDD/PB15/2015/2ª. Décimoquinta reunión de la junta normativa del Programa ONU-REDD. 7-10 de diciembre de 2015. San José, Costa Rica.

http://www.unredd.net/index.php?view=document&alias=14843-un-redd-pb15-un-redd-programme-2015-semi-annual-progress-update-es&category_slug=2015-programme-progress-reports&layout=default&option=com_docman&Itemid=134.

Pidwirny M. (2006) "The Nitrogen Cycle". Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition. Date Viewed. <http://www.physical-geography.net/fundamentals/9s.html>

Shabecoff, P. (1988) Global Warming Has Begun, Expert Tells Senate. The New York Times, June 24, 1988. <http://www.nytimes.com/1988/06/24/us/global-warming-has-begun-expert-tells-senate.html?pagewanted=all>.

- UNFCCC. (2005) Modalidades y procedimientos para las actividades de proyectos de forestación y reforestación del mecanismo para un desarrollo limpio en el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto. Decisión 5/CMP.1. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/spa/08a01s.pdf#page=72>
- UNFCCC (2010) Acuerdos de Cancún: resultado de la labor del Grupo de Trabajo Especial sobre los nuevos compromisos de las Partes del anexo I con arreglo al Protocolo de Kyoto en su 15º período de sesiones. Decisión 1/CMP.6. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cmp6/spa/12a01s.pdf>.
- WMO (2016) World Climate Conferences. World Meteorological Organization. https://www.wmo.int/pages/themes/climate/international_wcc.php#a
- UN (2007) Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas. Resolución 61/295, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas. Nueva York, EE.UU.
- http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf
- UNFCCC (2009) Guidelines for users of the joint implementation land use, land-use change and forestry project design document form. Version 04. Joint Implementation Supervisory Committee.
- http://ji.unfccc.int/Sup_Committee/Meetings/018/Reports/Annex6.pdf
- UNFCCC (2012) Enmienda de Doha al Protocolo de Kioto. COP18/CMP8. http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/kp_doha_amendment_spanish.pdf
- UNFCCC (2015) El Acuerdo de París. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- http://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf
- UNFCCC (2016) Compilation and Accounting Data. Afforestation and Reforestation. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- <http://unfccc.int/di/FlexibleCAD-Queries.do>
- Van Tilburg A.; Würtenberger L.; de Coninck H.; Bakker S. (2011) Paving the way for low-carbon development strategies. Energy Research Centre of the Netherlands (ECN) <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2011/e11059.pdf>
- Vogt D. J.; Vogt K. A.; Gmur S. J.; Scullion, J. J.; Suntana, A. S.; Daryanto, S.; Sigurðardóttir, R. (2016). Vulnerability of tropical forest ecosystems and forest dependent communities to droughts. Environmental Research 144, 27-38.

MITOS Y REALIDADES DEL PAPEL DEL MDL Y OTROS MECANISMOS DE MERCADO EN SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SUSTENTABLE.

Palabras clave: Cambio Climático, Mecanismos de Mercado, Mitigación del Cambio Climático, Limitación de Emisiones, América Latina y El Caribe.
Key words: Climate Change, Market Mechanisms, Climate Change Mitigation, Emission Abatement, Latin America and The Caribbean.

El Acuerdo de París es un convenio surgido dentro de la CMNUCC que establece medidas para la limitación y/o reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Fue firmado el 12 de diciembre de 2015, en el contexto de la 21ª Conferencia de las Partes de la Convención y tiene como principal objetivo de largo plazo mantener el incremento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales y, adicionalmente, que los gobiernos se comprometan a seguir trabajando para limitarlo a 1,5°C. América Latina fue una Región pionera en lo concerniente a su participación temprana en los mecanismos de reducción y/o limitación de emisiones.

Esta situación se dio incluso mucho antes que el tema estuviese instalado con fuerza en otras Regiones, posteriormente muy activas en el uso del mecanismo, principalmente China y el Sudeste Asiático. No obstante, esto no redundó en “ventajas” para la región, en términos de radicación de inversiones o de establecer mejores condiciones en la negociación internacional en el marco de la CMNUCC. Esta situación lleva a lo que en algunos documentos previos se ha denominado “cierto desánimo de la Región respecto del MDL”. Es interesante explorar cómo puede jugar esto en la profundización de los compromisos de América Latina con la prevención del Cambio Climático y si bien dicho objetivo excede con creces los alcances de este breve documento, se intentarán plantear algunos temas que no se pueden pasar por alto al tratar de interpretar la problemática. A más de 20 años del Protocolo de Kioto (PK) se sigue buscando un acuerdo climático internacional consensuado, vinculante y ambicioso. No obstante, las decisiones de fondo se siguen postergando. En definitiva, es imposible para un mercado poder sobrevivir sin demanda. Y la demanda surge del grado de rigurosidad que exista en el cumplimiento de los compromisos que se asumen y en qué medida estos compromisos implican un esfuerzo real por reducir emisiones.

■ **Leónidas Osvaldo Girardín** ^{(1, 2, 3)*}.

(1) CONICET, (2) Fundación Bariloche; (3) Universidad Nacional de Moreno.

E-mail: * logirardin@gmail.com

The Paris Agreement is an arrangement that emerged within the UNFCCC that establishes measures for the limitation and / or reduction of emissions of greenhouse gases. It was signed on December 12, 2015, in the context of the 21st Conference of the Parties to the Convention and its main long-term objective is to maintain the increase in global average temperature below 2° C with respect to pre-industrial levels and, additionally, that governments commit themselves to continue working to limit it to 1.5 ° C. Latin America was a pioneer region in terms of its early participation in emission reduction and / or limitation mechanisms. This situation occurred even before the issue was installed with force in other Regions, later very active in the use of the mechanism, mainly China and Southeast Asia. However, this did not result in "advantages" for the region, in terms of investment settlement or to establish better conditions in the international negotiation within the framework of the UNFCCC. This situation leads to what in some previous documents has been called "certain discouragement of the Region with respect to the CDM". It is interesting to explore how this can play in the deepening of the commitments of Latin America with the prevention of Climate Change and although this objective far exceeds the scope of this brief document, we will try to raise some issues that can not be overlooked and try to interpret the problem. More than 20 years after the Kyoto Protocol (KP), a consensual, binding and ambitious international climate agreement is still being sought. However, substantive decisions continue to be postponed. In short, it is impossible for a market to survive without demand. And the demand arises from the degree of rigor that exists in the fulfillment of the commitments that are assumed and to what extent these commitments imply a real effort to reduce emissions.

El Acuerdo de París (AP)¹ es un convenio surgido dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) que establece medidas para la limitación y/o reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Fue firmado el 12 de diciembre de 2015, en el contexto de la 21ª Conferencia de las Partes de la CMNUCC (COP21) y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, al cumplimentarse los requisitos para ello. El AP cubre el período posterior a 2020 y tiene como principal objetivo de largo plazo mantener el incremento de la temperatura media mundial por debajo de 2° C con respecto a los niveles preindustriales y, adicionalmente, que los gobiernos se comprometan a seguir trabajando para limitarlo a 1,5° C.

En este contexto, las “Partes” de la CMNUCC presentaron planes generales nacionales de acción, denominadas Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDCs)², a través de los cuales se implementan las medidas y acciones que se espera que limiten y/o reduzcan sus emisiones. Adicionalmente, acordaron comunicar cada cinco años sus contribuciones (a los fines de fijar objetivos más ambiciosos); aceptaron informarse mutuamente y dar cuenta a la sociedad del grado de cumplimiento de sus objetivos (para garantizar la transparencia y la supervisión) y, aquellas Partes que integran el conjunto de los países más desarrollados, se comprometieron a financiar la lucha contra el cambio climático (para ayudar a los países en desarrollo tanto a reducir sus emisiones como a aumentar la resiliencia ante los efectos del cambio climático).

El Artículo 6° del AC contempla un enfoque que promueve la cooperación voluntaria entre las “Partes” para el cumplimiento de las NDCs

y la promoción del Desarrollo Sustentable. Contempla, también, la generación de los Resultados de Mitigación de Transferencia Internacional (ITMOs)³ entre Partes, que pueden incluir Unidades de Reducción de Emisiones (ERUs)⁴. Es imposible soslayar las similitudes y la relación existente entre este Artículo 6° del AC y el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) surgido del Artículo 12° del Protocolo de Kioto (PK)⁵.

Ante esta situación, es bueno analizar, qué sucedió con las expectativas que se tenían, en sus orígenes, sobre el papel que podían cumplir, tanto el MDL como otros mecanismos de mercado, en la lucha contra el Cambio Climático, particularmente para América Latina y El Caribe (ALyEC) y para la República Argentina, en especial.

■ AMÉRICA LATINA: DE LA EUFORIA AL DESENCANTO.

América Latina fue una Región pionera en lo concerniente a su participación temprana en los mecanismos de reducción y/o limitación de emisiones de GEI a través, no sólo de lo que fue la Fase Piloto de la Implementación Conjunta (JI)⁶ de proyectos (que comenzó a funcionar aún antes de la existencia del Protocolo de Kioto), sino también de las etapas tempranas del MDL, una vez establecido el PK. Esta situación se dio incluso mucho antes que el tema estuviese instalado con fuerza en otras Regiones, posteriormente muy activas en el uso del mecanismo, principalmente China y el Sudeste Asiático⁷. No sólo eso: muchas de las Oficinas Gubernamentales⁸ de la Región Latinoamericana se han mostrado, desde sus inicios, entre las más dinámicas en el proceso de promover actividades de proyectos susceptibles de aplicar a estos mecanismos, a partir de la identifica-

ción de opciones de mitigación en sectores relevantes a tal fin y del intento de atraer oportunidades de inversiones en estos proyectos.

No obstante, paradójicamente, transcurridos ya más de 20 años desde la firma (11 de diciembre de 1997), más de una década desde la entrada en vigor del PK (16 de febrero de 2005) y un largo tiempo desde la aparición de las Modalidades y Procedimientos (M&P) que regulan las actividades de proyectos MDL (noviembre de 2001), se aprecia claramente que se han dado dos fenómenos muy marcados. Por un lado, las experiencias más exitosas en términos de cantidad y diversificación de proyectos MDL se presentan en países cuyo sector privado se muestra más dinámico en participar en esta clase de mecanismos, independientemente que el Estado tenga o no políticas explícitas de apoyo a estas iniciativas. En este sentido, el caso paradigmático en América Latina es Brasil, que no cuenta ni contaba con Oficina de Promoción al MDL, sino sólo con una Autoridad Nacional Designada (AND) y, sin embargo, siempre estuvo a la cabeza en la aplicación de este mecanismo en AL y EC. Por otro lado, la Región sufrió y sufre lo que se podría denominar la “lógica perversa del MDL”⁹, en tanto muchas de las medidas de mitigación de menor costo o de mayor volumen de limitación y/o reducción de emisiones (fundamentalmente la Sustitución de Combustibles en la Generación de Electricidad, en el primero de los casos, y el desarrollo de Energías no Emisoras de GEI, en el segundo de ellos) han sido llevadas a cabo, principalmente entre las décadas del 70 y del 90, con lo que ya forman parte de sus Líneas de Base y “encarecen” relativamente las actividades de proyectos que pueden considerarse adicionales¹⁰, principalmente si se comparan con las oportunidades

que tienen Regiones que postergaron la aplicación en el tiempo de dichas medidas (como el Sudoeste Asiático, por ejemplo) y que compiten por imponer sus proyectos en el mismo ámbito¹¹.

Esta situación lleva a lo que en algunos documentos previos se ha denominado "cierto desánimo de la Región respecto del MDL"¹². Es interesante explorar cómo puede jugar esto en la profundización de los compromisos de América Latina con la prevención del Cambio Climático y si bien dicho objetivo excede con creces los alcances de este breve documento, se intentarán plantear algunos temas que no se pueden pasar por alto al tratar de interpretar la problemática. Pero también es importante destacar que, algunas de estas cuestiones, se vienen manifestando desde hace tiempo y, lejos de resolverse, en algunos casos se fueron profundizando¹³.

■ EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA HETEROGENEIDAD.

Si bien el Cambio Climático es un fenómeno de alcance global, todo indica que la distribución geográfica de los efectos será muy heterogénea, lo que dificulta aún más la planificación de políticas apropiadas para sobreponerse a los mismos. Esta Heterogeneidad en los Impactos Esperados del Cambio Climático se va a montar sobre las heterogeneidades y desigualdades ya existentes en otros órdenes, entre diversos Países, Regiones, Sectores, Actividades y Grupos Sociales, por lo que todo indica que la incidencia del Cambio Climático será diferente sobre todos ellos, dependiendo de su grado de Vulnerabilidad. Para volver más complejo aún este panorama, todos los estudios regionales sobre los impactos esperados del cambio climático indican que las consecuencias que van a tener que soportar los paí-

ses más pobres (y dentro de ellos los grupos sociales más desprotegidos), son desproporcionadamente mayores que su escasísima responsabilidad en haber llegado a la situación actual¹⁴.

El grado de Vulnerabilidad que presentan los distintos Países, Regiones, Sectores Socioeconómicos, Actividades y Comunidades a estos fenómenos está estrechamente relacionado con la capacidad que tengan para absorber, amortiguar o adaptarse a los efectos de estos cambios¹⁵. Esta situación, a su vez, va a depender de la posibilidad de contar con tecnologías, infraestructura y medios idóneos para tal fin y, en este sentido, las poblaciones más pobres, las actividades más dependientes del clima y los países y/o regiones con estructuras económicas menos diversificadas presentarán muy probablemente grados de vulnerabilidad mayores. Esta situación puede llevar a la ampliación de los desniveles Norte-Sur, pero también la profundización de las desigualdades al interior de los propios países, independientemente de las responsabilidades históricas de cada uno de los actores involucrados, en lo que se refiere a su contribución al problema. En realidad, nos estamos refiriendo a un conflicto Norte-Sur de carácter más *sociológico* que *geográfico*¹⁶, teniendo en cuenta que fenómenos como el Huracán *Katrina*, que azotó Nueva Orleans en 2005, demostró que hasta la Primera Potencia del Norte contiene su propio Sur y que en nuestro Sur, las elites dominantes tienen pautas de consumo de energía, bienes y recursos naturales iguales o superiores a las de muchos de los grupos más ricos del Norte¹⁷.

La presencia de grados de incertidumbre y de heterogeneidad como los mencionados va a influir sobre la toma de decisiones, dado que éstas

deberían tomarse a pesar de la falta de certeza sobre el verdadero nivel de conocimiento que se tiene acerca de las consecuencias futuras que habría que afrontar. Sin embargo, todas las estimaciones que se hacen acerca de las potenciales repercusiones que el Cambio Climático puede traer son de tal magnitud, que justifican algún tipo de intervención para evitarlas, aplicando estrategias, políticas y medidas preventivas basadas en el *Principio de Precaución*¹⁸.

En este sentido, las posibilidades de emprender acciones de manera más inmediata, para morigerar los potenciales efectos del Cambio Climático, se centran en aquellas causas relacionadas con las actividades humanas que se sabe que influyen sobre las cantidades netas (emisiones brutas menos absorciones) que se emiten de los GEI, lo que lleva a la necesidad de reducir, limitar y/o evitar estas emisiones en los sectores clave, como energía, industria, agricultura y ganadería, manejo de residuos, uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura.

Es aquí donde estaba puesta una cuota importante de esperanza en que el MDL pudiera contribuir a que, en los Países No Anexo I¹⁹ (NAI), las pautas de consumo y producción que acompañaran mayores niveles de desarrollo no fueran necesariamente las que siguieron los Países Industrializados (PI) para alcanzar su grado actual de Desarrollo Económico.

■ LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO (I): QUIÉN PAGA Y BAJO QUÉ ARGUMENTO. SINERGIAS Y CONFLICTOS ENTRE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN.

Una cuestión importante a considerar es que cada estrategia, política y/o medida concreta que se adopte

en función de limitar las emisiones de GEI implica cierto tipo de impactos sobre las actividades involucradas y, consecuentemente, cierto tipo de sacrificios sobre las economías de las sociedades que las implementen. No es casual que uno de los puntos más conflictivos de negociación en la agenda internacional sobre cambio climático esté relacionado con la distribución de los costos de mitigación entre los diversos países. Los problemas que cada sociedad tiene que enfrentar son distintos como así también lo son los grados de vulnerabilidad a los que están expuestas. Incluso los intereses de los diversos actores pueden ser conflictivos según sea la modalidad adoptada para hacer frente al cambio climático, lo que necesariamente llevará a la aplicación de diferentes enfoques para enfrentar la cuestión.

Desde el punto de vista económico, la solución que finalmente se adopte no será neutral en términos de los efectos sobre la distribución del ingreso entre los diversos Países, Regiones, Sectores, Actividades y Grupos Sociales ligados a ellos. Diferentes enfoques metodológicos determinarán distintos resultados, dependiendo de los modelos y supuestos que se utilicen para formular y simular los posibles escenarios futuros. En algunos casos, es tan estrecha esta relación entre los supuestos y estructura lógica de los modelos utilizados y los resultados obtenidos, que esta situación agrega aún más incertidumbre de los verdaderos costos de mitigación que va a tener que afrontar cada actor involucrado²⁰. No obstante, hay consenso acerca de que las primeras limitaciones de emisiones resultarán menos costosas por tonelada evitada/reducida, en tanto se aprovecharán al inicio las oportunidades de menores costos, y que estos costos se irán acrecentando paulatinamente a partir que dichas oportunidades se va-

yan agotando y tengan que aplicarse acciones sobre sectores que presenten opciones menos ventajosas. De este modo, un punto de conflicto importante es *qué* estrategia escogerá cada país y *cómo* será repartida la carga de los costos de mitigar las emisiones de GEI entre los diferentes países.

Como resulta evidente, la posición predominante entre aquellos países que ya han asumido compromisos de reducción de emisiones en la CMNUCC y el PK, se basa en priorizar la eficiencia económica por sobre el resto de los criterios, defendiendo la idea que las reducciones de emisiones se efectúen allí donde es más barato obtenerlas utilizando enfoques basados en criterios de costo-efectividad. Actuar de este modo, diluye su mayor responsabilidad histórica en haber llegado a esta situación y transfiere buena parte de las medidas de mitigación que se lleven a cabo hacia los países menos desarrollados, cuyos recursos naturales, salarios y otros factores de producción y demás elementos fundamentales en esta ecuación, son más baratos²¹. Por su parte, el resto de los países (aquellos que en la CMNUCC y el PK aún no habían asumido compromisos cuantificados de limitación y/o reducción de emisiones en virtud del reconocimiento de su menor responsabilidad histórica en el proceso de Cambio Climático), buscan que esta responsabilidad histórica sea un criterio determinante a la hora de repartir las cargas de enfrentar los impactos esperados del Cambio Climático, en tanto argumentan que el objetivo de minimizar los costos de mitigar las emisiones de GEI no debe esconder la diferencia de responsabilidad existente entre los países (hecho que se reconoce en la propia CMNUCC, que se refiere a las "responsabilidades comunes pero diferenciadas" y a que los países desarrollados de-

ben mostrar la iniciativa en la prevención de los impactos del cambio climático), ni dejar de tomar en consideración valores éticos tales como que todos los habitantes de la Tierra tienen el mismo derecho de disfrutar de los beneficios del desarrollo económico y de ese modo acceder a niveles adecuados de confort y calidad de vida. En este proceso de combate a la pobreza y búsqueda de un mayor bienestar para su población excluida, muchos de estos países seguramente aumenten sus emisiones actuales de GEI.

No obstante, como es obvio, no todo es tan lineal. No sólo importan las emisiones en términos "relativos", sino también las emisiones "absolutas", porque son éstas las que van a contribuir con el aumento de las concentraciones atmosféricas de los GEI a lo largo del tiempo y, consecuentemente, con los cambios en las temperaturas y otras variables y parámetros climáticos. En este sentido, no se puede dejar de tomar en consideración la importancia creciente de las emisiones de países como China, India o Indonesia, sólo por tomar algunos ejemplos.

Así, desde un punto de vista económico aparecen dos temas fundamentales relacionados con el cambio climático: no sólo *quién debe pagar*, sino también *qué uso debe ser priorizado* para asignar los limitados fondos que están disponibles, respecto de la cantidad de cuestiones a las que hay que atender. Como los recursos que sean dedicados a determinadas políticas y medidas no van a estar disponibles para otros usos alternativos, los países menos desarrollados tendrán que decidir entre asignar recursos para la adaptación o asignarlos para la mitigación.

■ LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO (II): SINERGIAS Y CONFLICTOS ENTRE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN.

Los más recientes datos aportados por los expertos en el tema, contenidos en tanto en el Cuarto Informe de Evaluación (4AR) como en el Quinto Informe de Evaluación (5AR) producidos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en el año 2007 y en el año 2014, respectivamente²², no dejan dudas acerca de la creciente influencia de las actividades humanas en este proceso. Pero tampoco dejan dudas de que, más allá de los esfuerzos de mitigación de emisiones de GEI que hagan países como, por ejemplo, Argentina (que emite menos que el 1% del total mundial de emisiones)²³, esta clase de países va a estar obligado a llevar a cabo algún esfuerzo importante para adaptarse a los impactos provenientes del Cambio Climático que indefectiblemente va a sufrir.

Los países en desarrollo son más vulnerables a los potenciales impactos del cambio climático aunque la responsabilidad histórica (y también actual en el caso de la gran mayoría de ellos) en el proceso que condujo a la situación actual sea menor²⁴. Pero, adicionalmente, dado el alto grado de concentración de las emisiones de GEI en pocos Países y la reducida participación en las emisiones actuales de la mayoría de los países menos desarrollados, los efectos de limitar las emisiones de GEI en estos últimos no tendrían consecuencias significativas para resolver el problema de prevenir el aumento en las concentraciones atmosféricas de GEI, tal como se dijera anteriormente. Por más que apliquen políticas de mitigación y cumplan al pie de la letra los planes para llevarlas a cabo, igual va a ser necesario realizar algún grado de adaptación a los impactos esperados

del cambio climático, que de todos modos van a sufrir²⁵.

De esta manera, tendrán que hacer frente a significativos costos de adaptación. No obstante, se da la paradoja de que la mayor parte de los fondos disponibles a nivel internacional para enfrentar temas relacionados con el cambio climático están asignados a actividades vinculadas con la mitigación (principal responsabilidad de los países más desarrollados) en lugar de las dedicadas a la adaptación (principal urgencia de los países menos desarrollados), lo que se constituye en una barrera adicional para que los países más vulnerables puedan hacer frente a los desafíos del cambio climático.

Uno de los principales argumentos de los países desarrollados para justificar la falta de financiamiento a las actividades de adaptación al cambio climático en los países en desarrollo, parte de considerar la adaptación como un tema de índole local, o a lo sumo nacional, en lugar de considerarla como un problema global, como sí lo hacen con mitigación. Si esto es así en el ámbito del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF)²⁶ no se va a dedicar una suma significativa de fondos para adaptación, en tanto financia principalmente los costos incrementales²⁷ en los que se incurre para atender un problema de carácter global.

Sin embargo, la adaptación debe ser considerada necesariamente un problema global desde al menos dos puntos de vista: (a) en primer lugar porque los países en desarrollo se ven obligados a adaptarse al cambio y la variabilidad climática independientemente de su responsabilidad en el origen del problema y, (b) en segundo lugar, porque sin una acción conjunta responsable de todos los actores involucrados no será

posible adaptarse a los cambios²⁸. En todo caso la adaptación es un problema global que tiene diferentes formas de ser abordado tanto en el nivel nacional como en el local, dependiendo de las circunstancias nacionales de cada país. Estas circunstancias nacionales influyen fundamentalmente en dos aspectos: (a) el grado de incidencia de los potenciales impactos del cambio climático y (b) la capacidad de respuesta de cada sociedad.

Si tenemos en cuenta que los más vulnerables a los impactos esperados del cambio climático también son generalmente los más vulnerables a todo tipo de cambio en las condiciones de partida (los cambios en el proceso de globalización de los negocios, los cambios de precios en las materias primas y en los precios de los energéticos, etc.), no es descabellado pensar en la aplicación de políticas de desarrollo como la mejor forma de comenzar a desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático. Una sociedad más justa, más igualitaria, mejor educada e informada, con mejores niveles de salud, está mucho más preparada para hacer frente a todos los desafíos, no sólo a los relacionados con el cambio climático.

■ EL PAPEL DEL MERCADO Y DEL MDL EN LA CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SUSTENTABLE: "DEL DICHO AL HECHO..."

Estrada Oyuela (2008), hace 10 años ya planteaba dos cuestiones que son imposibles de evadir si se quiere entender qué está pasando hoy con los llamados genéricamente "Mercados de Carbono": (a) El propósito del PK es reducir y limitar las emisiones de GEI para estabilizar sus concentraciones atmosféricas, tal como fue acordado en la CMNUCC, no la creación de un mercado de carbono; y (b) además la reducción

de emisiones requerida en el período 2008-2012 a los Estados Parte del PK ha sido notablemente inferior a la disponibilidad de créditos²⁹.

En este sentido, de acuerdo con cálculos del Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón, citados por Estrada Oyuela (2008), la oferta potencial de títulos de carbono esperada para el primer período de compromiso (2008-2012), se estimaba en 10.600 millones de toneladas de CO₂e (4.400 millones correspondientes a la Federación Rusa; 2.400 millones a Ucrania, 1.500 millones correspondientes a los 12 nuevos miembros de la Unión Europea (UE), y, por último, 2.300 millones correspondientes a Reducciones de Emisiones Certificadas o CERs³⁰ del MDL), mientras la demanda potencial para el mismo período se estimaba en solamente 2.114 millones de toneladas (1.500 millones de la UE, 200 millones de Nueva Zelanda, Suiza, Noruega y Otros Países Anexo I, 260 millones de Japón y 34 millones de Australia). En estas condiciones ya en ese momento era evidente que era poco lo que se podía esperar del MDL para redistribuir ingreso entre ricos y pobres. Se especulaba con la hipótesis de cómo podría jugar la potencial entrada en el juego de Estados Unidos en un sistema análogo (seguramente aumentando los precios de las transacciones a través de un fuerte aumento en la demanda de reducciones de emisiones), pero eso finalmente nunca se dio en la medida de lo esperado para dinamizar el sistema.

Adicionalmente, para tener una idea de cómo era la situación al momento de finalizar el Primer Período de Compromiso del PK (2008-2012), de acuerdo con la información suministrada en la Página Web de la Secretaría de la CMNUCC al 31 de diciembre de 2012³¹, el MDL tam-

bién tuvo un alcance limitado en su papel en el proceso de Transferencia de Tecnología y en su contribución al Desarrollo Sustentable de los países anfitriones de las actividades de proyecto.

En momentos de la finalización del Primer Período de Compromiso del PK (2008-2012) había más de 7500 proyectos en trámite (en la *pipeline*, como se suele decir en la jerga) en la Junta Ejecutiva del MDL (JE-MDL). Si bien no había información precisa del promedio anual de CERs que generaban, se estimaba que a fines de 2012 habrían generado más de 2.216 millones de toneladas y se esperaba que hacia el año 2015 estuvieran generando una oferta potencial de más de 4.760 millones de CERs. En ese momento, estaban registrados 5.511 proyectos que habrían generado más de 2.191 millones de CERs para fines de 2012, mientras otros 546 proyectos estaban pendientes de registro con más de 4 millones de CERs esperados para finales de 2012.

Desde el punto de vista del total de las 206 metodologías aprobadas por sector, casi el 80% (188) se concentraban en 6 sectores: energías renovables, industrias manufactureras, transporte, manejo de residuos, industrias químicas y demanda de energía.

Del total de los CERs esperados correspondientes a proyectos registrados, 65.6% de los mismos correspondía a China, 10.2% a India, 3.6% a Brasil, 2.7% a Corea del Sur y 1.9% a México. Estos 5 países en conjunto concentran casi el 85% de los CERs anuales generados. Si se toman, en cambio, los CERs efectivamente emitidos hasta ese momento, se tiene que 60.9% correspondían a China, 14.1% a India, 8.8% a Corea del Sur, 6.8% a Brasil y sólo 1.6% a México. No obstante, esta cifra está

fuertemente influida por el tamaño de los proyectos, dado que si se toma el número de proyectos registrados se tiene que 52.9% de los mismos correspondían a China, seguido de India con 18.3%, Brasil (4.2%), Vietnam (3.3%) y México (2.8%). Estos 5 países concentraban 81.5% de los proyectos. En este caso, Corea, con sólo 1.5% de los proyectos, no aparece dentro de los porcentajes relevantes. La explicación está en el tamaño relativo de los proyectos correspondientes a Corea, principalmente en lo concerniente a los que se refieren a HFCs.

Casi tres cuartas partes de los proyectos registrados (73.2%) correspondían a energías renovables, siguiéndole en importancia el tratamiento de residuos (11.7%). No obstante, esto no se corresponde necesariamente con la importancia que tienen en la participación dentro del total de los CERs emitidos. La mayor parte de los CERs, en realidad, se corresponden con proyectos relacionados con HFCs, CH₄ y N₂O. Se prioriza, así, el atractivo que para el negocio tiene el Potencial de Calentamiento Global (PCG)³² de los gases, desde el punto de vista de la magnitud de emisiones que pueden evitarse en términos de Dióxido de Carbono equivalente (CO₂e), más que otros factores. Habría que analizar si el “desánimo” del que hablábamos antes, no tiene que ver, en parte, también con esto.

Tal como surge de un análisis detallado de la información suministrada por la CMNUCC en su Sitio Web³³ y por el UNEP RISØ Centre (URC), en todo este período desde la aparición del MDL se estuvo aprovechando mucho más el alto PCG de ciertos gases que la potencial contribución al Desarrollo Sustentable de los proyectos o la Transferencia de Tecnología implícita en los mismos. En este sentido, la propia “integri-

dad ambiental” del mecanismo en su conjunto estaría puesta en duda en tanto muchos de los proyectos no generan reducciones reales de emisiones de GEI, tal como sucedió con algunos proyectos relacionados con la incineración de HFC23 (obtenido como subproducto de la producción de HCFC-22), que generaban más de la mitad de los CERs expedidos al 2009³⁴. Tampoco pareciera que fuera importante el flujo de Inversión Extranjera Directa (IED) que se genera, en tanto muchos de los proyectos se nutren de fondos provenientes del mercado financiero local.

Habría que desarrollar estudios más profundos para ver si existirían más alicientes en caso que a los países anfitriones de los proyectos se les permitiera ahorrar esos CERs para poder realizarlos cuando les resultase más conveniente (cuando su precio en los diversos mercados en que pudiera eventualmente comercializarse fuera mayor o ante la posibilidad de tener que utilizarlas para cumplir con eventuales compromisos de reducción de emisiones que tuvieran que asumir en algún momento del tiempo). Si bien éste, todavía, no es un punto que tenga alta prioridad en la agenda de la discusión, en algún momento este tema va a tener que definirse.

Existe, además, otro punto del que poco se habla: los Mecanismos de Kioto tienen razón de ser mientras las Partes NAI no asuman compromisos cuantificados de reducción de emisiones. De lo contrario, estarían ante la situación paradójica de estar entregando (o haber entregado) a bajos costos sus opciones de mitigación más accesibles, baratas y/o inmediatas, quedando para ellos las más caras y difíciles de implementar en el momento en que eventualmente tuvieran que asumir un compromiso cuantificado.

Otro punto “perverso” del mecanismo es que, se produce una situación en la que, el que adelanta medidas de mitigación, pierde competitividad desde el punto de vista del mecanismo, porque éstas reducciones y/o limitaciones de emisiones pasan a formar parte de su Línea de Base. Así, hay un incentivo a retardar la aplicación de medidas de mitigación para que medidas similares a éstas sean adicionales y puedan aplicar al MDL. Adicionalmente, se establece una diferenciación artificial entre los países que ya llevaron a cabo algunas de las medidas de mitigación menos costosas (sustitución de combustibles, medidas de eficiencia energética, introducción de energías renovables, etc.) y aquellos que aún no lo hicieron, generándose una ventaja para estos últimos.

Más allá de las cuestiones éticas inherentes a la asignación de derechos de propiedad sobre el medio ambiente (que de eso se trata en el fondo la asignación de permisos de emisión de carbono) también queda la duda de si darle un papel fundamental al mercado para solucionar el problema del cambio climático global no es convocar al pirómano para que ayude a apagar el incendio. En realidad llegamos a la situación actual no por falta de mercado, sino por exceso del mismo. Desde el punto de vista económico se trata de una externalidad acumulada en el tiempo por el uso desmedido de un bien de propiedad común por parte de unos pocos actores sin haber compensado al resto de los propietarios de ese recurso por ese uso abusivo. La teoría económica plantea soluciones que no sólo tienen que ver con la asignación de derechos de propiedad, sino fundamentalmente con la regulación de esa actividad. El problema es de falta de regulación más que falta de libertad de mercado, la que de hecho nos llevó a esta situación.

Que el mercado tiene serias limitaciones para resolver este problema lo muestra claramente la evolución de los valores de las unidades atribuidas en el *Emission Trading Scheme* (ETS) de la UE, tal como muestra Estrada Oyuela (2008)³⁵. Esta situación tuvo que ver principalmente con la asignación de permisos, para cada país, muy por encima de las verdaderas emisiones que estaban registrándose, lo que llevó a un exceso de oferta de permisos y consecuentemente a una caída abrupta de su valor. El argumento de que el mercado de permisos de emisiones de SO₂ en Estados Unidos y el ETS-UE funcionan no es extrapolable a nivel internacional, donde los países no reconocen una autoridad superior en la que hayan delegado el poder de policía y de aplicar sanciones como sí lo hicieron en estos dos sistemas (representados en un caso por la propia UE y en el otro por la Environmental Protection Agency - EPA). Es evidente que en un sistema de este tipo si alguien no cumple con las reglas del juego y no es penalizado, no hay incentivo alguno para que los demás actores cumplan con dichas reglas. Si un país pequeño no cumple, seguramente sea sancionado. ¿Pasaría lo mismo si no cumpliría alguna potencia mundial?

Un punto a tener en cuenta es que no hay un solo mercado de carbono, sino varios. Esto no es trivial. Además, los CERs emitidos a través de la aplicación del MDL (Artículo 12° del PK) van a tener que competir con las *Emission Reduction Units* (ERU) que surgen de la JI (Artículo 6° del PK), las reducciones de emisiones que se canalicen a través de los Mercados Voluntarios, la Comercialización de Emisiones (Artículo 17° del PK) y toda otra serie de instrumentos y modalidades mediante los cuales se puedan llevar a cabo transacciones. No es menor el papel que puede cumplir el originalmente

llamado "Hot Air"³⁶, tanto bajando los precios del resto de los certificados ofrecidos, como reduciendo la necesidad de salir a buscar en otros mercados distintos las reducciones de emisiones que necesiten los PI para cumplir con sus compromisos.

Los valores de los permisos también van a variar dependiendo de diversas situaciones. Los CERs seguramente valgan menos que otros certificados porque están sujetos a mayores incertidumbres, a mayores necesidades de controles y, además, tienen un período de maduración más largo. Incluso entre los propios CERs, los valores variarán si éstos corresponden a proyectos de limitación de emisiones o de secuestro de carbono (en cuyo caso tienen término de expiración más corto y valdrán seguramente menos en el mercado). Cuanto mayor sea el grado de avance del proyecto dentro del ciclo del MDL también tendrán potencialmente más valor esas emisiones evitadas / reducidas / secuestradas.

Tal vez el problema principal es que, desde un primer momento, se crearon demasiadas expectativas y se pensaba que estos mecanismos (principalmente el MDL) iba a hacer las veces de una especie de *Robin Hood* que redistribuyera recursos de los ricos a los pobres. Hasta ahora fue una especie de *Hood Robin* que hizo ricos a una serie de "brokers" e intermediarios, pero que tuvo una muy pobre contribución al Desarrollo Sustentable de los países anfitriones y la Transferencia de Tecnología desde los PI hacia los Países Menos Desarrollados.

Evidentemente, este artículo no puede pretender agotar esta discusión que, por otra parte (al menos en algunos aspectos), pareciera que recién comenzara. Si se quiere dar un papel a los Mecanismos de Mercado en la prevención del Cambio

Climático, sería importante tratar de integrar las actividades de proyectos MDL con las necesidades de adaptación y/o la reducción de vulnerabilidades a los impactos esperados del cambio climático sobre los países huéspedes. No puede ser que la única relación entre MDL y Adaptación sea la contribución del 2% del valor de los CERs para la integración de un fondo, alimentando la paradoja de que los pobres se financien así mismos para cubrir sus urgencias. Había alguna esperanza cifrada en los Programas de Actividades (PoAs)³⁷, pero si bien éstos ampliaban un poco el abanico de posibilidades, no solucionaban los problemas de fondo y presentaban otros desafíos que no los volvieron un instrumento tan interesante como se planteaba en sus orígenes. Sería muy interesante que algún desarrollo futuro del MDL pudiera relacionarse con un proceso más profundo de colaboración y facilitación de los procesos de Desarrollo Sustentable y Transferencia de Tecnología. De hecho es innegable que existe una renta de la que se apropian los países Anexo I mediante el aprovechamiento del MDL, en tanto hay un diferencial de costos notables entre lo que les costaría la tonelada de CO₂e reducida internamente (mediante la aplicación de medidas domésticas en su propio territorio), y lo que efectivamente les cuesta acceder a los CERs³⁸. Hasta el momento, darle contenido al MDL para que efectivamente contribuya al logro de los objetivos de la CMNUCC, es aún una tarea pendiente.

■¿QUÉ SE PODÍA ESPERAR DESPUÉS DE DOHA?

El Primer Período de Compromiso del PK cubría el tramo comprendido entre los años 2008 y 2012. Por esta razón, cobraba importancia la reunión que, a la finalización de dicho período, fijara las condiciones

de funcionamiento del MDL con posterioridad.

En efecto, entre el 26 de noviembre y el 8 de diciembre de 2012 se desarrollaron en la ciudad de Doha, Qatar, la 18ª Conferencia de las Partes (COP18) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y la 8ª Conferencia de las Partes de la CMNUCC actuando como Reunión de las Partes (CMP8). En estas reuniones se aprobaron una serie de documentos, entre los cuales se destacan: (a) el que aprueba la enmienda del Protocolo de Kioto para un Segundo Período de Compromiso (FCCC/KP/CMP/2012/L.9), que se va a extender desde el 1º de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2020; (b) el que declara concluido el trabajo del Grupo de Cooperación a Largo Plazo (AWG-LCA) creado en la COP13 de Bali, cerrando el proceso de la Hoja de Ruta de Bali, y (c) el relacionado con la revisión de las reglas del MDL.

En este último caso, se decidió revisar las modalidades y procedimientos del MDL con el fin de adoptar los cambios en la CMP9, para lo cual se convocó a las Partes a realizar aportes hasta el 25 de marzo de 2013. Estos aportes y las recomendaciones de la JE-MDL fueron considerados por el SBI (Órgano Subsidiario de Ejecución) en su reunión de junio de 2013. Se plantearon cuestiones referidas a la gobernanza del MDL, metodologías y adicionalidad. En este último punto, la JE-MDL pidió extender las modalidades simplificadas para la demostración de adicionalidad en los proyectos de pequeña escala y se comprometió a trabajar en la simplificación y racionalización de las metodologías en la búsqueda de reducir los costos de transacción. Asimismo, se determinó que en la 45ª Sesión del SBSTA (Órgano Subsidiario de Asesora-

miento Científico y Tecnológico)³⁹ se debatiera la elegibilidad de los proyectos de Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS) en el MDL con el transporte o almacenamiento en más de un país, así como también la creación de una reserva mundial de CERs. No obstante, estas cuestiones aún no han sido admitidas en el MDL. En lo que concierne a las negociaciones sobre REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation), éstas quedaron empantanadas, principalmente por cuestiones referidas con la Verificación de las Reducciones de Emisiones⁴⁰.

■ EL ACUERDO DE PARÍS, TRUMP Y MÁS ALLÁ...

Los Mercados de Carbono han mostrado algunas dificultades de funcionamiento en los últimos años, principalmente por cuestiones ligadas con la recesión económica y la caída en la demanda de los diversos certificados emitidos por los distintos mecanismos existentes⁴¹. No escapa a esta situación el Sistema de Comercialización de Emisiones (ETS)⁴² de la Unión Europea. Los precios de los Certificados (EUAs)⁴³ se mantuvieron en un rango de €4 a €7 (US\$5 a US\$9), cuando han llegado a estar a €13 (US\$18) unos pocos años antes.

En este contexto, a partir de 2013 la situación del MDL también se deterioró aún más de lo que venía sucediendo y que se planteó precedentemente en puntos anteriores⁴⁴. Los motivos, en este caso son varios, pero fundamentalmente se destaca la enorme caída de los precios de los CERs, que alcanzaron sus mínimos históricos en 2013 y 2014. El valor de los CERs en esos años llegó a US\$0.51 (€0.37), cuando había tocado picos de US\$20 y, durante unos años, mantuvo valores de US\$10. Esta caída en los precios no

genera incentivos monetarios para atraer inversiones y para conseguir reducciones de emisiones adicionales a través de la utilización de este mecanismo y llevó a que algunos países (México, por ejemplo) no hayan buscado presentar nuevos proyectos y que sólo se dediquen a generar CERs a partir de los proyectos que ya están registrados⁴⁵. La causa de este desplome en los precios hay que buscarla en primer lugar en una sobreoferta de CERs respecto de la poca demanda existente por los mismos al final del primer período de compromiso del PK por parte de los países que tenían que cumplir con sus compromisos cuantificados. Otro factor que coadyuva a esa caída es que el precio de los CERs dejó de estar unido al valor de las EUAs, como había sucedido en el pasado, principalmente por el hecho de que la inexistencia de una demanda sostenida de CERs por parte de los participantes del EU-ETS.

Ante esta situación tanto la Comisión Europea como la CMNUCC están buscando reformular sus respectivos instrumentos (UE-ETS y MDL). En el caso del UE-ETS, la Comisión Europea propuso un mecanismo de corto plazo denominado "backloading" destinado a retirar del mercado 900 millones de EUAs para volver a inyectarlos con posterioridad a 2020⁴⁶, con el objetivo de conseguir recuperar los precios de los certificados⁴⁷. En lo concerniente al MDL, las mayores expectativas de salvar el mecanismo están depositadas en la posibilidad de incluir proyectos de Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS) y los nuevos Sistemas de Comercio de Emisiones que potencialmente fueran a establecerse en países como Corea del Sur, China y en niveles sub-nacionales de Estados Unidos y Canadá, así como también en el Plan de Compensación y Reducción de Carbono en el sector de la Aviación Internacional, aprobado

por la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO) para entrar en funcionamiento en 2021. Pero, principalmente, en la posibilidad de utilizar los CERs para cumplir con las NDCs y así poder aumentar la ambición de los compromisos asumidos en el contexto del AP con posterioridad a 2020.

De acuerdo con el último informe anual de la Junta Ejecutiva del MDL (JE-MDL)⁴⁸, el mecanismo ya lleva más de 8000 proyectos registrados en 111 países, las partes Anexo I han utilizado más de 1000 millones de CERs para cumplir con sus compromisos en el marco del PK y se han expedido alrededor de 1900 millones de CERs que podrán utilizarse para el cumplimiento del Segundo Período de Compromiso del PK (o para cualquier otro uso, incluyendo el cumplimiento de los compromisos asumidos en el AP si se estableciera que eso pueda ser posible). De ser así, se podría revertir la situación actual de bajísima demanda de CERs y elevado nivel de incertidumbre del mecanismo que llevó, por ejemplo, a que algunos proyectos dejaran de expedir los CERs correspondientes. En este sentido, el 41% de los proyectos para los cuales se habían expedido CERs hasta el final del Primer Período de Compromiso del PK (31/12/2012), dejaron de hacerlo después de esa fecha⁴⁹. Esta situación también llevó a que se vieran afectadas las entidades encargadas de la validación y verificación de los proyectos desarrollados dentro del MDL⁵⁰.

En el contexto del AP, muchas partes han formulado sus NDCs sobre la base del acceso a un mercado internacional de carbono y a la posibilidad de participar en él. Sobre este punto hay una discusión en pleno desarrollo sobre cómo llevar a la práctica los "enfoques cooperativos" para la aplicación de las NDCs

que se plantean en el Artículo 6° del AP. Mientras algunos abogan por un mercado mundial centralizado con supervisión de la CMNUCC (similar al existente en virtud del PK) otros plantean un enfoque menos riguroso desde el punto de vista de la supervisión centralizada. En esta discusión es insoslayable el papel que puede cumplir el MDL en un contexto posterior al 2020. Un tema de debate es si se van a poder utilizar los CERs para cumplir con los compromisos que surgen del AP. La gran oferta de certificados a muy bajos precios genera preocupaciones sobre si el uso continuo de los mismos podría llegar a debilitar las nuevas iniciativas de mitigación. No obstante, si no hay MDL se corre el riesgo de que la capacidad, la experiencia y los conocimientos necesarios se pierdan. Una vez perdidos, estos atributos no estarán disponibles para dar apoyo al mercado internacional del carbono en el futuro y habrá que reestablecerlos, tal vez a un costo muy superior al que insumió desarrollarlos.

Un factor adicional de incertidumbre lo constituyó el anuncio del presidente de los Estados Unidos de América sobre sus intenciones de “retirar” a su país del AP⁵¹, en tanto una buena dosis de expectativas en la recuperación del MDL está depositada en el papel de los mecanismos sub-nacionales de Comercialización de Emisiones, entre los cuales tienen una especial participación los que puedan desarrollarse entre algunos de sus Estados, en algunos casos, interactuando con algunas Provincias Canadienses. Hasta el momento no hay una definición al respecto, aunque algunos hechos juegan a favor de la “integridad” del régimen climático internacional. En cierto sentido ninguna de las Partes está dispuesta a “sacar los pies del plato”, conscientes de la dificultad de negociar otro acuerdo. A esto hay que sumarle la inercia propia de los

acuerdos, en el sentido que tanto los países como las empresas necesitan tomar decisiones estratégicas de inversión que requieren hacerlo con cierta anticipación y, una vez lanzados a llevar a cabo esos planes, no resulta sencillo volver atrás. Tampoco se observó un “efecto dominó” en el sentido de declaraciones o actitudes del resto de las “Partes” de los acuerdos climáticos por seguir los pasos del presidente Trump. Y, para completar, el papel de China hasta el momento ha sido muy “proactivo” en el sentido de ratificar su compromiso de cumplir con lo acordado⁵².

Por lo hasta aquí expuesto, no se vislumbra que vaya a haber cambios significativos en las condiciones y características del MDL, que modifiquen los principales aspectos señalados precedentemente. A más de 20 años del PK se sigue buscando un acuerdo climático internacional consensuado, vinculante y ambicioso. No obstante, las decisiones de fondo se siguen postergando. En definitiva, es imposible para un mercado poder sobrevivir sin demanda. Y la demanda surge del grado de rigurosidad que exista en el cumplimiento de los compromisos que se asumen y en qué medida estos compromisos implican un esfuerzo real por reducir emisiones.

■ BIBLIOGRAFÍA

Bouille, D; Girardin, L. O., Di Sbroiavacca, N. (2000). Argentina Case Study, en Biagini, B. (Ed) (2000). Confronting climate change. Economic priorities and climate protection in Developing Nations. NET, Pelangi. Washington.

Bouille, D.; Girardin, L. O. et al (1999). Estudio sobre los Mecanismos de Flexibilización dentro del contexto de la CMNUCC y

el PK. MRECIC-Argentina, Ministerio de Medio Ambiente de Canadá, Banco Mundial. Buenos Aires.

CAEMA (2003). The State of Development of National CDM Offices in Central and South America. CAEMA. Department of Foreign Affairs and International Trade. Climate Change and Energy Division. Canadá.

Carbosur (2014). La situación del Mercado de Carbono. Montevideo. <http://www.carbosur.com.uy/article/la-situacion-del-mercado-de-carbono/>

Criqui, P., Kouvaritakis, N. (1997). Les coûts pour le secteur énergétique de la réduction des émissions de CO₂: une évaluation internationale avec le modèle POLES. Cahier de recherche N° 13. IEPE. Université des Sciences Sociales de Grenoble.

Estrada Oyuela, R. (2008). El mercado de títulos de carbono. Revista del CEI – Comercio Exterior e Integración. N°11 mayo de 2008. Buenos Aires.

Fenhann, J. (2008) *CDM Pipeline*. UNEP Risø Centre, Dinamarca, Junio 2008.

Figueroa, C. (Ed.) (2002). Establishing National Authorities for the CDM. A Guide for Developing Countries. CSDA, CCKN, IISD. Winnipeg

GDB Network (2014). Mercado de Carbono. Situación Actual y Expectativas de la COP 20. Prospectiva 2020. Foresight. Member of GBD Network. Informe N°LXXXVIII. Julio 2014.

Girardin, L. O. (2000). El Cambio Climático Global y la Distribu-

- ción de los Costos de Mitigación de sus eventuales consecuencias entre los distintos Países. Buenos Aires. Disponible en <http://fundacionbariloche.org.ar/>
- Girardin, L. O. (2008a) Oportunidades y retos para el aprovechamiento del MDL. Presentación al seminario "Mecanismo para un Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto". Montevideo, Uruguay. 9 de Septiembre de 2008.
- Girardin, L. O. (2008b). Impactos regionales asociados al Cambio Climático. Caso de Estudio: Cono Sur de América del Sur. Fundación Bariloche. Cono Sur Sustentable. Buenos Aires.
- Girardin, L. O. (2009a) "Mitos y Realidades del Papel del MDL. Oportunidades versus Realidades. El Caso de América Latina". Publicado en *Economía Autónoma* Nº3. Junio-Noviembre 2009. Universidad Autónoma Latinoamericana. Medellín. Colombia.
- Girardin, L. O. (2009b). "El Desarrollo Limpio en América Latina". Publicado en Barcelona Metrópolis: Revista de Información y Pensamiento Urbanos. Nº 75. Verano 2009. Barcelona. España.
- Girardin, L. O. (2013). Aspectos Socioeconómicos y Políticos del Cambio Climático. De la Convención al Protocolo de Kioto (1990-2000). Fundación Patagonia Tercer Milenio. Trelew-Buenos Aires. ISBN 978-987-26155-8-1. Disponible en http://www.patagonia3mil.com.ar/wp-content/uploads/libros/publicaciones-politicas_ambientales.pdf.
- Girardin, L. O. & Bouille, D. (2002). Learning from the Argentine Voluntary Commitment, en Baumert, K. (Ed.) et al (2002). Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate. WRI. Washington.
- Girardin, L. O., Bouille, D. (2003). Conditions for Greater Commitment of Developing Countries in the Mitigation of Climate Change. CCKN. IISD. Winnipeg.
- Girardin, L. O., Di Sbroiavacca, N. (2000). México Case Study, en Biagini, B. (Ed) (2000). Confronting climate change. Economic priorities and climate protection in Developing Nations. NET, Pelangi. Washington.
- <http://www.unfccc.int>
- Gobierno de la República Argentina (1999). Estudio sobre los Mecanismos de Flexibilización dentro del Contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto. Informe Final. Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto; Ministerio del Medio Ambiente de Canadá; Banco Mundial. Buenos Aires, Noviembre.
- Gobierno de México (2018). Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Acciones y Programas. Disponible en <https://www.gob.me/inecc/acciones-y-programas/mecanismo-de-desarrollo-limpio-mdl>
- Herzer, H. (1990). Los desastres no son tan naturales como parecen. Medio Ambiente y Urbanización. Nº 30. Págs. 3-10. IIED-AL. Buenos Aires.
- IPCC (2014). Climate Change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 5AR. Cambridge University Press. London.
- IPCC (1998). The Regional Impacts on Climate Change. A Special Report of IPCC Working Group II. Cambridge University Press. London.
- IPCC (2007). Climate Change 2007: Climate Change Impacts. Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 4AR. Cambridge University Press. London.
- Lipietz, A. (1995). Enclosing the global commons: global environmental negotiations in a North-South conflictual approach. En Bhaskar, V. & Glyn, A. The North, the South and the Environment. Ecological Constraints and the Global Economy. UNU. Tokyo.
- Natenzon, C.; Murgida, A. M. & Ruiz, M. (2006). Vulnerabilidad Social al Probable Cambio Climático, en Serman & Asociados (2006) Impactos Socioeconómicos del Cambio Climático. Documento preparado para la Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de Argentina a las Partes de la CMNUCC. Buenos Aires.
- PNUMA (2014). Actividades adicionales para maximizar los beneficios climáticos en el sector de producción de los HCFC (Decisión 71/51 B). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal. Septuagésima Segunda Reunión. Montreal, 12-16 de mayo de 2014. 14 de Abril. UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/41. Disponible en español en <http://www.multilateralfund.org/72/Spanish/1/S7241.pdf>

- UNFCCC (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Disponible en español en: https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf
- UNFCCC (2006). Impacts Vulnerabilities and Adaptation to Climate Change in Latin America. Background Paper. UNFCCC Secretariat. Bonn.
- UNFCCC (2007). Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries. Bonn.
- UNFCCC (2015). Acuerdo de París. Disponible en español en https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf
- UNFCCC (2017). Informe Anual de la Junta Ejecutiva del Mecanismo para un Desarrollo Limpio a la Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto. FCCC/KP/CMP/2017/5. Bonn.
- World Resources Institute (2016). Cuándo podrá entrar en vigor el Acuerdo de París?. Mapa Interactivo. <http://www.wri.org/blog/2016/04/when-could-paris-agreement-take-effect-interactive-map-sheds-light-es>
- NOTAS**
- 1 UNFCCC (2015).
 - 2 *Nationally Determined Contributions*, en inglés, tal como son más conocidas.
 - 3 *Internationally Transferred Mitigation Outcomes*, en inglés.
 - 4 *Emission Reduction Units*, en inglés.
 - 5 El MDL fue uno de los “Mecanismos de Flexibilización” que surgieron del PK para facilitar el cumplimiento de los compromisos cuantificados de reducción y/o limitación de emisiones de GEI asumidos por las Partes del Anexo I de la CMNUCC. Entre los distintos mecanismos creados, los principales, además del MDL, fueron la Implementación Conjunta (Artículo 6º) y el Comercio de Emisiones (Artículo 17º).
 - 6 *Joint Implementation*, en inglés, en tanto es más comúnmente conocida por estas siglas.
 - 7 Ver Figueres (2002) y CAEMA (2003).
 - 8 En este documento, cuando nos refiramos a Oficinas Gubernamentales, no sólo nos estaremos refiriendo a las Autoridades Nacionales Designadas (AND) sino también a las Oficinas de Promoción que en muchos países se desarrollaron paralelamente a las primeras.
 - 9 Ver GIRARDIN (2013); GIRARDIN (2000); GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (1999).
 - 10 La “adicionalidad” en este contexto se relaciona con el hecho de que la actividad sólo es factible de ser desarrollada por la existencia del MDL, de lo contrario, no sería llevada a cabo por diversos motivos (barreras), que la presencia del mecanismo ayuda a superar.
 - 11 Ver, entre otros, BOUILLE; GIRARDIN & DI SBROIAVACCA (2000); GIRARDIN & DI SBROIAVACCA (2000); GIRARDIN & BOUILLE (2002); GIRARDIN & BOUILLE (2003); BOUILLE, GIRARDIN, et al. (1999); GIRARDIN (2008a).
 - 12 GIRARDIN & BOUILLE (2002); GIRARDIN & BOUILLE (2003); GIRARDIN (2008a), entre otros.
 - 13 Ver, por ejemplo, GOBIERNO DE LA REPUBLICA ARGENTINA (1999) y GIRARDIN (2000).
 - 14 IPCC (2014); IPCC (1998); GIRARDIN (2008b); UNFCCC (2006); UNFCCC (2007).
 - 15 IPCC (2014); HERZER (1990); GIRARDIN (2000). Con posterioridad a HERZER, hubo autores que profundizaron el tema de la Vulnerabilidad Social al Cambio Climático. Ver, entre otros, para el caso de Argentina, principalmente NATENZON, MURGIDA, et al. (2006).
 - 16 Ver GIRARDIN (2000). Concepto tomado de LIPIETZ (1995).
 - 17 GIRARDIN (2013).
 - 18 Este principio establece que, cuando el efecto futuro de una causa presente es incierto, pero puede ser muy dañino e irreversible, lo más prudente es actuar inmediatamente para suprimir la causa más conocida de aquéllas sobre las que se puede accionar. Ver GIRARDIN (2013); GIRARDIN (2000).
 - 19 UNFCCC (1992)
 - 20 Por más que haya un generalizado consenso en afirmar que las reducciones de emisiones son menores en los Países NAI que en los PI, esto no siempre es necesariamente cierto. Algunos trabajos desarrollados por el Institut d’Économie et de Politique de l’Énergie (IEPE), de la Universidad de Grenoble, muestran que a nivel regional muchas veces sucede lo contrario, en tanto el costo de las limitaciones de emisiones de GEI depende más de la situación de la cual se parte (Línea de Base) que del nivel de desarrollo relativo

del área en la cual se aplica la medida. Ver CRIQUI & KOUVARIATKIS (1997), citado en BOUILLE, GIRARDIN et al. (1999).

21 Ver llamada anterior.

22 IPCC (2014) e IPCC (2007).

23 0,89% del total mundial, de acuerdo con el WRI (2016). <http://www.wri.org/blog/2016/04/when-could-paris-agreement-take-effect-interactive-map-sheds-light-es>

24 IPCC (1998); UNFCCC (2007).

25 IPCC (2014).

26 Global Environmental Facility, en inglés.

27 Los costos incrementales son aquéllos en los que se incurre por llevar a cabo actividades dedicadas a generar beneficios globales que son adicionales a los costos que se originan en acciones destinadas a obtener beneficios locales. Se reconoce así el esfuerzo "incremental" que se hace para atender un problema global.

28 Además, en un contexto internacional en el que constantemente se hace referencia al proceso de "globalización" de los negocios, la circulación de capitales y la transferencia de información, suena un poco hipócrita pretender que la adaptación a los impactos del cambio climático se vea como un problema exclusivamente local.

29 ESTRADA OYUELA (2008).

30 *Certified Emission Reductions*, en inglés.

31 Disponible en el sitio Web de la CMNUCC. www.unfccc.int.

32 El Potencial de Calentamiento

Global (PCG) es una medida que se utiliza para poder comparar los efectos de los diversos GEI sobre el clima respecto del Dióxido de Carbono (CO₂), teniendo en cuenta la capacidad de aumentar la temperatura de una cantidad determinada de cada uno de ellos en un período dado comparada con la misma masa de CO₂. La unidad de medida utilizada es el Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e).

33 Ver el sitio Web de la CMNUCC www.unfccc.int y FENHANN (2008).

34 <https://ecologistasenaccion.org> y <http://www.multilateralfund.org/72/Spanish/1/S7241.pdf>. El HCF-23 (trifluoro-metano) es un producto inevitable del HCFC-22 (cloro-di-fluoro-metano). El HCFC-22, era hasta hace un tiempo, uno de los gases refrigerantes más utilizado, no sólo en instalaciones domiciliarias sino también industriales y como espumante para el poliestireno extruido, pero ha sido reemplazado paulatinamente por su característica de ser una Sustancia que Agota la capa de Ozono (SAO), con un Poder de Agotamiento de Ozono (PAO) positivo. Sólo se sigue fabricando en algunos países: China, India, Argentina, Corea del Norte, Corea del Sur, México y Venezuela. En una época el HFC-23 se recuperaba y se empleaba como materia prima para la producción de ciertos productos utilizados como extintores de incendios (fundamentalmente Halón-1301), pero es una práctica que ha caído en desuso. Hoy se usa una pequeña cantidad de HFC-23 como agente extintor en ciertos procesos (fabricación de semiconductores y refrigeración criogénica), pero la gran mayoría del HFC-23 producido no se consume y se libera a la atmósfera, se captura o se destruye (mediante incineración). Tanto el HCFC-22 como el HFC-23 son GEI, este último, con un PGC a

100 años equivalente a 11.700. En algunos casos, se sospechó que, el retorno económico generado a partir de la venta de los CERs que generaba la incineración del subproducto (HFC-23), justificaba la instalación de la fábrica del producto principal (HCFC-22).

35 Ya se volverá posteriormente sobre este tema.

36 El concepto del "Hot Air" surge a partir de la propia negociación internacional previa al establecimiento del PK. Hace referencia fundamentalmente a la situación de países como Ucrania, la Federación Rusa y otros países de Europa Oriental cuyas Cantidades Asignadas (AA por sus siglas en inglés) en el Anexo B del Protocolo de Kioto correspondientes al año base (1990 en la mayoría de los casos) eran notablemente mayores a los niveles de emisiones observados en el momento de la firma del PK (1997), de modo que se pensaba que estas cantidades estaban "infladas" respecto de la realidad para, entre otras cosas, favorecer el intercambio de permisos de emisiones adicionales que se estaban obteniendo sin costo alguno.

37 Programmes of Activities.

38 Gobierno de la República Argentina (1999)

39 Agosto de 2016.

40 El llamado proceso de MRV, por *Monitoring, Reporting and Verification*.

41 GDB Network (2014). A esta caída en la demanda hay que agregarle la salida del segundo período de compromiso del PK (2013-2020) de algunos países que habían asumido compromisos cuantificados en el período 2008-2012: Canadá, Japón, Federación Rusa, Nueva Zelanda.

- | | | |
|---|--|--|
| 42 European Union - Emission Trading Scheme (EU-ETS). | (2014) | 51 Anuncio realizado el 1° de junio de 2017. Ver BBC News https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-40124921 |
| 43 Emission Units Allowances. | 47 Estiman llegar a un precio de €7.5 para las EUAs. GBD Network (2014). Ver GBD Network (2014). | |
| 44 Ver punto 5. | | 52 Ver http://www.telam.com.ar/notas/201706/191078-cambio-climatico-acuerdo-paris-trump-eeuu-china-europa.html |
| 45 Carbosur (2014). Gobierno de México (2018). | 48 UNFCCC (2017) | |
| | 49 Ibídem. | |
| 46 Carbosur (2014); GBD Network | 50 Ibídem. | |

El artículo 41 de la Constitución Nacional expresa:

Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano, y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras.

Para ello, trabajamos en el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) en docencia, investigación y desarrollo tecnológico.

3iA



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL
www.unsam.edu.ar

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Revista CIENCIA E INVESTIGACION

Ciencia e Investigación, órgano de difusión de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC), es una revista de divulgación científica y tecnológica destinada a educadores, estudiantes universitarios, profesionales y público en general. La temática abarcada por sus artículos es amplia y va desde temas básicos hasta bibliográficos: actividades desarrolladas por científicos y tecnólogos, entrevistas, historia de las ciencias, crónicas de actualidad, biografías, obituarios y comentarios bibliográficos. Desde el año 2009 la revista tiene difusión en versión on line (www.aargentinapciencias.org)

PRESENTACIÓN DEL MANUSCRITO

El artículo podrá presentarse vía correo electrónico, como documento adjunto, escrito con procesador de texto word (extensión «doc») en castellano, en hoja tamaño A4, a doble espacio, con márgenes de por lo menos 2,5 cm en cada lado, letra Time New Roman tamaño 12. Las páginas deben numerarse (arriba a la derecha) en forma corrida, incluyendo el texto, glosario, bibliografía y las leyendas de las figuras. Colocar las ilustraciones (figuras y tablas) al final en página sin numerar. Por tratarse de artículos de divulgación científica aconsejamos acompañar el trabajo con un glosario de los términos que puedan resultar desconocidos para los lectores no especialistas en el tema.

La primera página deberá contener: Título del trabajo, nombre de los autores, institución a la que pertenecen y lugar de trabajo, correo electrónico de uno solo de los autores (con asterisco en el nombre del autor a quién pertenece), al menos 3 palabras claves en castellano y su correspondiente traducción en inglés. La segunda página incluirá un resumen o referencia sobre el trabajo, en castellano y en inglés, con un máximo de 250 palabras para cada idioma. El texto del trabajo comenzará en la tercera página y finalizará con el posible glosario, la bibliografía y las leyendas de las figuras. La extensión de los artículos que traten temas básicos no excederá las 10.000 palabras, (incluyendo título, autores, resumen, glosario, bibliografía y leyendas). Otros artículos relacionados con actividades científicas, bibliografías, historia de la ciencia, crónicas o notas de actualidad, etc. no deberán excederse de 6.000 palabras.

El material gráfico se presentará como: a) figuras (dibujos e imágenes en formato JPG) y se numerarán correlativamente (Ej. Figura 1) y b) tablas numeradas en forma correlativa independiente de las figuras (Ej. Tabla 1). En el caso de las ilustraciones que no sean originales, éstas deberán citarse en la leyenda correspondiente (cita bibliográfica o de página web). En el texto del trabajo se indicará el lugar donde el autor ubica cada figura y cada tabla (poniendo en la parte media de un renglón Figura... o Tabla..., en negrita y tamaño de letra 14). Es importante que las figuras y cualquier tipo de ilustración sean de buena calidad. La lista de trabajos citados en el texto o lecturas recomendadas, deberá ordenarse alfabéticamente de acuerdo con el apellido del primer autor, seguido por las iniciales de los nombres, año de publicación entre paréntesis, título completo de la misma, título completo de la revista o libro donde fue publicado, volumen y página. Ej. Benin L.W., Hurste J.A., Eigenel P. (2008) The non Lineal Hypercycle. Nature 277, 108 – 115.

Se deberá acompañar con una carta dirigida al Director del Comité Editorial de la revista Ciencia e Investigación solicitando su posible publicación (conteniendo correo electrónico y teléfono) y remitirse a cualquiera de los siguientes miembros del Colegiado Directivo de la AAPC: abaldi@dna.uba.ar - nidiabasso@yahoo.com - miguelblesa@yahoo.es – xammar@argentina.com - sarce@cnea.gov.ar y con copia a secretaria@aargentinapciencias.org

Quienes recepcionen el trabajo acusarán recibo del mismo y lo elevarán al Comité Editorial. Todos los artículos serán arbitrados. Una vez aprobados para su publicación, la versión corregida (con las críticas y sugerencias de los árbitros) deberá ser nuevamente enviada por los autores.



Ciencia Tecnología Innovación

➔ **34 CENTROS DE INVESTIGACIÓN PROPIOS, ASOCIADOS,
VINCULADOS O EN RED**

➔ **INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

➔ **CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO**

➔ **CARRERA DEL PERSONAL DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO**

➔ **PROGRAMA DE BECAS**

- Becas de entrenamiento para alumnos universitarios
- Becas de estudio
- Becas de perfeccionamiento

➔ **SUBSIDIOS**

- Para la Realización de Reuniones Científicas y Tecnológicas y Asistencia a Reuniones
- Para Publicaciones Científicas y Tecnológicas
- Para Proyectos de Investigación de Interés Provincial

➔ **INNOVACIÓN, TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y CULTURA
EMPREDEDORA**

➔ **PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA**

➔ **PROGRAMA EMPRECIC**

➔ **CRÉDITO FISCAL**

➔ **PROGRAMA DE FORMACIÓN DE FORMADORES EN
EMPREDEDORISMO**

 [comisioendeinvestigaciones.
cientificas](https://www.facebook.com/comisioendeinvestigaciones.cientificas)

www.cic.gba.gov.ar