

# TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA A LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO





**Comunicación Nacional  
de la República Argentina  
a la Convención Marco de  
las Naciones Unidas  
sobre Cambio Climático**

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

Este informe publicó en el mes de noviembre 2015

Se permite la reproducción parcial o total del contenido de esta publicación para propósitos académicos o sin fines de lucro, siempre y cuando la fuente sea citada inequívocamente.





## PRÓLOGO

La República Argentina ha participado activamente en el proceso de generación y desarrollo del régimen climático internacional, en particular en lo relativo a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Desde hace años el país viene implementando acciones nacionales voluntarias de mitigación y adaptación en diferentes sectores. En este sentido, el país presentó ya dos Comunicaciones Nacionales, elaboró una “*Estrategia Nacional en Cambio Climático*” y envió recientemente a la Convención, su contribución prevista y determinada a nivel nacional (INDC, por sus siglas en inglés).

En este contexto, nos complace presentar aquí la “*Tercera Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*”.

La presentación de esta Tercera Comunicación Nacional refleja el compromiso de la Argentina con la protección del sistema climático, para las generaciones presentes y futuras, así como la convicción que sólo mediante la cooperación internacional podrá lograrse la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

Consciente de los efectos adversos que el cambio y la variabilidad climática producen sobre los sistemas humanos y naturales, el Gobierno Argentino ha destinado una parte de los recursos provistos para la materialización de esta comunicación nacional al estudio de esos impactos y sus potenciales medidas de adaptación en el territorio nacional, con particular atención a regiones o sectores donde la vulnerabilidad puede ser mayor. Asimismo, el proceso de elaboración de la Comunicación incluyó actividades de educación, capacitación y sensibilización del público respecto del cambio climático, con objeto de asegurar una plena participación social en las acciones destinadas a combatirlo.

Es preciso destacar que esta Comunicación es el producto de un intenso trabajo de destacados expertos, cumpliendo las pautas propuestas por la Convención y siguiendo estrictamente las metodologías propuestas por el IPCC en materia de inventarios nacionales.

El proyecto para la realización de esta Tercera Comunicación Nacional fue coordinado por el Comité de Conducción, integrado por dieciocho organismos gubernamentales y contó con la participación desinteresada de un grupo de destacados profesionales del sector privado, académico, asociaciones de trabajadores y de la sociedad civil que integraban el Gabinete Técnico asesor del proyecto. El BIRF cumplió el rol de agencia de implementación de la donación recibida por parte del Fondo Para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

Desde el año 2003 la Argentina ha adoptado un modelo económico que ha permitido articular virtuosamente el crecimiento económico y la inclusión social. Con un Estado activo en la promoción del desarrollo económico, en el fomento y la creación de puestos de trabajo y en la distribución del ingreso, la mayoría de los indicadores sociales han demostrado una evolución positiva.



La prioridad de la República Argentina es continuar la senda de crecimiento con inclusión social que le permita incrementar el bienestar de todos los sectores de la población, en particular de los más vulnerables. En este contexto, las medidas, tanto de adaptación como de mitigación, identificadas en la Comunicación, se acoplan con los esfuerzos dirigidos a ese objetivo.

La Argentina ha identificado un potencial de mitigación que le permitiría contribuir a la lucha contra el cambio climático. Parte de ese potencial puede alcanzarse con un gran esfuerzo económico y social de todos los argentinos, pero únicamente podrá realizarse por completo si se cuenta con los medios de implementación necesarios.

La Argentina considera que la adaptación es su principal prioridad en materia de cambio climático teniendo en cuenta que los efectos adversos de este fenómeno ya se evidencian en el territorio nacional. En este contexto ha venido implementando, con medio propios, una serie de acciones en la materia. Sin perjuicio de ello y en función del apoyo que reciba en forma de financiamiento internacional, desarrollo y transferencia de tecnología y creación de capacidades podría extender y profundizar sus acciones en adaptación.

Resta aún mucho por hacer, cada paso que se da representa un aprendizaje y un conocimiento más profundo de la realidad ambiental del mundo que nos toca vivir.

El cambio climático puede revertirse si todos los países del mundo logran una articulación de esfuerzos humanos y económicos, sin precedentes en la historia de la humanidad, que sólo puede darse si existe una decisión política sincera de todos los gobiernos.

**Dr. Sergio Gustavo Lorusso**  
Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable



## **Autoridades Nacionales**

Presidenta  
Dra. Cristina Fernández de Kirchner

Jefe de Gabinete  
Cr. Dr Anibal Fernández

Secretario de Ambiente y Desarrollo sustentable de la Nación  
Dr. Sergio Lorusso

Subsecretario de Gestión para la Promoción de un Desarrollo Sustentable  
Dr. Juan Pablo Vismara



## **Comité de Conducción**

Administración de Parques Nacionales  
Comisión Nacional de Actividades Espaciales  
Comisión Nacional de Energía Atómica  
COFEMA. Consejo Federal de Medio Ambiente  
Instituto Nacional de Agua  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero  
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca  
Ministerio Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva  
Ministerio de Defensa. Servicio Meteorológico Nacional.  
Ministerio de Economía  
Ministerio de Educación  
Ministerio de Industria  
Ministerio del Interior y Transporte  
Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios  
Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto  
Ministerio de Salud  
Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social  
Ministerio de Turismo  
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.  
Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agropecuaria

## **Gabinete Técnico Asesor**

*Asociaciones de trabajadores*  
Confederación General del Trabajo de la República Argentina  
Central de Trabajadores de la Argentina  
*Organizaciones de la Sociedad Civil*  
Fundación Bosques Nativos Argentinos para la Biodiversidad  
Foro del Buen Ayre  
Ingeniar Tecnología Sustentable  
*Cámaras empresarias*  
Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible  
Unión Industrial Argentina  
Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa  
*Instituciones científico-academicas*  
Consejo Universitario Nacional  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas



## **Unidad Ejecutora del Proyecto**

Daniel Calabrese  
*Responsable del Proyecto*

Sebastián Galbusera  
*Coordinador de Inventarios de GEIs y Mitigación*

María Sol Aliano  
*Asistente de Inventario de GEIs y Mitigación*

Dra. Anna Sorensson  
*Coordinador de Modelos Climáticos*

Dra. Ana Carolina Herrero  
*Coordinador de Impacto, Vulnerabilidad y Adaptación*

María Cecilia Boudin  
*Asistente de Impacto, Vulnerabilidad y Adaptación*

Cdor. Edgardo Pujalka  
*Coordinador Administrativo Financiero*

Nora Verónica Miguel  
*Asistente Administrativo*

Lic. Sebastián Castelli  
*Coordinador de Comunicación*

Juan Manuel Rivas Martínez  
*Especialista en Adquisiciones y Contrataciones*

### ***Responsables de la articulación de la Dirección de Cambio Climático con la Unidad Ejecutora del Proyecto***

Daniela Petrillo  
Florencia Yáñez  
María del Valle Peralta

### ***Equipo de revisión de la Dirección de Cambio Climático***

Nazareno Castillo Marín  
Lucas di Pietro Paolo  
Eduardo Fenoglio  
Macarena Moreira Muzio  
Elena Palacios  
Estela Romina Piana  
María Eugenia Rallo  
Alvaro Zopatti



***Agencia de Implementación de la Donación del Fondo para el Medio  
Ambiente Mundial***

*Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento*

*Agradecemos especialmente la asistencia financiera de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) a través del Programa EUROCLIMA para la elaboración del Informe Final de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.*



## AUTORES

### Inventario de Gases de Efecto Invernadero

**Sector Energía:** *Coraliae S.R.L. y BA Energy Solutions S.A.*

**Coordinador:** Fabián Gaioli (Coraliae S.R.L.)

**Autores:** Fabián Gaioli (Coraliae S.R.L.); Marisa Zaragozi (Coraliae S.R.L.); Diego Ezcurra (Coraliae S.R.L.)

**Colaboradores:** María Inés Hidalgo (Coraliae S.R.L.); Rocío Rodríguez (Coraliae S.R.L.); Nuria Zanzottera (Coraliae S.R.L.); Ariel Dublo (ERM Argentina S.A.); Leila Schein (ERM Argentina S.A.)

**Sector Industria:** *Fundación Torcuato Di Tella (FTDT) y Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas S.R.L. (PwC)*

**Coordinador:** Marcelo Iezzi (PwC)

**Autores:** Andrea Afranchi; Mariela Beljansky; Arturo M. Calvente (PwC); Luciano Caratori (FTDT); Hernán Carlino (FTDT); Ariel Dejtiar (PwC); Verónica Gutman (FTDT); Eugenia Magnasco (AACREA/FTDT); Vanina Mirasson (PwC); Daniel Perczyk (FTDT); Gerardo Rabinovich (FTDT)

**Sector Agricultura, Ganadería, y Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura:** *Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), Fundación Torcuato Di Tella (FTDT), Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas S.R.L. (PwC)*

**Coordinadores:** Eugenia Magnasco (AACREA/FTDT); Gabriel Vázquez Amable (AACREA).

**Autores:** Gabriel Vázquez Amable (AACREA); Eugenia Magnasco (AACREA/FTDT); Cristian Feldkamp (AACREA); Pablo Cañada (AACREA); Santiago Rafael Fariña (AACREA); Rodrigo Aranguren (AACREA); Fernanda Feiguín (AACREA); María Laura Ortiz de Zárate (AACREA); Fernanda Gaspari (UNLP); Gabriela Senisterra (UNLP); Alfonso Rodríguez Vagaría (UNLP)

**Revisor interno:** Hernán Carlino (FTDT)

**Colaborador:** Luciano Caratori (FTDT)

**Sector Residuos:** *Centro de Tecnologías Ambientales y Energía (CTAE) - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).*

**Coordinador:** Gabriel Blanco (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN)

**Autores:** Gabriel Blanco (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN); Verónica Córdoba (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN); Paula Nosedá (Facultad de Derecho - UNICEN); Camila Rodríguez Taylor; Estela Santalla (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN); Lucrecia Wagner; Irene Wasilevsky

**Colaborador:** Matías Ferreyra Da Silva (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN)



## **Estudios de Mitigación:**

***Potencial de Mitigación en el Sector Energía: Coralíae S.R.L. y BA Energy Solutions S.A.***

**Coordinador:** Fabián Gaioli (Coralíae S.R.L.)

**Autores:** Fabián Gaioli (Coralíae S.R.L.); Marisa Zaragozi (Coralíae S.R.L.); Diego Ezcurra (Coralíae S.R.L.)

**Colaboradores:** Maximilian Bernaus (BA Energy Solutions S.A.)

***Energía Renovable Mercado Eléctrico Mayorista: Coralíae S.R.L. y BA Energy Solutions S.A.***

**Autores:** Eduardo Bernardotti (BA Energy Solutions S.A.); Maximilian Bernaus (BA Energy Solutions S.A.)

**Colaboradores:** Guillermo Mininno (BA Energy Solutions S.A.); Ana Belén Castro (BA Energy Solutions S.A.); Fabián Gaioli (Coralíae S.R.L.)

***Biomasa y Biocombustibles de 2° y 3° generación con fines energéticos: Coralíae S.R.L. y BA Energy Solutions S.A.***

**Autor:** Alejandro Gallino

**Colaboradores:** Maximilian Bernaus (BA Energy Solutions S.A.); Ana Belén Castro (BA Energy Solutions S.A.); Fabián Gaioli (Coralíae S.R.L.)

***Potencial de Captura y Almacenamiento de Carbono: Coralíae S.R.L. y BA Energy Solutions S.A.***

**Coordinador:** Fabián Gaioli (Coralíae S.R.L.)

**Autor:** Ariel Ricardo Dublo (ERM Argentina S.A.)

**Colaboradores:** Leila Schein (ERM Argentina S.A.); Federico di Pietro (ERM Argentina S.A.); Leonardo Fantín (ERM Argentina S.A.); Fabian Gaioli (Coralíae S.R.L.); Diego Ezcurra (Coralíae S.R.L.)

***Recuperación del sistema ferroviario argentino: Instituto del Transporte – Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)***

**Coordinador:** José A. Barbero (UNSAM)

**Autores:** Carmen Polo (UNSAM); Carla Galeota (UNSAM); Laura Camila Cruz (UNSAM); Rodrigo Rodríguez Tornquist (UNSAM)

***Eficiencia Energética en Pequeñas y Medianas Empresas Industriales:***

**Autores:** Mariela Beljansky; Andrea Afranchi; Natalia Lecca; Gabriel Boero.

**Colaboradores:** Perla Villar; Juan Gollan

***Potencial de Mitigación en el Sector Procesos Industriales y Uso de Productos: Fundación Torcuato Di Tella (FTDT) y Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas S.R.L. (PwC)***

**Coordinador:** Verónica Gutman (FTDT)

**Autores:** Verónica Gutman (FTDT); Andrea Afranchi; Mariela Beljansky; Luciano Caratori (FTDT)



**Colaboradores:** Perla Villar

**Reducción de la Deforestación:** *Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), Fundación Torcuato Di Tella (FTDT), Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas S.R.L. (PwC)*

**Coordinador:** Verónica Gutman (FTDT)

**Autores:** Verónica Gutman (FTDT); Gabriel Vázquez Amábile (AACREA); Alfonso Rodríguez Vagaría (UNLP)

**Colaboradores:** Eugenia Magnasco (AACREA/FTDT); Hernán Carlino (FTDT); Luciano Caratori (FTDT)

**Forestación:** *Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), Fundación Torcuato Di Tella (FTDT), Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas S.R.L. (PwC)*

**Coordinador:** Verónica Gutman (FTDT)

**Autores:** Verónica Gutman (FTDT); Alfonso Rodríguez Vagaría (UNLP)

**Colaboradores:** Gabriel Vázquez Amábile (AACREA); Hernán Carlino (FTDT); Daniel Perczyk (FTDT)

**Agricultura:** *Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), Fundación Torcuato Di Tella (FTDT), Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas S.R.L. (PwC)*

**Coordinador:** Verónica Gutman (FTDT)

**Autores:** Verónica Gutman (FTDT); Gabriel Vázquez Amábile (AACREA); Fernanda Feiguin (AACREA)

**Colaborador:** Hernán Carlino (FTDT)

**Ganadería Bovina de Carne:** *Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), Fundación Torcuato Di Tella (FTDT), Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas S.R.L. (PwC)*

**Coordinador:** Verónica Gutman (FTDT)

**Autores:** Verónica Gutman (FTDT); Cristian Feldkamp (AACREA); Pablo Cañada (AACREA)

**Colaboradores:** Hernán Carlino (FTDT); Daniel Perczyk (FTDT)

**Estudio de Caso de Caña de Azúcar:** *Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), Fundación Torcuato Di Tella (FTDT), Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas S.R.L. (PwC)*

**Coordinador:** Eugenia Magnasco (AACREA/FTDT)

**Autor:** Roque Fernando Caro

**Colaboradores:** Fernanda Feiguín (AACREA), Hernán Carlino (FTDT)

**Potencial de Mitigación en el Sector Residuos:** *Centro de Tecnologías Ambientales y Energía (CTAE) - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).*

**Coordinador:** Gabriel Blanco (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN)

**Autores:** Gabriel Blanco (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN); Verónica Córdoba (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN); Paula Nosedá (Facultad de



Derecho - UNICEN); Camila Rodríguez Taylor; Estela Santalla (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN); Lucrecia Wagner; Irene Wasilevsky.

**Colaborador:** Matías Ferreyra Da Silva (CTAE - Facultad de Ingeniería - UNICEN)

### **Estudios Instrumentos Financieros:**

***Relevamiento y Caracterización de Instrumentos de financiamiento climático internacional:***

**Autor:** Soledad Aguilar (FLACSO Argentina)

**Colaboradores:** Virginia Scardamaglia, (FLACSO Argentina); Jorgelina Salvo (FLACSO Argentina)

***Análisis de la capacidad del Sistema Financiero Argentino en relación al financiamiento climático:***

**Autor:** Irene Wasilevsky

**Colaboradores:** Federico Leffler; Viviana Goldman

### **Estudios Impacto, Vulnerabilidad y Adaptación**

***Cambio Climático en Argentina: Tendencias y Proyecciones: Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA).***

**Coordinadores:** Vicente Barros y Carolina Vera.

**Autores:** Eduardo Agosta, Diego Araneo, Inés Camilloni, Andrea Carril, Moira Doyle, Oscar Frumento, Mario Nuñez, María Inés Ortiz de Zárate, Olga Penalba, Matilde Rusticucci, Celeste Saulo y Silvina Solman.

***Turismo: Impacto y Vulnerabilidad al Cambio Climático. Posibles Medidas de Adaptación***

**Autores:** Andrés Juan (AyDET), Patricia Ruiz y Mariana Testoni (CADIA S.A).

**Colaboradores:** Adrián Irurzun y Rubén Naranjo (CADIA S.A).

***Agricultura y Ganadería: Impacto y Vulnerabilidad al Cambio Climático. Posibles Medidas de Adaptación***

**Autores:** María Inés Ortiz de Zárate (CONICET/UBA), Jorge Juan Ramayón (Belaustegui y Ramayón S.A), Alfredo Luis Rolla (CONICET/UBA), Edgardo Roberto Guevara (INTA - EEA Pergamino), Santiago Guillermo Meira (INTA - EEA Pergamino), Mario Néstor Nuñez (CONICET/UBA) y Gabriel Rodolfo Rodríguez (INTA-CIRN-Clima y Agua).

**Colaboradores:** Martín E. Ramayón

***Impacto sobre las Fuentes de Generación de Energía y sobre la Demanda y Adaptación frente al Cambio Climático***

**Autores:** Fabián Gaioli (Coraliae S.R.L), Hugo Ventureira, Gautam Dutt y Leonardo Calabresi.

***Vulnerabilidad y Adaptación de la Región Árida y Semiárida frente al Cambio Climático***



**Autor:** Sebastián Riera (Departamento de Economía agrícola y Desarrollo Rural-Georg-August-Universitaet Goettingen)

***Ecorregiones y Servicios Ecosistémicos: Impacto y Vulnerabilidad al Cambio Climático. Posibles Medidas de Adaptación. Región Patagonia: Ecorregión Mar Argentino***

**Autor:** Guillermo Caille (Fundación Patagonia Natural).

**Colaboradores:** Maricel Giaccardi (Fundación Patagonia Natural) y Ricardo Delfino Schenke (Fundación Patagonia Natural).

***Ecorregiones y Servicios Ecosistémicos: Impacto y Vulnerabilidad al Cambio Climático. Posibles Medidas de Adaptación. Región Cordillerana y de los Oasis de Piedemonte Andino.***

**Autores:** Natalia G. Borruel Díaz, Jorge M. Gonnet, Alberto Ribagorda Sánchez.

**Colaboradores:** Erica Cesca; G. Gudiño.

***Ecorregiones y Servicios Ecosistémicos: Impacto y Vulnerabilidad al Cambio Climático. Posibles Medidas de Adaptación. Región Patagonia***

**Autores:** Bárbara Ardiles Mickiewicz, Guillermo Juan (AyDET) y Sandra Cesilini.

**Colaboradores:** Valentina Uccelli; Marisa Díaz; Adrián Irurzun.

***Vulnerabilidad Social, Amenaza y Riesgos frente al Cambio Climático***

**Autora:** Claudia E. Natenzon (UBA/FLACSO).

**Colaboradora:** Julieta Saettone Pase (UBA).

***Mundo del Trabajo: Oportunidades, Desafíos y Adaptación frente al Cambio Climático***

**Autora:** Laura Maffei.

## **Redacción Informe Final Tercera Comunicación Nacional**

**Coordinador y compilador:** Vicente Barros

**Autores:** Vicente Barros (Modelos); Hernán Carlino (Mitigación); Eugenia Magnasco (Circunstancias Nacionales); Graciela O. Magrin (Adaptación)



## INDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>1</b>
1. Introducción.....	1
2. Circunstancias nacionales.....	2
3. Inventario de Gases de Efecto Invernadero .....	4
4. La Vulnerabilidad al Cambio Climático e Impactos Observados.....	9
5. Respuestas y Necesidades de Adaptación .....	15
6. Medidas de Mitigación de las Emisiones de GEI .....	19
7. Otros aspectos.....	25
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>26</b>
1.1 Compromiso de informar a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre cambio climático.....	26
1.2 Actividades habilitantes para la Tercera Comunicación Nacional .....	26
1.3 Contenidos de la Tercera Comunicación Nacional.....	27
<b>CAPÍTULO 2. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES.....</b>	<b>30</b>
2.1 División Política .....	30
2.2 Clima, vegetación y uso del suelo .....	32
2.3 Población .....	32
2.4 Desarrollo Social .....	33
2.5 Salud.....	35
2.6 Educación.....	36
2.7 Vulnerabilidad Social .....	37
2.8 Ciencia y Técnica .....	38
2.9 Perfil económico.....	40
<b>CAPÍTULO 3. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA .....</b>	<b>48</b>
3.1 Introducción.....	48
3.2 Resultados .....	54
<b>CAPÍTULO 4. LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO E IMPACTOS OBSERVADOS .....</b>	<b>99</b>
4.1 Introducción.....	99
4.2 Cambios climáticos observados.....	99
4.3 Proyecciones del clima para el siglo XXI.....	104
4.4 Región Cordillerana.....	108



4.5	Región Patagonia.....	115
4.6	Región Central.....	120
4.7	Las áreas costeras y el Mar Argentino.....	125
4.8	Agricultura y Ganadería .....	127
4.9	Energía .....	131
4.10	Salud.....	137
4.11	Turismo .....	140
4.12	Extremos climáticos e impactos sociales.....	140
4.13	Trabajo.....	145
<b>CAPÍTULO 5. ADAPTACIÓN.....</b>		<b>148</b>
5.1	Necesidades y respuestas de adaptación de corto plazo a los cambios climáticos observados.....	148
5.2	Respuestas y necesidades de adaptación de mediano plazo a los cambios climáticos observados y proyectados para el futuro cercano (2015/2039) .....	151
5.4	Otras medidas concurrentes con la adaptación al cambio climático.....	159
<b>CAPÍTULO 6. CAPACIDAD DE MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI .....</b>		<b>161</b>
6.1	Introducción.....	161
6.2	Leyes, planes, programas y acciones de mitigación en implementación en la Argentina .....	162
6.3	Opciones de mitigación evaluadas .....	166
<b>CAPÍTULO 7. PROGRAMAS Y MEDIDAS PARA APLICAR LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>		<b>206</b>
7.1	Estructura institucional respecto del cambio climático .....	206
7.2	Comunicaciones Nacionales.....	211
7.3	Educación, difusión y sensibilización de la opinión pública .....	212
<b>CAPÍTULO 8. ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA TCN .....</b>		<b>216</b>
<b>CAPÍTULO 9. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE.....</b>		<b>218</b>
9.1	Participación argentina en la CMNUCC y el IPCC.....	218
9.2	Observación climática, Investigación e Intercambio de información.....	219
9.3	Transferencia de Tecnología .....	220
9.4	Fortalecimiento de capacidades.....	220
9.5	Limitaciones, lagunas y necesidades técnicas, de financiación y de fortalecimiento de capacidades .....	221
9.6	Recursos financieros y técnicos para la preparación de la Tercera Comunicación Nacional .....	223
9.7	Cooperación Internacional.....	223



<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>226</b>
<b>ANEXO I. ACRÓNIMOS.....</b>	<b>234</b>
<b>ANEXO II. FACTORES DE EMISIÓN.....</b>	<b>237</b>
1. Energía .....	237
2. Procesos Industriales .....	243
3. Agricultura y Ganadería .....	247
4. Cambio del uso del suelo y silvicultura .....	253
5. Residuos .....	257
<b>ANEXO III. INCERTIDUMBRES .....</b>	<b>259</b>
1. Energía .....	259
2. Procesos Industriales .....	262
3. Agricultura y Ganadería .....	262
4. Cambio del uso del suelo y silvicultura .....	264
5. Residuos .....	264





## RESUMEN EJECUTIVO

### 1. Introducción

La República Argentina incluye explícitamente el cuidado del ambiente en el artículo 41 de su Constitución Nacional. Según los principios básicos de la misma, cada provincia tiene el dominio y administra su ambiente y sus recursos naturales. La Nación tiene entre sus facultades, dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección ambiental.

Como parte de las obligaciones asumidas al ratificar por ley 24.295 la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la República Argentina asumió la obligación de informar todo lo relevante para el logro de los objetivos de la CMNUCC<sup>1</sup>, en particular sus inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por fuentes y de la absorción por sumideros de todos los gases de efecto invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal. En tal sentido, ha presentado previamente dos comunicaciones nacionales.

La acción del gobierno nacional sobre el cambio climático se desenvuelve principalmente a través de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) dependiente de la Jefatura de Gabinete de Ministros. La SAyDS, a través de la Dirección de Cambio Climático inició el proceso correspondiente para la elaboración de la Tercera Comunicación Nacional (TCN), logrando la cofinanciación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) para lo cual el Banco Mundial actuó como agencia de implementación. Adicionalmente, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) a través del programa EUROCLIMA brindó ayuda técnica para la redacción y edición del Informe Final de la TCN.

La elaboración de la TCN se concretó mediante diversos acuerdos institucionales que incluyeron: i) la creación del Comité de Conducción, que actuó como instancia de articulación institucional para la implementación del Proyecto, siendo responsable de su coordinación y orientación estratégica; ii) la creación del Gabinete Técnico Asesor que brindó apoyo en las cuestiones científico técnicas durante el desarrollo del mismo, contando con la participación de instituciones académicas, centros de investigación, organizaciones de la sociedad civil, asociaciones de trabajadores y representantes del sector privado; y por último iii) una Unidad de Ejecución del Proyecto, que trabajó en coordinación con la Dirección de Cambio Climático de la SAyDS.

El Comité de Conducción fue presidido por la SAyDS y contó con la participación de representantes de las principales autoridades federales, así como también provinciales, a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA). La Unidad de Ejecución estuvo a cargo de la administración, supervisión, monitoreo y evaluación técnica y financiera Proyecto.

---

<sup>1</sup> Por sus características nacionales, la Argentina participa en la CMNUCC como país “No Anexo I”.



## 2. Circunstancias nacionales

La República Argentina se encuentra en el sur del continente americano, y se extiende sobre las islas del Atlántico Sur y parte de la Antártida. Su superficie continental es de 2.737.000 Km<sup>2</sup> y la de su territorio en la Antártida y las islas del Atlántico Sur es de alrededor de un millón de Km<sup>2</sup>. No se incluye en esta comunicación información relativa a las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur, porque están ilegítimamente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y son objeto de una disputa de soberanía reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Comité de Descolonización de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales.

La República Argentina es un estado republicano, representativo y federal con una organización política descentralizada, integrada por 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La Argentina continental se extiende entre 20° y 60° de latitud sur dentro de la región de climas subtropicales y de latitudes medias, con condiciones térmicas que varían de cálidas en el norte hasta frías en el extremo sur y en las alturas de las áreas montañosas y de la Cordillera de los Andes. Aunque es conocida por la fertilidad de sus tierras, esta característica solo se limita al este del país, mientras que la mayor parte del centro y oeste es semiárida o árida.

En el año 2010 la población era de 40.117.096 habitantes y la esperanza de vida al nacer es de 75,3 años. Debido a la mayor actividad industrial y agropecuaria, dos tercios de la población se concentran en Buenos Aires y las provincias cercanas. La baja densidad de la población en el resto del territorio y las grandes distancias son factores que elevan los costos del transporte y las emisiones de GEI asociadas al mismo.

Las condiciones sociales han mejorado en los últimos años, lo que además de ser positivo por sí mismo, mejoró las condiciones para la adaptación al cambio climático, aunque aún persisten vulnerabilidades sociales altas en algunas zonas, especialmente en el norte del país. La tasa de desempleo se redujo de 10,1 a 7,3% entre 2005 y 2010 y la redistribución del ingreso redujo la brecha entre los extremos de la distribución de ingresos a casi la mitad entre 2003 y 2010.

El sistema argentino de salud se caracteriza por brindar una cobertura universal, esto implica que cualquier persona que resida o transite el suelo nacional puede recibir asistencia gratuita en los centros públicos de atención sanitaria. En los últimos diez años, el calendario gratuito y obligatorio de inmunización se amplió de 6 a 18 vacunas. La mortalidad infantil por 1.000 nacidos vivos menores a un año disminuyó de 16,6 a 11,1% entre el año 2000 y 2012.

La educación estatal es gratuita en todos los niveles. El período de escolaridad obligatoria es de 14 años y el porcentaje de analfabetismo en la población de 10 años se redujo a 1,9% (censo 2010), continuando una tendencia decreciente ya que en 1991 era 3,7% y en 2001 2,6%.



La ciencia argentina ha tenido tradicionalmente un nivel elevado en relación al desarrollo económico del país, siendo un importante activo para la formulación y realización de estudios sobre el cambio climático, sus consecuencias y las alternativas para enfrentarlo.

En cuanto a la economía, el Producto Interno Bruto (PIB) creció en forma sostenida durante los últimos años alcanzando 611.000 millones de USD en el año 2013. Este crecimiento fue importante en los sectores primarios e industrial, lo que ha traído como consecuencia un considerable aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero. En el caso de la actividad agropecuaria, que excede ampliamente el consumo interno debido a la relativa poca población, la producción ha experimentado un marcado crecimiento durante las últimas décadas. La superficie sembrada de los principales cultivos (arroz, girasol, maíz, soja y trigo) es ahora de más de 30.000.000 Ha y su producción en crecimiento es de más de 100 millones de toneladas. Por su parte las existencias ganaderas de carne rondan las 50 millones de cabezas. Esto convierte a la Argentina en un factor importante de la seguridad alimentaria global al producir alimentos para cientos de millones de personas, pero ocasiona elevadas emisiones de GEI en los sectores de la agricultura y el uso y cambio de uso del suelo.

En Argentina hay alrededor de 20 millones de hectáreas de tierras con aptitud forestal, de las que solo alrededor de 1,5 millones de hectáreas están forestadas, siendo esto un indicador del enorme potencial para la captura de carbono mediante forestación.

Otro dato relevante de las circunstancias nacionales respecto del cambio climático es el de las fuentes de energía. De acuerdo al Balance Energético Nacional, la “Oferta Interna Total<sup>2</sup>” del año 2012 estaba compuesta principalmente compuesta principalmente por el 57% de gas natural y 30 % de petróleo, seguidos por la energía hidráulica con el 4%, Leña, Bagazo y Otros Primarios 3%, la energía nuclear con el 2%, y los aceites y alcoholes vegetales con el 1%. Argentina es uno de los principales productores y exportadores mundiales de biodiesel y también produce bioetanol destinado al mercado interno. Es importante destacar que Argentina en el año 2012 ha tenido una importación neta de fuentes secundarias (Exportando por ejemplo Biodiesel, e importado de Gas Natural Licuado).

En cuanto al perfil industrial, cabe destacar que la actividad agroindustrial abastece la casi totalidad del mercado interno y es un importante componente de las exportaciones. Argentina es uno de los principales productores y exportadores mundiales de biodiesel y también se produce bioetanol destinado al mercado interno. El resto del sector industrial incluye manufacturas muy diversas como textiles, productos minerales metálicos y no metálicos, papel, productos farmacéuticos, químicos, petroquímicos, aluminio, acero, automóviles, herramientas, turbinas, maquinaria agrícola, aplicaciones biotecnológicas, instrumentos médicos y productos nucleares.

---

<sup>2</sup>Oferta Interna Total = Oferta Interna Primaria + Importaciones Fuentes Secundarias – Exportaciones Fuentes Secundarias. La Oferta Interna Total representa la energía efectivamente disponible para ser transformada (refinerías, planta de tratamiento de gas, carboneras, etc.), ser consumida en el propio sector energético, o ser consumida por los usuarios finales dentro del país.



El transporte aporta el 5% del PIB. La mayor parte de las cargas internas, más del 90%, se hace a través de una red vial principal de 230.000 km de longitud y 400.000 km de caminos terciarios: El transporte fluvial esta mayormente asociado al comercio exterior.

Las exportaciones del 2012 ascendieron a USD 80.246 millones. Para ese año se identificaron 27 complejos exportadores, que en conjunto concentraron el 80,6 del total de las exportaciones. Los dos complejos más relevantes durante ese período fueron los complejos de la soja (porotos, aceites, pellets, harinas y tortas) con un 22 % del total y el automotriz (vehículos automóviles y autopartes) con un 13%

### 3. Inventario de Gases de Efecto Invernadero

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INVGEI) se elaboró de acuerdo a las Directrices de la CMNUCC para la preparación de las Comunicaciones Nacionales de los países no-Anexo I. Este INVGEI incluye las estimaciones de emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de los sectores Energía, Procesos Industriales, Agricultura y Ganadería, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura, y Residuos, de la República Argentina para el año 2012. Describe, asimismo, la evolución de las emisiones en el período 1990 a 2012. Se estimaron emisiones de los siguientes gases:

- GEI Directos de “primera categoría”: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.
- GEI de “segunda categoría”: HFC, PFCs y SF<sub>6</sub>.
- GEI Indirectos (precursores del O<sub>3</sub> troposférico): CO, COVNM y NO<sub>x</sub>.
- SO<sub>2</sub>.

La versión completa del INVGEI para el año 2012 y la documentación detallada se encuentra publicada en el sitio web de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (<http://www.ambiente.gob.ar/?idseccion=356>).

El presente inventario incluye información de todo el territorio nacional<sup>3</sup>, considerando las distintas categorías de fuentes y tipos de gases.

En el Sector Energía, la información de las categorías de las fuentes de energía y combustibles han sido extraídos del BEN, Estadísticas de Producción, Refinación y Comercialización de Petróleo, Gas y Derivados (Tablas SESCO) e Informes Estadísticos del Sector Eléctrico provistos por la Secretaría de Energía de la Nación. En el caso de gas natural se ha utilizado la información estadística e informes anuales del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).

En el sector Procesos Industriales se tuvieron en cuenta las producciones del sector a nivel nacional, para lo que se contactó a cámaras, organizaciones e institutos del sector. Al no contar con suficiente información confiable y transparente, no se incluyó en el

---

<sup>3</sup>El presente inventario no incluye información relativa a las emisiones de las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur, dado que son parte integrante del territorio nacional de la República Argentina, pero se encuentran ilegítimamente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y son objeto de una disputa de soberanía entre ambos países, reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Comité de Descolonización de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales.



presente inventario el sector Uso de Productos cuyas emisiones pueden considerarse no obstante despreciables en relación al resto del inventario.

Para el sector de Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (CUSS) se siguieron la Orientaciones sobre buenas prácticas para uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura del IPCC. En la categoría Abandono de Tierras Agrícolas de este sector, que en el inventario anterior (INVGEI 2000) representó una fuente importante de absorción, no se encontraron evidencias que permitan incluir esta categoría como sumidero neto en la serie histórica 1990/2012.

Para informar sobre las emisiones y absorciones de GEI se utilizaron los potenciales de calentamiento global proporcionados por el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (IPCC-SAR) de 1995. De este modo, los resultados obtenidos en Gigagramos (Gg) son expresados en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente para facilitar la comparación entre emisiones de distintos gases.

**Tabla. 1:** *Potenciales de Calentamiento Global en un horizonte de 100 años utilizados para la confección de este informe*

Gas	Potencial de Calentamiento Global
CO <sub>2</sub> (Dióxido de carbono)	1
CH <sub>4</sub> (Metano)	21
N <sub>2</sub> O (Óxido nitroso)	310
HFC-23 (Freón 23)	11.700
CF <sub>4</sub> (Tetrafluoruro de carbono)	6.500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (Hexafluoretano)	9.200
SF <sub>6</sub> (Hexafluoruro de Azufre)	23.900

Las emisiones de GEI en el año 2012 ascendieron a 429.437 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente; el 63,7% corresponde al CO<sub>2</sub>, 19,1% al CH<sub>4</sub>, y 17,1% al N<sub>2</sub>O. El resto de los GEI tuvieron emisiones porcentualmente muy pequeñas, 0,04% los PFC (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>), solo 0,04% el HCFC23 y despreciables el SF<sub>6</sub> (0,0004%).

**Tabla 2:** *Emisiones de GEI del año 2012 en Gg de CO<sub>2</sub> eq., por gas y por sector.*

INVGEI 2012	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CF <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	HCFC23	Total
<b>Total</b>	<b>273.540</b>	<b>81.896</b>	<b>73.638</b>	<b>163</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>178</b>	<b>429.437</b>
<b>Total (sin CUSS)</b>	<b>188.265</b>	<b>77.139</b>	<b>73.154</b>	<b>163</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>178</b>	<b>338.922</b>
<b>Energía</b>	173.487	8.061	1.831	-	-	-	-	183.378
<b>Procesos Industriales</b>	14.713	47	145	163	21	2	178	15.268
<b>Uso de solventes y otros productos</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>Agricultura y Ganadería</b>	-	49.374	70.125	-	-	-	-	119.499
<b>Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (*)</b>	85.275	4.757	484	-	-	-	-	90.515



<b>Residuos</b>	65	19.658	1.054	-	-	-	-	20.778
-----------------	----	--------	-------	---	---	---	---	--------

*NE: No estimado*

Respecto de las emisiones por sectores, el 42,7% fue emitido por el sector Energía, que es el de mayor nivel de emisiones. Le siguen el sector Agricultura y Ganadería con 27,8% y en tercer lugar el de CUSS con 21,1%. En menor proporción, el sector Residuos aportó un 4,8% y, finalmente, Procesos Industriales generó el 3,6% de las emisiones totales.

En cuanto a las emisiones de los distintos GEI, las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron de 273.540 Gg, de las cuales el 63,4% fueron generadas por el sector Energía, el 31,2% por Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura, el 5,4% por Procesos Industriales.

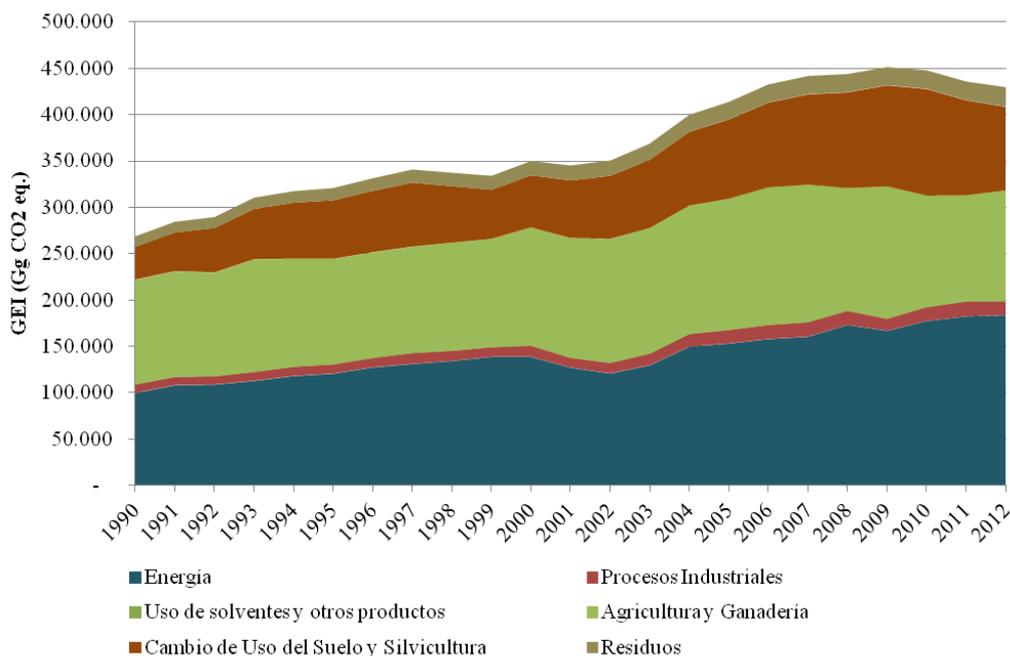
En cuanto al CH<sub>4</sub>, las emisiones totales fueron de 3.899,8 Gg, siendo el sector Agricultura y Ganadería el de mayor nivel de emisiones correspondientes a este gas; principalmente por la fermentación entérica producida por el ganado que sumaron el 60%; en segundo lugar se ubicó el sector Residuos que aportó el 24%; el sector Energía, básicamente por emisiones fugitivas, aportó el 10% y, finalmente, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura el 6% restante.

Las emisiones estimadas de N<sub>2</sub>O para el año 2012 fueron 237,54 Gg; el sector Agricultura y Ganadería generó el 95% de las emisiones de este gas, como consecuencia de emisiones provenientes de los suelos agrícolas.

Los PFC (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) y el SF<sub>6</sub> fueron generados exclusivamente en el sector Procesos Industriales, básicamente por la producción de Aluminio. Asimismo, las emisiones de HCFC 23 fueron generadas sólo en este Sector, como subproducto de la producción de HFC 22.

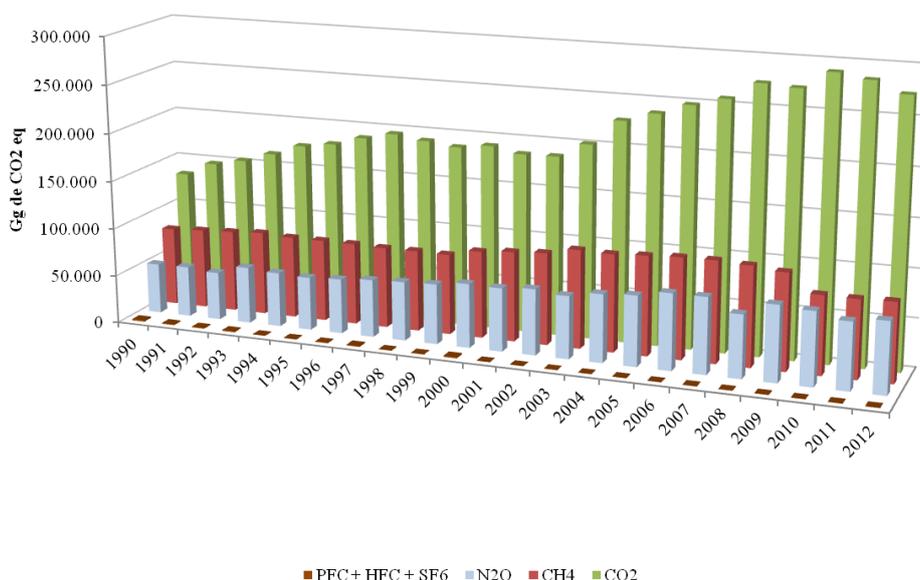
Respecto de las emisiones de los GEI Indirectos, las emisiones estimadas de NO<sub>x</sub> sumaron 1.063,50 Gg, principalmente por las combustiones del transporte. Las emisiones de CO ascendieron a 3.780,65 Gg en el año 2012, de las cuales el 58,2% fue generado por el sector Energía, también debidas a la quema de combustibles en el transporte. Las emisiones de COVNM fueron 803,83 Gg, de las cuales el sector Energía fue responsable del 68,7%, como consecuencia principal de la quema de combustibles en el transporte; el 31,3% restante fue emitido por el sector Procesos Industriales. Finalmente, las emisiones estimadas de SO<sub>2</sub> fueron de 119,39 Gg, de las cuales el sector Energía fue responsable del 86%, procedente principalmente de la generación de electricidad.

Hubo una tendencia creciente en las emisiones de GEI en el periodo 1990 – 2012, con un crecimiento anual del 2,15 % promedio. El sector Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura tuvo el mayor crecimiento anual promedio, un 4,34%: Otros sectores con fuerte crecimiento fueron Energía (2,81%), Residuos (2,76%) y Procesos Industriales (2,31%), mientras que Agricultura y Ganadería solo tuvo un crecimiento promedio de 0,26% anual. Es importante destacar que en el sector CUSS se incluye la categoría “Cambio de Carbono en los suelos” recién a partir del año 2000.



**Figura 1:** Evolución de las emisiones sectoriales de GEI, en Gg de CO<sub>2</sub> eq.

Los sectores Energía, Agricultura y Ganadería y CUSS constituyen más del 91% de las emisiones de GEI totales en el período considerado. La Figura 1 ilustra la evolución histórica de las emisiones de GEI desde el año 1990 al 2012 por sectores y la Figura 2 hace lo propio para los distintos GEI. Casi todo el crecimiento fue en las emisiones de CO<sub>2</sub>, básicamente por el aumento en los sectores de la Energía y el Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.



**Figura 2:** Evolución de las emisiones de GEI, por gas, en Gg de CO<sub>2</sub> eq.



La Tabla 3 informa sobre las principales categorías de fuentes de emisiones de GEI. Estas categorías principales son consideradas prioritarias dentro del sistema nacional del inventario, y son aquellas que sumadas constituyen más del 95% del total de emisiones.

**Tabla 3: Principales categorías de fuentes de emisión.**

Fuente	GEI	Estimación del año 2012 (Gg de CO <sub>2</sub> eq.)	Aporte al total emitido (%)	Total acumulado (%)
CO <sub>2</sub> procedente de conversión de bosques y otras tierras	CO <sub>2</sub>	55.701	13%	13%
CO <sub>2</sub> procedente de fuentes móviles de combustión: transporte carretero	CO <sub>2</sub>	47.803	11%	24%
CH <sub>4</sub> procedente de la fermentación entérica de ganado	CH <sub>4</sub>	47.157	11%	35%
CO <sub>2</sub> procedente de la generación pública de electricidad	CO <sub>2</sub>	43.840	10%	45%
CO <sub>2</sub> procedente del cambio de Carbono en los suelos	CO <sub>2</sub>	27.518	6%	52%
CO <sub>2</sub> procedente de quema de combustible residencial	CO <sub>2</sub>	24.097	6%	57%
N <sub>2</sub> O procedente de emisiones directas e indirectas por excretas animales en sistemas pastoriles	N <sub>2</sub> O	22.875	5%	63%
N <sub>2</sub> O procedente de emisiones directas de cultivos Fijadores (FBN)	N <sub>2</sub> O	22.586	5%	68%
N <sub>2</sub> O procedente del aporte de nitrógeno de residuos de cosecha de cultivos agrícolas (FRC)	N <sub>2</sub> O	16.146	4%	72%
CO <sub>2</sub> procedente de consumo de energía en otras Industrias manufactureras y de la construcción	CO <sub>2</sub>	9.379	2%	74%
CO <sub>2</sub> procedente de otras industrias energéticas	CO <sub>2</sub>	9.279	2%	76%
CO <sub>2</sub> procedente de energía para Agricultura/Silvicultura/Pesca	CO <sub>2</sub>	9.041	2%	78%
N <sub>2</sub> O procedente de emisiones directas e indirectas por el uso de fertilizantes sintéticos (FSN)	N <sub>2</sub> O	7.042	2%	80%
Emisiones fugitivas de CH <sub>4</sub> procedentes de las actividades del gas natural	CH <sub>4</sub>	6.385	1%	81%
CH <sub>4</sub> procedente de aguas residuales domésticas (sin incluir lodos)	CH <sub>4</sub>	5.905	1%	83%
CH <sub>4</sub> procedente de aguas residuales industriales (sin incluir lodos)	CH <sub>4</sub>	5.905	1%	84%
CO <sub>2</sub> procedente de consumo de energía en la producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	5.804	1%	85%
CH <sub>4</sub> procedente de residuos manejados dispuestos en tierra	CH <sub>4</sub>	5.662	1%	87%
CO <sub>2</sub> procedente de procesos en la producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	5.047	1%	88%
CH <sub>4</sub> procedente de la conversión de bosques y otras tierras	CH <sub>4</sub>	4.757	1%	89%
CO <sub>2</sub> procedente del venteo y quema en antorcha en las actividades del petróleo y gas natural	CO <sub>2</sub>	4.528	1%	90%
CO <sub>2</sub> procedente de procesos en la producción de cemento	CO <sub>2</sub>	4.446	1%	91%
CO <sub>2</sub> procedente de combustión en actividades de refinación de petróleo	CO <sub>2</sub>	4.361	1%	92%
CO <sub>2</sub> procedente de quema de combustibles en edificios comerciales e institucionales	CO <sub>2</sub>	4.136	1%	93%
CO <sub>2</sub> procedente de quema de combustibles para el procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO <sub>2</sub>	3.367	1%	94%
CO <sub>2</sub> procedente de procesos en la producción de cal	CO <sub>2</sub>	2.615	1%	94%
CO <sub>2</sub> procedente de transporte por tuberías de gas natural y de refinería	CO <sub>2</sub>	2.603	1%	95%



En el año 2012 se identificaron 27 fuentes principales, entre las cuales las 5 primeras son responsables de más de la mitad de las emisiones de GEI. Del total de las fuentes principales, 13 corresponden al sector Energía, 5 a Agricultura y Ganadería, 3 a Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura, 3 a Residuos, y 3 a Procesos Industriales.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la conversión de bosques y otras tierras es la categoría de mayores emisiones con el 13% del total. En segundo lugar, se encuentra el CO<sub>2</sub> liberado por la combustión en el transporte carretero, que generó el 11%. El CH<sub>4</sub> procedente de la fermentación entérica del ganado ocupa el tercer lugar con 11% de las emisiones. Le siguen las emisiones de CO<sub>2</sub> procedente de la generación de electricidad pública con el 10%, mientras las restantes 23 fuentes principales de emisión aportan cada una entre el 6 y el 1% del total.

#### **4. La Vulnerabilidad al Cambio Climático e Impactos Observados**

En la Argentina se han observado cambios en el clima desde la segunda mitad del siglo pasado que, según las proyecciones de los modelos climáticos, en general se intensificarían o no se revertirían en este siglo. Estos cambios han causado impactos sobre los sistemas naturales y humanos.

En la mayor parte de la Argentina no patagónica hubo un aumento de temperatura de hasta medio grado entre 1960 y 2010 con menores aumentos en el centro del país. La temperatura mínima tuvo mayores aumentos que la temperatura máxima, la que incluso tuvo disminuciones generalizadas en el centro del país. En la Patagonia el aumento de temperatura fue mayor que en el resto del país, llegando en algunas zonas a superar 1°C. Los cambios en el este y norte del país en los índices relacionados con las temperaturas extremas, como menos heladas y más frecuentes olas de calor fueron consistentes con el calentamiento observado.

Entre 1960-2010, la precipitación media aumentó en casi todo el país, aunque con variaciones interanuales e interdecadales. Los mayores cambios se registraron en el este del país con incrementos de más de 200 mm en algunas zonas, pero los aumentos porcentuales fueron más importantes en algunas zonas semiáridas. Esto último facilitó junto con otros factores no climáticos la expansión de la frontera agrícola hacia el norte y el oeste. Por el contrario, sobre los Andes patagónicos las precipitaciones tuvieron un cambio negativo en el periodo 1960–2010 y los ríos en el norte de Mendoza y en San Juan parecen indicar reducciones de las precipitaciones durante el siglo XX en sus altas cuencas sobre la Cordillera. Si esta tendencia continúa se restringiría la disponibilidad de agua de riego necesaria para mantener los niveles actuales de la actividad vitivinícola y frutihortícola en sus oasis de riego. Hubo además un cambio hacia precipitaciones intensas más frecuentes en gran parte del país, lo que se tradujo en más frecuentes inundaciones ocasionadas por una inapropiada ocupación y uso del espacio que generó zonas con alta exposición y por la inadecuación de las obras hídricas que fueron planificadas para condiciones climáticas que ya no están vigentes.

En el oeste y más notoriamente en el norte, los periodos secos del invierno se han hecho más largos. Esto ha generado problemas en la disponibilidad de agua para algunas poblaciones, crea condiciones más favorables para incendios de pastizales y mayor estrés sobre el ganado.



## Escenarios climáticos

La temperatura media aumentaría en todo el país durante este siglo, tanto en un escenario de aumento de las concentraciones de GEI moderado (RCP4.5) como de aumento extremo (RCP8.5)<sup>4</sup>. Si bien en el horizonte temporal del *futuro cercano* (2015-2039) la tasa de calentamiento sería más acelerada que la observada en las últimas décadas, los aumentos estarían todavía entre 0,5 y 1°C con respecto al presente (1986-2010), mientras que hacia fin de siglo el aumento de la temperatura proyectado es mayor y en el caso del escenario RCP8.5, la región de mayor calentamiento sería la del noroeste con más de 3°C.

Para la precipitación, los cambios proyectados no son grandes. Excepto para el escenario RCP8.5 a fin de siglo, los cambios proyectados están entre -10% y 10% y dentro del rango de posible error, por lo se puede asumir que no habría mayores cambios en la precipitación en todo el país por lo menos en el futuro cercano. Para el escenario RCP8.5 a fin de siglo se proyecta un descenso de entre 10 y 20 % sobre el oeste de la Patagonia y en la zona cordillerana de Mendoza y un aumento de las mismas características en el centro y la mayor parte del este del país.

Las proyecciones de los modelos climáticos indican en general que los extremos de las altas temperaturas y de precipitación extremas seguirán aumentando en la mayor parte del país, aunque la cuantificación precisa de este cambio presenta considerable niveles de incerteza.

## Aspectos regionales

Dada la extensión de la Argentina y la variedad de su clima, el cambio climático incidirá en forma diferente en las distintas regiones del país. **La región andina subtropical** es la que mayores cambios de temperatura ha registrado desde 1960 y sobre la que se proyecta el mayor calentamiento durante el resto del siglo, lo que conducirá a un escenario de creciente estrés hídrico, con menor eficiencia del uso del agua por los sistemas ecológicos y la probable extinción local de algunas de las especies menos tolerantes a estas nuevas condiciones.

Los humedales alto andinos y de la Puna tenderían a la reducción de sus áreas totales y a una mayor fragmentación. Esto afectará a las poblaciones animales que dependen de estos hábitats, como las aves acuáticas y los grandes herbívoros. Las especies de mamíferos mayores, como el guanaco, la vicuña, los zorros y el puma, realizan desplazamientos estacionales entre zonas altas y bajas; en un contexto de cambio climático esta dependencia de más de un hábitat los hace más vulnerables.

Las provincias andinas de Mendoza y San Juan son una de las zonas más ricas y productivas del sector primario, con más del 95 % de la superficie de viñedos del país. Por otra parte, esta es una de las zonas más vulnerables del país al cambio climático, ya que es altamente dependiente del agua que proviene de la Cordillera. Hacia mitad de

---

<sup>4</sup>RCP significa trayectorias de concentración de GEI representativas. El número que acompaña el escenario es el nivel del forzamiento radiativo en Watts/ m<sup>2</sup> de la atmósfera por GEI de origen antropogénico a fin del siglo.



siglo habría una reducción de los caudales en los ríos de estas provincias y, al disminuir la superficie captadora de nieve al elevarse la isoterma 0°C, se desplazarán los caudales del verano al invierno y primavera temprana, afectando negativamente la oferta de agua en el verano, que es cuando es más necesaria para los cultivos bajo riego. Las consecuencias principales de estos cambios serán una menor oferta de agua superficial, que en algunas cuencas ya no alcanza para cubrir la demanda. Estas reducciones implicarán aumentos en los costos, básicamente por extracción del agua subterránea, poniendo en peligro una parte de la producción bajo riego.

### ***Patagonia***

En la Patagonia, la tendencia hacia mayores temperaturas y precipitaciones menores, aun en el caso de reducciones pequeñas, configura una tendencia hacia mayor aridez. En el ecotono de vegetación bosque-estepa entre la franja húmeda cordillerana y la región árida del centro y este de la región, cabría esperar retracción y desplazamiento de los límites de la vegetación arbórea. En el bosque habría cambios de estructura con mayor dominancia de especies más tolerantes a la desecación, por lo que sería esperable una retracción de especies como el ciprés y la araucaria.

En los complejos esteparios y de monte de la Patagonia las especies actuales serían reemplazadas por pastos o arbustos más xerófitos. Estos cambios, y los que se producirían en la vegetación de los mallines y de las fajas ribereñas, podrían afectar la distribución de muchas especies de aves, aumentando la vulnerabilidad de las especies amenazadas.

### ***Los glaciares andinos***

El ascenso de la isoterma de 0°C ha ocurrido en toda la extensión de la Cordillera de los Andes, lo que es consistente con la recesión de los glaciares documentada con numerosas fotografías. Esta tendencia a la recesión de los glaciares continuaría durante este siglo, de acuerdo con las proyecciones de aumento de temperatura en todos los escenarios de concentración de GEI. Los glaciares patagónicos se caracterizan por tener muy altas tasas de acumulación y ablación, por lo que son más vulnerables al cambio climático.

### ***La región semiárida***

La región semiárida de la Argentina es la que tuvo menos calentamiento desde 1960, lo que junto con el aumento de la precipitación, especialmente en el verano, creó condiciones más húmedas que permitieron la expansión de la frontera agrícola hacia el oeste y norte. Este avance de la agricultura se hizo a expensas de la ganadería, pero también mediante la deforestación y desmonte del bosque y monte nativos. Este proceso aumentó notablemente la productividad de la región, pero está causando cambios negativos en el suelo, el almacenaje de carbono y nutrientes, el ciclo del agua y la disponibilidad de hábitats naturales.

Para el futuro cercano no se esperan grandes cambios en la precipitación, aunque con una prolongación del periodo invernal seco en la zona norte y solo alguna aceleración del calentamiento, aunque menor a 1°C. En consecuencia, en ese horizonte temporal, la región no se vería muy comprometida por los riesgos debidos al cambio climático. Sin embargo, el mayor riesgo climático en la zona norte de la región provendría de la



sinergia del desmonte con largos periodos secos, ocasionados por la variabilidad interdecadal de la precipitación.

### ***La costa marítima argentina y del Río de la Plata***

Aunque la mayor parte de la costa marítima argentina y del Río de la Plata no sufriría inundaciones permanentes en el siglo XXI, podrían verse afectadas algunas de las planicies de marea en la costa al sur de Bahía Blanca, como en el enclave Bahía Anegada y Bahía San Blas y la zona sur de la Bahía Samborombón de gran riqueza en su biodiversidad. En la costa marítima, las playas acotadas por acantilados o por asentamientos urbanos y forestación, podrían perder su extensión gradualmente, e incluso desaparecer, afectando su valor turístico.

En la mayor parte de la costa del Río de la Plata el efecto del aumento del nivel del mar sería distinto y se manifestaría mediante el agravamiento de las inundaciones recurrentes por el efecto de situaciones meteorológicas con fuertes vientos del sudeste, especialmente cuando se superponen con grandes mareas astronómicas

### **Aspectos sectoriales**

#### ***Agricultura***

Para la región pampeana que es la de mayor importancia en la agricultura nacional, los modelos de productividad indican que en el futuro cercano y considerando el efecto del CO<sub>2</sub>, los rendimientos medios de soja y maíz aumentarían en forma considerable y moderada respectivamente, mientras que el cultivo de trigo sufriría leves reducciones con diferencias geográficas; las pérdidas de productividad de este cereal serán importantes en Córdoba y Santa Fe, mientras que el sur y oeste de la provincia de Buenos Aires y la zona productiva de La Pampa se verían beneficiados.

Es probable que en el futuro cercano la productividad de los principales granos en sus zonas de producción se mantenga o incluso mejore por el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> y del cambio climático. Las mejores condiciones climáticas pueden conducir a intensificar y expandir las actividades del sector, lo que podría afectar su vulnerabilidad por el deterioro de las cualidades físicas y /o químicas del suelo y el agua, y la pérdida de biodiversidad.

#### ***Ganadería***

Los modelos de producción ganadera proyectan para fin de siglo reducciones de la producción de carne bovina en el norte de la región Pampeana, estabilidad en el centro de la región y aumentos en la zona oeste. Estos cambios se producirían principalmente por el efecto de los cambios del clima en la producción de forraje. Otro cambio importante sería el desplazamiento geográfico de las zonas ganaderas. La región de ganadería tropical, ubicada al norte de la isoterma de 26°C durante el mes más cálido, se desplazaría paulatinamente hacia el este en su límite norte y hacia el sudoeste en su zona sur y media.

La región ganadera de clima templado, ubicada al sur de la isoterma de 26°C durante el mes más cálido, se reduciría paulatinamente, a medida que avanzan las condiciones más cálidas, ocupando a fines del siglo, solo el centro- sur y centro-oeste de la provincia de Buenos Aires y el centro de La Pampa.



### ***Energía Eléctrica***

La tendencia de la temperatura media anual prácticamente no influye a largo plazo en la demanda de energía eléctrica en la Argentina. El crecimiento económico, principalmente industrial, y el crecimiento demográfico, han sido responsables históricamente de prácticamente toda la evolución de la demanda de energía eléctrica y lo mismo pasaría a futuro con las proyecciones de estas variables. Sin embargo, con escenarios de mayor frecuencia de olas de calor, el aumento de la demanda de energía eléctrica y potencia, por el cambio en las condiciones térmicas extremas, puede ocasionar severos problemas a la red de distribución en centros urbanos, como ya ha estado ocurriendo, por ejemplo en diciembre de 2013 en el Área Metropolitana de Buenos Aires.

Por el lado de la oferta, la generación hidráulica de electricidad depende del clima y ha por ejemplo en los últimos años entre un 29 y 35 %..

Los caudales anuales medios de los grandes ríos del este de la Cuenca del Plata aumentaron notablemente entre 1960 y 2000, en conjunto un 35%. Luego tuvieron variaciones, al principio negativas, pero siempre con caudales muy por encima de los de la década de 1960. Como resultado de ello las centrales hidroeléctricas generaron más energía que la planificada para su construcción. En cambio, las tendencias hidrológicas de los ríos que nacen en la Cordillera fueron generalmente opuestas, particularmente en el río Limay y en el Neuquén, desde alrededor de 1980, afectando negativamente la generación hidroeléctrica. Estas tendencias fueron consistentes con las menores precipitaciones en las regiones andinas de donde se alimentan estos ríos.

En el caso del río Paraná las tendencias en los caudales desde 1960 fueron causadas en parte por las mayores precipitaciones, pero también por la masiva deforestación aguas arriba del territorio argentino. Es muy improbable que este cambio en el uso del suelo se revierta en el futuro cercano, por lo que debido a los cambios relativamente pequeños proyectados en la precipitación, difícilmente haya cambios negativos significativos en los caudales. Ello implica que la energía a generar por las centrales construidas y la estimada para las centrales hidráulicas a construir no tendrá mayores cambios en el futuro cercano.

Las proyecciones de la precipitación sobre los Andes de Cuyo, Comahue y Patagonia, son ligeramente negativas para el futuro cercano, aunque dentro de su rango de incerteza, aunque más fuerte es esta disminución para fin de siglo en el escenario RCP 8.5. Por lo tanto, no se debería descartar una afectación negativa del cambio climático sobre la generación hidroeléctrica en estas regiones. Esta generación actualmente representa el 35 a 40 % de toda la generación hídrica del país.

### ***Salud***

El clima de la región subtropical de Argentina es propicio para la transmisión de enfermedades a través de vectores como por ejemplo, mosquitos, flebótomos y vinchucas. Una enfermedad transmisible que requiere vigilancia es el Dengue, por la presencia del vector (*Aedes aegypti*) y el endemismo en países limítrofes. En el norte de Argentina el riesgo de transmisión del Dengue es elevado durante todo el año, mientras que en el centro del país el riesgo se limita a los meses del verano. Los cambios de



temperatura proyectados en todos los escenarios climáticos permiten suponer que tanto el vector transmisor (*Aedes aegypti*) como la frecuencia de ocurrencia de la enfermedad y los riesgos de epidemias podrían extenderse hacia el sur y oeste del país.

Si bien la incidencia de malaria ha disminuido en el país, la densidad del vector se ha incrementado en el noreste junto con el cambio de las variables climáticas. Se estima que en el futuro cercano el área de distribución del mosquito *Anopheles darlingi* (uno de los tres vectores de la enfermedad) se incrementará.

La abundancia de los vectores de Leishmaniasis en el norte de Argentina tiene una asociación positiva con la temperatura y en algún caso también con la humedad relativa, por lo que con el aumento de la temperatura proyectado para esa región aumentaría el riesgo de la enfermedad.

### **Turismo**

Las condiciones climáticas constituyen un factor de atracción decisivo en los destinos turísticos y pueden modificar el desarrollo del turismo en algunos de los destinos actuales.

En los ambientes más cálidos del norte del país, el aumento de la temperatura podría acrecentar las condiciones de estrés y la falta de confort y aumentar el riesgo de enfermedades cardíacas, así como también la proliferación de algas y cianobacterias que podrían perjudicar las actividades acuáticas recreativas. En las áreas cordilleranas dedicadas a los deportes de invierno para el futuro se esperan reducciones en la cantidad y en los periodos de nieve que afectarían varias actividades (esquí, snowboard) y por lo tanto a los destinos turísticos que dependen de la presencia de la misma durante el invierno (Junín de los Andes, San Martín de los Andes, Copahue-Caviahue, Villa La Angostura, San Carlos de Bariloche, El Bolsón, Esquel, Las Leñas).

Se estima que en el futuro cercano la demanda turística general no se verá afectada por el cambio climático, aunque es muy probable que se afecten determinados destinos y ocurra un re-direccionamiento hacia diferentes ofertas turísticas y en la estacionalidad de ciertos destinos turísticos.

### **Extremos climáticos e impactos sociales**

Entre 1960 y 2010, las olas de calor aumentaron su frecuencia en toda la región subtropical y este aumento fue mayor en el norte y este, aunque hubo episodios severos en la zona central del país. A mitad de diciembre de 2013 comenzó una intensa ola de calor que perduró con pocas interrupciones hasta casi mitad de enero, abarcando el centro de Argentina desde Buenos Aires hasta Córdoba y Mendoza, con temperaturas máximas por encima de 40° C y mínimas sobre 24° C. Fue la más larga e intensa registrada en esa región, La distribución de energía eléctrica colapsó en muchos sectores del área metropolitana de Buenos Aires debido al récord de consumo por el intenso uso de los equipos de aire acondicionado.

Las proyecciones climáticas indican que habrá un aumento en los días con olas de calor en la mayoría de las regiones del país. El aumento proyectado en el número de días con olas de calor sería mayor en el norte y especialmente en el noroeste del país donde se incrementaría en más de 60 días en el futuro cercano. Como el norte del país es la



región de mayor vulnerabilidad social ante desastres, sería la región con los mayores riesgos de impactos sociales debidos a las olas de calor.

Las cada vez más frecuentes inundaciones son las catástrofes de origen natural que mayores daños causaron en la Argentina en las últimas décadas. Aunque el asentamiento inicial de los centros urbanos ocupó generalmente zonas altas, en algunos casos la expansión posterior se hizo sobre zonas bajas e inundables. Esto configura una situación de exposición a las inundaciones causadas por las lluvias intensas. Este riesgo se ha materializado en numerosas localidades durante las últimas décadas, incluso en importantes sectores de varias de las más grandes ciudades argentinas, incluida la ciudad de Buenos Aires, pero los casos más trágicos ocurrieron en dos oportunidades en la ciudad de Santa Fe y en otro en La Plata.

Los excesos hídricos producidos por prolongados periodos de precipitación intensas generan inundaciones por desbordes de lagunas o de cursos de agua o simplemente han ocupado grandes zonas en las áreas más bajas de las grandes llanuras que se extienden por el este del país, generando cuantiosas pérdidas en el sector agropecuario. La cuenca del río Salado del Sur en la provincia de Buenos Aires es una gran extensión de unos 170.000 Km<sup>2</sup> que sufre inundaciones recurrentes en gran parte de la misma. Desde 1980 hubo un incremento en la recurrencia de los eventos extremos de inundación, siendo desde entonces de uno cada cuatro años, el triple que en el período 1884-1960.

Hacia el futuro, las proyecciones de los modelos climáticos indican que, en general, en toda la Argentina al norte de la Patagonia, las precipitaciones extremas acumuladas en uno o cinco días serán cada vez mayores y frecuentes. Esto mismo se proyecta para las precipitaciones acumuladas mensuales en grandes zonas de la llanura de esta región. De acuerdo con estas proyecciones, se debería descartar la posibilidad de que las frecuentes inundaciones recientes disminuyan en lo que resta de este siglo, a menos que se adopten o completen las medidas estructurales y/o de manejo de las cuencas con ese propósito.

### **Trabajo**

Los trabajadores que desempeñan su actividad laboral al aire libre tendrán un aumento en sus riesgos ocupacionales ante la mayor frecuencia de eventos extremos, y/o mayor exposición a temperaturas elevadas, y/o mayor ocurrencia de enfermedades transmitidas por vectores. Algunas de las enfermedades de vector que se podrían ver potenciadas por el cambio climático están contempladas en el Listado de Enfermedades Profesionales<sup>5</sup>. En estos casos la pérdida de días de trabajo por enfermedad o lesiones puede representar una merma importante de ingresos. Estos perjuicios serán mayores en el norte del país. El cambio climático puede tener efectos diferenciados sobre la salud de los trabajadores de diversas ramas de actividad en función de su exposición frente a determinados factores de riesgo en razón de su actividad laboral.

## **5. Respuestas y Necesidades de Adaptación**

### **Progresos y avances**

---

<sup>5</sup>Reconocida por legislación Argentina Ley N° 24.577



La ocurrencia con frecuencia creciente de eventos lluvias torrenciales, con secuelas de inundaciones y daños a la población y a la producción agropecuaria, ha motivado medidas de adaptación a esta nueva realidad climática.

Se ha creado un fideicomiso de Infraestructura Hídrica (Fondo Hídrico) que se costea con una tasa a las ventas de nafta y gas natural para los automotores. Los recursos del Fondo Hídrico se aplican a morigerar los efectos de las inundaciones y al desarrollo de los proyectos de infraestructura de obras hídricas. Su mayor limitación, es que se trata de una tasa fija y no de un porcentaje del precio de los combustibles por lo que su monto se ha ido reduciendo en términos reales. La Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal e Infraestructura ha estado usando el Fondo Hídrico para ejecutar el Plan Federal de Control de Inundaciones.

Otras acciones de respuesta con respecto a las inundaciones han sido el mejoramiento de los sistemas de alerta temprana. El Servicio Meteorológico Nacional emite alertas sobre las precipitaciones intensas y otras inclemencias del tiempo, incluyendo las olas de calor. En el caso de las inundaciones por las crecidas del Río de la Plata las alertas las brinda el Servicio de Hidrología Naval y los de las crecidas de los grandes ríos del Litoral los suministra el Instituto Nacional del Agua. Existen también sistemas de alerta temprana para algunas localidades y provincias. Un sistema muy coordinado es el de la provincia de Santa Fe donde la gestión del riesgo de inundaciones integra varias áreas de gobierno con la población en peligro. Para el sector agropecuario existen varios sistemas de alerta tempranas basados en el uso de modelos predictivos de la ocurrencia de enfermedades de cultivos.

### **Necesidades para el corto plazo**

A pesar de la infraestructura construida para controlar las inundaciones, estas están ocurriendo con frecuencia dejando secuelas de daños importantes por lo que hay consenso sobre la necesidad de acelerar la concreción de obras de infraestructura y ampliar y mejorar los sistemas de alerta. Para esto último se necesita mayor equipamiento y el desarrollo de modelos hidrológicos que permitan anticipar el desplazamiento de los excedentes hídricos en las numerosas zonas con riesgo de inundación. Igualmente, será necesario mejorar la preparación de las medidas de defensa y respuesta.

En el caso de las olas de calor, no existe la suficiente conciencia pública sobre los daños y muertes que ocasionan. Falta al respecto un mecanismo de información estadístico que permita una rápida evaluación de sus consecuencias. Las olas de calor también provocan dificultades en el sistema de distribución eléctrica que requiere de mejoras, algunas de las cuales están en marcha para el Área Metropolitana de Buenos Aires

### **Algunas respuestas y necesidades de adaptación para el futuro cercano (2015/2039)**

#### ***El uso del suelo***

La expansión de la frontera agropecuaria, en respuesta a las condiciones climáticas más húmedas, ha sido un proceso, con buenos resultados económicos en el corto plazo, pero con efectos colaterales que alteraron el ambiente en las zonas agriculturizadas, impulsaron la deforestación y aumentaron la vulnerabilidad climática. En los últimos años hubo dos iniciativas gubernamentales, La ley 26.331/07 de Presupuestos Mínimos



de Protección Ambiental de los Bosques Nativos y la política de desarrollo territorial de la Argentina para el mediano y largo plazo.

La ley 26.331 es un instrumento para impulsar políticas y programas nacionales de protección, conservación, recuperación y utilización sustentable de los bosques nativos.

### ***Sistemas naturales***

Los humedales son sistemas muy amenazados por el cambio climático. Las leyes 23.919 y 25.335 aprueban la convención relativa a los Humedales de Importancia. En el contexto de este compromiso se desarrolla la *Estrategia regional de Conservación y Uso sostenible de los Humedales Altoandinos* con la finalidad de promover su conservación y uso entre los países involucrados. Igualmente, se adhirió a la *Estrategia de Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Fluviales de la Cuenca del Plata*, la cual establece una cooperación técnica entre los países de la Cuenca del Plata para promover la conservación y el uso sustentable de los humedales fluviales.

En el marco del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED<sup>6</sup>) se han implementado proyectos regionales que contemplan la adaptación basada en ecosistemas y la conservación de los servicios ecosistémicos para restaurar los ecosistemas mediante un uso sostenible de los recursos naturales. Otras iniciativas con enfoque similar son el proyecto Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción frente al Cambio Climático (REGATTA) para el Gran Chaco Americano (Argentina, Bolivia y Paraguay) y el proyecto EcoAdapt llevado a cabo en tres bosques modelo (uno en Jujuy, Argentina) enfocado básicamente en la gestión del agua.

Las áreas protegidas y corredores ecológicos en ecosistemas vulnerables son necesarios para reducir el riesgo climático en los sistemas naturales. De acuerdo a las estadísticas del Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP<sup>7</sup>), Argentina cuenta con algo más de 33,5 millones de hectáreas de superficie protegida que representan el 12 % de la superficie continental del país.

Las áreas protegidas son primordiales para mantener la biodiversidad en todas sus formas, pero resultan insuficientes en el contexto del cambio climático porque el desplazamiento de las especies está obstaculizado por la fragmentación de los hábitats naturales. En Argentina se ha comenzado a implementar la incorporación de áreas intermedias o corredores para el tránsito de las especies. El Corredor verde de Misiones<sup>8</sup> tiene el fin de salvaguardar las especies en peligro en una superficie de alrededor de 1,1 millones de hectáreas. También existen iniciativas para implementar este tipo de corredores en la región del Gran Chaco Argentino. En Corrientes se propone la creación de un corredor biológico entre el Parque Nacional Mburucuyá y la Reserva Natural Iberá<sup>9</sup>.

### ***Los glaciares***

---

<sup>6</sup>Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo, disponible en:

[http://www.cyted.org/cyted\\_investigacion/areas\\_tematicas.php?a=4&lang=es](http://www.cyted.org/cyted_investigacion/areas_tematicas.php?a=4&lang=es).

<sup>7</sup><http://www.ambiente.gob.ar/?IdArticulo=12195>

<sup>8</sup> <http://www.ecologia.misiones.gov.ar/ecoweb/index.php/descgen-corredor-verde>

<sup>9</sup> Propuesta para la creación de un Corredor Biológico entre el Parque Nacional Mburucuyá y la Reserva Natural Iberá [http://www.proyectoibera.org/download/tierras/propuesta\\_corredor\\_ecologico.pdf](http://www.proyectoibera.org/download/tierras/propuesta_corredor_ecologico.pdf)



Debido al peligro de avance de la minería a cielo abierto en áreas de periglaciares se promulgó ley 26.639<sup>10</sup> de protección de los glaciares y el ambiente periglacial que prohíbe la construcción de obras de arquitectura o infraestructura, la exploración y explotación minera y de hidrocarburos y la instalación de industrias o desarrollo de obras o actividades industriales<sup>11</sup>. Una de las provisiones de la ley es la realización del inventario de glaciares y periglaciares que está siendo realizado por el Instituto de Nivología y Glaciología del CONICET.

### ***Las costas y áreas marinas***

Las áreas marítimas y costeras protegidas son importantes para que no se amplifiquen por actividades antrópicas directas los efectos del cambio climático en áreas de importante valor ecológico. La ley de Áreas Marinas Protegidas creó el Sistema Nacional de Áreas Protegidas Marinas en el año 2014 aumentando las áreas protegidas costeras y marinas de 43 a 56 en número, y de 16.000 Km<sup>2</sup> a 54.000 km<sup>2</sup> en superficie.

Las costas del Río de la Plata serán afectadas por el aumento del nivel del mar por una mayor recurrencia de las inundaciones causadas por tormentas. Para no comprometer inversiones y asentamientos que puedan ser riesgosos en el futuro, está pendiente la regulación del espacio costero en relación al aumento del nivel medio de las aguas.

### ***Agricultura y ganadería***

En gran parte del norte argentino y de la región central del país, las proyecciones climáticas para las próximas décadas indican un escenario de mayor temperatura y la prolongación del periodo seco invernal, lo que junto con la continuación de la variabilidad interdecadal propia de la región, hacen necesario un mejor manejo y gestión de los recursos hídricos. Igualmente, ello será necesario en la región pampeana para reducir las zonas y duración de los periodos de inundación.

Otra línea de adaptación ante los cambios climáticos es el desarrollo de materiales genéticos adaptados a las nuevas condiciones, especialmente en los principales cultivos. En este sentido, investigadores del CONICET han identificado recientemente un gen del girasol que otorga resistencia a la salinidad y a la sequía. Este gen incorporado en cultivos de trigo, soja y maíz sería capaz de sostener y aumentar sus rendimientos.

En los oasis de riego del piedemonte andino existe el riesgo que la oferta de agua se reduzca y cambie desfavorablemente en cuanto a su disponibilidad estacional. Para mantener e incluso aumentar la producción se puede mejorar la gestión del recurso hídrico o expandir la superficie bajo riego. En relación a lo primero, el sistema de riego más difundido a nivel nacional es el gravitacional (69,8%) seguido por el riego por aspersión (20,8%), el goteo (7,7%) y el de micro aspersión (1%). Lo que indica que hay un amplio potencial para la mejora de los sistemas de riego como una acción de adaptación. En cuanto a lo segundo, el país cuenta con un gran potencial para ampliar el riego ya que se estima que dispone de 6M ha con suelos aptos con cerca de 22.000 m<sup>3</sup>/s de disponibilidad de agua. Para mantener el mismo potencial de riego en las provincias de Jujuy, Salta, La Rioja, Catamarca, Tucumán, San Juan y Mendoza deberían incorporarse en las próximas décadas algo más de 215.000 hectáreas al sistema de

<sup>10</sup> Decreto Reglamentario 207/2011 del 28 de febrero de 2011

<sup>11</sup> <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/170000-174999/174117/norma.htm>



regadío con un costo total cercano a 2.600 M de USD. Para ello, la menor disponibilidad de agua en verano en los ríos cordilleranos de Cuyo y la mayor variabilidad interanual de los caudales requerirán de una ampliación de los reservorios de modo de trasladar el agua del invierno y de la primavera temprana al verano y amortiguar la variabilidad interanual de los caudales disponibles.

### ***Energía Eléctrica***

La población argentina hace un uso muy extendido del aire acondicionado en los centros urbanos. En los días de calor extremo, esto puede provocar severas restricciones en el servicio eléctrico que es vulnerable por la sobrecarga de la demanda sobre redes de distribución. Esto requiere trabajar en materia de distribución desde tres ejes: educación, señales económicas (tarifas) y los sistemas de gestión de demanda o redes inteligentes.

## **6. Medidas de Mitigación de las Emisiones de GEI**

En los últimos años la República Argentina ha llevado a cabo planes, programas y acciones relacionados de manera directa e indirecta con la mitigación de GEI en varios sectores productivos y de consumo.

Entre las acciones en implementación, se pueden destacar en el sector Energía dos ejes fundamentales: la diversificación de la matriz energética y la promoción del uso racional y eficiente de la energía. En este sentido, se han desarrollado marcos normativos y programas orientados a fomentar una mayor participación de fuentes renovables no convencionales, la energía hidroeléctrica, la energía nuclear, la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles y la reducción de la intensidad energética del consumo.

En el sector Transporte los esfuerzos se han concentrado principalmente en la optimización del sistema de transporte ferroviario.

En el sector de Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (CUSS) se ha desarrollado el marco normativo e institucional para fomentar la plantación y el manejo sustentable de los bosques implantados y para establecer los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de los bosques nativos, así como de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. Este marco institucional permitió a las provincias llevar adelante un proceso de ordenamiento territorial de los bosques nativos existentes, estableciendo diferentes categorías de conservación. En este marco se creó el Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos, con el fin de compensar a los tenedores privados de tierras que albergan bosques nativos por su conservación y manejo sustentable.

En el sector Agricultura un hecho relevante ha sido la adopción acelerada de la “siembra directa” como sistema predominante en cultivos extensivos. En 2012, aproximadamente el 78% del área agrícola del país se encontraba bajo siembra directa, alcanzando casi 28 millones de hectáreas. La siembra directa contribuye al cuidado de los suelos mediante



la reducción de labranzas y controles mecánicos de malezas, lo que reduce las emisiones energéticas.

Se encuentran en una fase inicial de desarrollo otras iniciativas sectoriales de mitigación. Cabe destacar especialmente el Proyecto PROBIOMASA, el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE), Plan Nacional de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada y la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, entre otros.

Adicionalmente a las acciones de mitigación en etapas de implementación, en el marco de la TCN se ha realizado un análisis de potenciales opciones de mitigación que la Argentina podría desarrollar, si contara con el apoyo necesario tanto en materia financiera como tecnológica y para el fortalecimiento de capacidades. Estas opciones, si bien han sido evaluadas con un enfoque de factibilidad técnica, poseen barreras a la implementación, adicionales a las cuestiones económicas y financieras. Debido a ello, este listado de opciones se presenta como un menú de medidas posibles que requieren de un mayor desarrollo incluyendo a partes interesadas.

Las emisiones evitadas por un conjunto de opciones de mitigación fueron calculadas para distintos periodos, pero que en todos los casos comprenden el período 2020-2030.

En el sector Energía se focalizan principalmente en alternativas de energías renovables, reducción del consumo energético residencial e industrial y cambios modales en el transporte.

En el sector Agricultura las opciones de mitigación evaluadas son fundamentalmente sobre las fuentes de nitrógeno (N) usadas como fertilizante. El análisis de opciones de mitigación en el sector ganadero se ha concentrado en la ganadería bovina de carne, por constituir la casi totalidad de las emisiones sectoriales. En el sector forestal se analizó la protección del bosque natural y la creación de nuevas áreas forestales a través de plantaciones comerciales. En cuanto a las opciones de mitigación en el sector industrial argentino, se incluyen opciones de reducción de emisiones de proceso y alternativas de ahorro de energía; en este sector solo para algunas opciones han sido estimadas debido a la falta de datos.

En el sector Residuos las medidas analizadas incluyen la adopción de nuevas estrategias de gestión y/o el mejoramiento de las existentes. Asimismo, se han analizado opciones para el tratamiento de Aguas Residuales Industriales en sectores relevantes

El cuadro siguiente presenta una síntesis de las estimaciones de potenciales de mitigación de las opciones para las cuales ha sido factible efectuar dicho cálculo. Cabe aclarar que no es correcto sumar estas reducciones dado que las diferentes opciones de mitigación se extienden sobre períodos de tiempo diferentes, definidos a partir del momento en que se considera factible comenzar con su implementación. En segundo lugar, las estimaciones realizadas no toman en cuenta las interrelaciones intersectoriales e impactos recíprocos. Por último puede darse el caso de doble contabilización.



Sector	Subsector	Opción de mitigación	Potencial de mitigación	Período
<b>Energía</b>	Energías renovables	Energía renovable conectada a la red en el mercado mayorista	38 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2018-2030
		Generación renovable distribuida conectada a la red	560 mil tCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030
	Consumo energético residencial	Sustitución de calefones convencionales por equipos con encendido electrónico	35 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2018-2030
		Calefactores solares para calentamiento de agua sanitaria	7 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030
		Sistemas economizadores de agua caliente	18 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030
		Reemplazo de calefactores tiro balanceado por bombas de calor	110 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2018-2030
	Transporte	Eficiencia en el transporte carretero de carga	35 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030
		Plan canje automotor con vehículos más eficientes	5 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030
		Recuperación del sistema ferroviario de pasajeros y carga	15-21,5 MtCO <sub>2</sub>	Reducción en el año 2030
	Consumo energético industrial	Sustitución de gas natural por combustibles alternativos en la industria	55 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2018-2030
		Eficiencia energética en PyMEs industriales	66,4 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2016-2030
	CCS	Captura y almacenamiento de carbono en reservorios geológicos	290 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030
	<b>Agricultura, Ganadería y Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura</b>	Agricultura	Rotación de cultivos	39 MtCO <sub>2</sub>
Mayor eficiencia en el uso del N, con foco sobre los inhibidores de liberación de N			5,1 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción acumulada en 2020-2030



		Uso de promotores de crecimiento y fijadores biológicos de N en gramíneas	11,6 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción acumulada en 2020-2030
	Ganadería	Programas de cambio rural para mejorar prácticas y procesos ganaderos	51 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción acumulada en 2015-2030
	Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura	Reducción de la deforestación	1.300 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2007-2030
		Mejora de los sumideros de carbono forestales	230 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2015-2030
<b>Procesos Industriales y Uso de Productos</b>	Industria	Eficiencia en motores eléctricos	22,3 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2017-2044
		Cogeneración en base a combustibles fósiles	64,2 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2017-2054
<b>Residuos</b>	Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	Construcción y acondicionamiento de rellenos sanitarios en municipios	5,8 - 8,1 MtCO <sub>2</sub>	Reducción promedio anual en 2017-2030
		Generación de energía eléctrica a partir de la captura de GRS	6,1 - 8,4 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción promedio anual en 2017-2030
		Generación de energía térmica a partir de la captura de GRS	6,7 - 9,2 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción promedio anual en 2017-2030

Las opciones de mitigación analizadas enfrentan diferentes limitaciones, barreras y necesidades tecnológicas y abren diversas oportunidades según la naturaleza de la opción y el sector considerado.

En el sector Energía, existen una diversidad de variables que pueden afectar la implementación de opciones relacionadas con energías renovables como ser las tarifas, los costos de las tecnologías, la necesidad de extender las redes de transmisión, el desarrollo de aspectos regulatorios específicos de la temática, la implementación de instrumentos financieros, desarrollo de tecnología local, etc. Para las opciones que involucran ahorros en el consumo energético especialmente residencial se precisa de un marco normativo consensado por los actores público-privado que asegure una estrategia planificada, organizada, con programas activos de difusión y capacitación así como la implementación de instrumentos financieros innovadores con el fin de involucrar a la banca comercial para el financiamiento de este tipo de iniciativas. El caso de la captura y almacenamiento de carbono en reservorios geológicos es sin duda para el conjunto de medidas evaluadas el más complejo, debido a que no se cuenta con experiencia al respecto. Se debe transitar un proceso de aprendizaje aún no iniciado en el país. De todos modos, existen aspectos tecnológicos en el sector Energía que deben ser analizadas en con mayor profundidad, como es el caso del hidrógeno o tecnologías



como celdas de combustible, que podrían aprovechar la abundancia de litio en las reservas de las provincias del noroeste argentino. El caso de la captura y almacenamiento de carbono en reservorios geológicos es sin duda, para el conjunto de medidas evaluadas el más complejo, debido a que no se cuenta con experiencia al respecto para el cual se debe transitar un proceso de aprendizaje aún no iniciado en el país.

En el sector Transporte el factor determinante es la necesidad de políticas específicas relacionadas principalmente con el diseño e implementación de incentivos fiscales. A su vez el desarrollo de la infraestructura ferroviaria debe ser acompañado con el desarrollo de un marco regulatorio que asegure confiabilidad al sistema.

En el sector Agricultura las principales barreras para la aplicación extendida de prácticas de rotación de cultivos son económico-financieras: se requiere del diseño de políticas agrícolas que contemplen integralmente inversiones en infraestructura, así como estímulos impositivos. En cuanto a las prácticas que permitan mejorar la eficiencia en el uso del nitrógeno, el uso de fijadores biológicos de nitrógeno y las tecnologías de aplicación de fertilizantes las principales barreras son culturales y de información, seguidas por barreras técnicas y luego económicas.

En ganadería, las principales barreras para incorporar mejorar prácticas y procesos son económicas, fundamentalmente, la baja-media rentabilidad de la actividad ganadera en la Argentina con bajo a medio riesgo y los largos horizontes involucrados en las decisiones productivas.

En materia de bosques, la principal barrera para reducir la deforestación es el aumento de la demanda internacional de granos que se traduce en una presión sobre tierras con aptitud agrícola con bosque nativo, lo que dificulta la efectividad de los instrumentos de gestión previstos en la Ley N° 26.331. Por ello continúa la pérdida de bosque nativo, si bien a una tasa menor. En cuanto a las plantaciones comerciales, la principal barrera para lograr un mayor desarrollo de proyectos forestales son económico-financieras, destacando especialmente los largos horizontes temporales involucrados en la actividad y la incertidumbre sobre la permanencia de las condiciones que determinan las decisiones para la inversión.

En el sector industrial las principales barreras para incorporar opciones de eficiencia energética y cogeneración son técnicas (fundamentalmente, ausencia de profesionales idóneos y técnicos debidamente calificados y escasa experiencia en el uso de tecnologías), seguidas por barreras institucionales (insuficiencia y/o inexistencia de políticas coordinadas e integradas para la promoción de medidas de eficiencia energética), económicas (ausencia de políticas de incentivo, costo de la energía subsidiado y altas tasas de interés) y culturales (desconocimiento).

Finalmente, en el sector Residuos las principales barreras para la construcción y acondicionamiento de rellenos sanitarios y la generación de energía a partir de la captura de gas de relleno sanitario son políticas, legales y regulatorias y, en menor medida, técnicas. Por su parte, las principales barreras para la construcción y puesta en funcionamiento de plantas de tratamiento de efluentes domésticos y de aguas residuales industriales son técnicas, fundamentalmente la falta de experiencia local para proveer



los servicios de construcción, instalación y operación de digestores. Sin embargo, el mayor retraso se encuentra en el saneamiento de aguas domiciliarias, el cual tiene en la actualidad una infraestructura obsoleta y de baja capacidad para abastecer el crecimiento habido en el sector (tanto de población como de abastecimiento de agua potable).

En cuanto a las capacidades y oportunidades, en el sector Energía el *know-how* necesario para desarrollar las opciones analizadas puede obtenerse de recursos humanos locales, pudiendo realizarse convenios de intercambio de información con especialistas internacionales para acelerar las curvas de aprendizaje o el abordaje de temas muy específicos. En materia de energías renovables se considera al desarrollo de equipos eólicos de baja potencia como una de las posibilidades más rápidamente concretables pensando en el desarrollo de la industria local. Para las opciones que involucran ahorros en el consumo energético, residencial en particular, las tecnologías existentes son relativamente simples por lo que, con los incentivos adecuados, tiene la posibilidad de desarrollo nacional.

En el sector Agrícola, las principales capacidades están en la cosecha de caña de azúcar en verde: el uso de cosecha mecanizada abarca actualmente el 90% del área plantada con caña de azúcar en Tucumán y para la mecanización de la cosecha de pequeños productores se están ya desarrollando y probando cosechadoras integrales para pequeñas superficies, con un activo desarrollo de prototipos por parte del INTA.

En el sector Industrial, si bien no se trata aún de una práctica extendida, algunos establecimientos industriales han venido realizando estudios para estimar potenciales ahorros energéticos y otros están realizando inversiones orientadas a aumentar la productividad en base a menores consumos energéticos. Por otra parte, en el país ya se encuentran en funcionamiento tecnologías de cogeneración en base a combustibles fósiles y la industria siderúrgica local ya realiza el reciclado de chatarra propia y/o de origen industrial.

En el sector Residuos las tecnologías para la captura y utilización de biogás son conocidas en el país. Si bien los primeros proyectos contaron con proveedores de tecnología y asesoramiento extranjero, en la actualidad se cuenta con empresas que tienen capacidades para proveer tecnología local. Cabe mencionar especialmente la experiencia adquirida con los proyectos implementados bajo el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), a través del cual se instalaron en la Argentina algunas lagunas anaeróbicas con captura de biogás y reactores anaeróbicos. A su vez, el sector científico local, nucleado en las universidades y en organismos públicos, cuenta con recursos capacitados para acompañar la consolidación de las tecnologías de mitigación propuestas.

Los costos totales a valor presente de la implementación de las opciones de mitigación evaluadas ascenderían por lo menos a 75.000 millones o 100.000 millones de dólares, según la tasa de descuento se calcule en 10% o 4%. Los costos incrementales, a valor presente, para las mismas medidas en las mismas condiciones sumarían como mínimo 69.000 millones o 92.000 millones de dólares según la tasa de descuento sea 10% o 4%. Es necesario señalar que gran parte de estas medidas de mitigación presentan co-beneficios que en algunos casos son muy importantes y que evaluados en detalle



reducirían sensiblemente los costos imputables solo a la mitigación de las emisiones de GEI.

## **7. Otros aspectos**

### ***Participación argentina en la CMNUCC y el IPCC***

La República Argentina ha participado activamente de las negociaciones del régimen climático internacional, mediante los aportes realizados por sus negociadores a los acuerdos que condujeron a la firma de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto y contribuyendo en la búsqueda de soluciones y en la construcción de consensos durante las veinte sesiones de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC.

La República Argentina ha impulsado en las negociaciones en la CMNUCC, el concepto de Transición Justa, reivindicado por el movimiento sindical mundial en las negociaciones del clima desde 2008. Transición Justa implica que las acciones de adaptación y mitigación del cambio climático deban considerar las posibles consecuencias sobre el sector laboral, de manera de generar políticas y medidas que garanticen la protección de los puestos de trabajo en condiciones de trabajo decente.

También ha sido muy activa la participan en el IPCC. Un experto argentino ha sido copresidente del Grupo de Trabajo II en el Tercer y Cuarto Informe de Evaluación del IPCC y otro en el Quinto Informe. Varios expertos argentinos se han desempeñado como autores líderes en diferentes capítulos de los informes de evaluación y en los informes especiales-

### ***Fortalecimiento de capacidades***

Desde la Segunda Comunicación Nacional se fortaleció la capacidad institucional de la SAyDS al elevar el tratamiento institucional del tema al rango de Dirección. Esta Dirección de Cambio Climático aumentó su personal técnico especializado, el cual se capacita periódicamente. Asimismo, en numerosos organismos se ha incorporado y focalizado el tratamiento del tema. Con la creación del Comité Gubernamental de Cambio Climático se han establecido además puntos focales para el tratamiento del cambio climático.

Por último, el fortalecimiento de capacidades fue significativo a nivel provincial, donde en casi todos los casos existe en la actualidad un organismo responsable del tema y la capacitación del personal es continua a través de seminarios y talleres, en muchos casos impulsados por el Gobierno Nacional, específicamente a través de la Dirección de Cambio Climático.



## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La República Argentina incorpora explícitamente el cuidado del ambiente en el artículo 41 de su Constitución Nacional. Según los principios básicos de la misma, cada provincia tiene el dominio y administra su ambiente y recursos naturales. La Nación tiene entre sus facultades dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección ambiental.

La acción del gobierno nacional sobre el cambio climático se desenvuelve fundamentalmente a través de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) dependiente de la Jefatura de Gabinete de Ministros. Otras instituciones nacionales, provinciales y municipales, así como universidades, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y empresas, desarrollan proyectos y actividades relacionadas con el monitoreo, estudio, adaptación y mitigación del cambio climático, así como con la divulgación del mismo.

La República Argentina ha ratificado la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) por a través de la ley N° 24.295 en el año 1994. Con posterioridad, ratificó el Protocolo de Kioto, a través de la ley N° 25.438, promulgada en el año 2001. Por sus características nacionales, la República Argentina participa en la CMNUCC como país “No Anexo I” y considera a la misma como el ámbito del sistema multilateral de negociación de las Naciones Unidas apropiado para la construcción de un régimen climático internacional justo, eficaz y duradero.

### **1.1 Compromiso de informar a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre cambio climático**

La República Argentina, al ratificar la CMNUCC, asumió la obligación de informar todo lo relevante para el logro de los objetivos de la CMNUCC, en particular sus inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal. Asimismo, debe informar sobre sus programas nacionales para mitigar y facilitar la adaptación al cambio climático. Todo ello implica la elaboración y presentación de comunicaciones nacionales, como fuera establecido en los artículos 4 y 12 de la CMNUCC. El gobierno argentino cumpliendo con este compromiso presentó su primera Comunicación Nacional en 1997, una versión revisada de la misma en 1999, y la segunda Comunicación Nacional en el año 2007.

### **1.2 Actividades habilitantes para la Tercera Comunicación Nacional**

La SAyDS, a través de la Dirección de Cambio Climático, inició el proceso correspondiente para la elaboración de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en el año 2010. En octubre de ese mismo año la Dirección Ejecutiva del Fondo para el Medio Ambiente Mundial aprobó el Proyecto de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático con el objetivo de cofinanciar el



Proyecto. En febrero de 2011 el Proyecto fue aprobado por el Directorio del Banco Mundial, que actuó como agencia de implementación.

La ejecución del Proyecto permitió elaborar también información para satisfacer los requisitos enunciados en el Artículo 12.1 de la CMNUCC, esto es contribuir al desarrollo de la política nacional en la materia y aportar a la concientización sobre la problemática del cambio climático.

El Proyecto “Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático a la CMNUCC” de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación se concretó mediante acuerdos institucionales que incluyeron: i) un Comité de Conducción que actuó como instancia de articulación institucional en la materia y estuvo integrado por organismos gubernamentales nacionales y el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), siendo presidido por laSAyDS; ii) un Gabinete Técnico Asesor que brindó apoyo en lo referido a cuestiones científico técnicas durante el desarrollo del mismo, contando con la participación de instituciones académicas, centros de investigación, organizaciones de la sociedad civil, asociaciones de trabajadores y representantes del sector privado; y iii) una Unidad de Implementación de Proyecto, la cual trabajó en coordinación con la Dirección de Cambio Climático de la SAyDS. Dicha Unidad estuvo a cargo de la administración, supervisión, monitoreo y evaluación técnica y financiera del Proyecto.

El Proyecto tuvo cuatro componentes principales. El primer componente contiene información relativa al sobre el aprovechamiento del potencial nacional para la mitigación del cambio climático. Dicho componente incluyó el inventario nacional de GEI del año 2012; el segundo componente se focalizó en el fortalecimiento de la agenda nacional de adaptación; el tercero contiene información referida al fortalecimiento institucional, desarrollo de capacidades y gestión de la información y, por último, el cuarto fue la gestión misma del Proyecto.

A solicitud de la SAyDS, la CEPAL a través del Programa EUROCLIMA, brindó apoyo técnico para la redacción del Informe Final de la TCN que se presenta a la CMNUCC.

### **1.3 Contenidos de la Tercera Comunicación Nacional**

El contenido de la Tercera Comunicación Nacional se ajusta a las recomendaciones de la Decisión 17/CP.8 para la preparación de comunicaciones nacionales. En el capítulo 2 se hace una descripción de las circunstancias nacionales, especialmente de aquellos aspectos que son relevantes en relación al cambio climático, o que condicionan o facilitan las políticas de adaptación y de mitigación. El inventario de GEI se presenta en el capítulo 3; información complementaria del mismo se incluye en dos anexos.

En cuanto al componente 2, los cambios ocurridos en el clima de la Argentina, los proyectados según dos escenarios climáticos y las principales vulnerabilidades se informan en el capítulo 4. Estas últimas se describen para regiones y para los sectores socioeconómicos sobre los que se estima un mayor impacto del cambio climático. Para



los fines de este informe, en el capítulo se consideraron cuatro regiones: la cordillerana, que abarca las provincias de Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy; la Patagonia, que incluye a las provincias de Tierra del Fuego, Santa Cruz, Chubut, Neuquén y Río Negro; la región Central, que comprende a La Pampa, San Luis, Córdoba, Santiago del Estero, Tucumán, Chaco y Formosa y el Mar Argentino y las zonas costeras del mismo y del Río de la Plata. En el capítulo 5 se identifican las necesidades y los programas y medidas en curso o planificados para facilitar la adaptación al cambio climático.

La Argentina ha adoptado una serie de medidas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para contribuir a alcanzar los objetivos de la CMNUCC que se informan en el capítulo 6. También se describe en ese capítulo la capacidad potencial de mitigación de las emisiones nacionales de GEI describiendo sus limitantes y barreras. Este potencial es importante tanto para mitigar las emisiones como para aumentar la absorción de carbono. Sin embargo, dado que en general este potencial de mitigación requiere de importantes recursos para su concreción, se requerirá de la cooperación internacional, dado que el país deberá seguir atendiendo por muchos años, sus principales prioridades en materia social.

El capítulo 7 describe las medidas adoptadas y previstas para aplicar la CMNUCC, en particular en lo referente a la estructura institucional para atender el cambio climático. Incluye también la enumeración y la descripción de las circunstancias de las Comunicaciones Nacionales anteriores y las actividades conducentes a ampliar la educación, la difusión y la sensibilización de la opinión pública.

La realización de los estudios de base de la Tercera Comunicación Nacional requirió de la formulación y ejecución de un Proyecto de actividades habilitantes. Los arreglos institucionales se describen en el capítulo 8.

Otra información relevante para los objetivos de la CMNUCC, como la cooperación internacional, la participación argentina en la CMNUCC y el IPCC la cooperación internacional y el intercambio de información se describen en el capítulo 9.





## CAPÍTULO 2. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

La República Argentina se extiende sobre el sur del continente americano, las islas del Atlántico Sur y parte de la Antártida, Figura 2.1. Al Continente Americano corresponden 2.791.810 km<sup>2</sup> (incluyendo las Islas Malvinas: 11.410 km<sup>2</sup>); al Antártico 965.597 km<sup>2</sup> (incluyendo las Islas Orcadas del Sur: 750 km<sup>2</sup>); y a las Islas Australes 3.867 km<sup>2</sup> (Georgias del Sur: 3.560 km<sup>2</sup> y Sandwich del Sur: 307 km<sup>2</sup>)<sup>12</sup>.

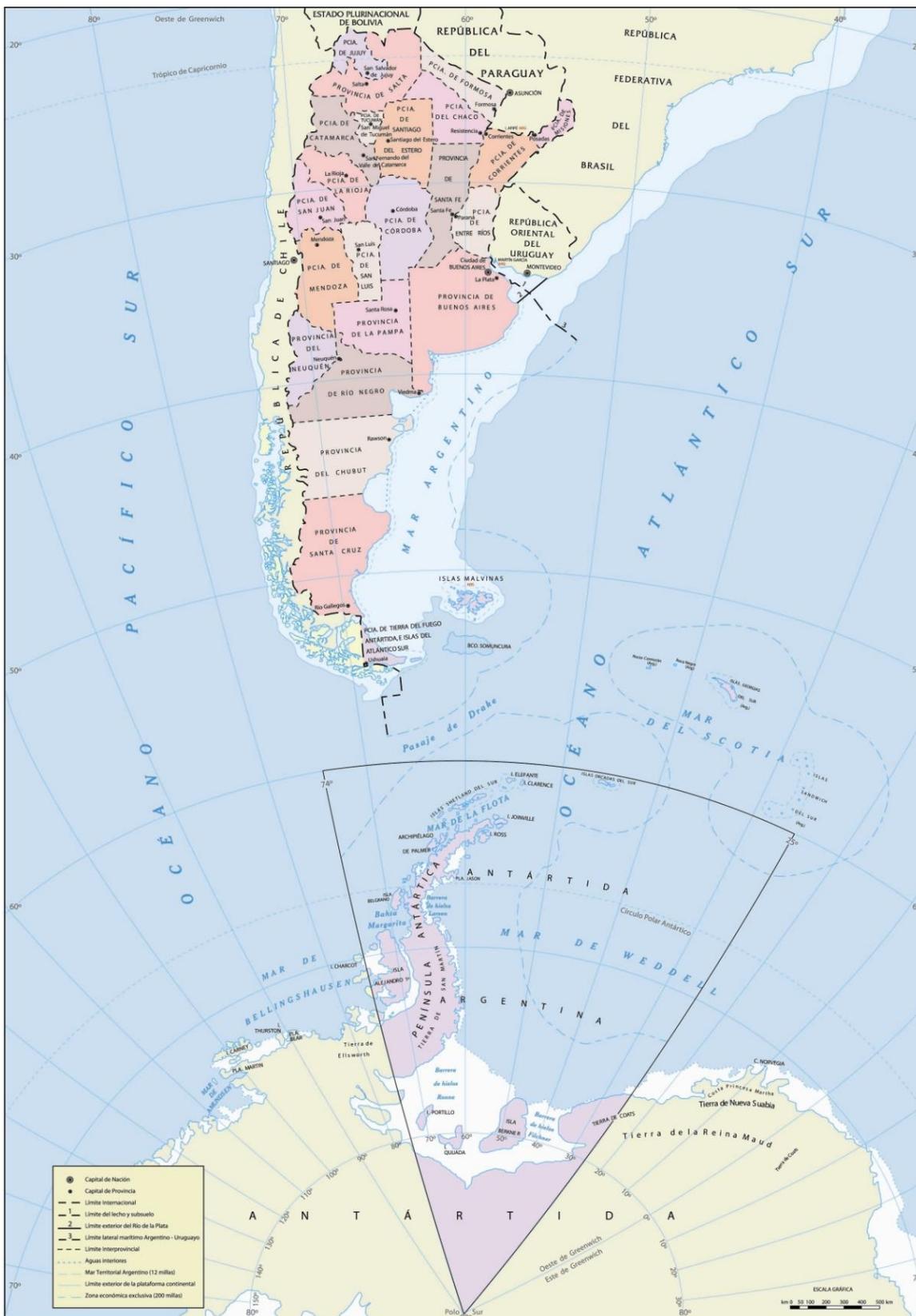
No se incluye información relativa a las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur, porque están ilegítimamente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y son objeto de una disputa de soberanía, reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Comité de Descolonización de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales.

### 2.1 División Política

La Argentina es un país federal que tiene 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Cada provincia se encuentra subdividida en departamentos o partidos. Figura 2.1.

---

<sup>12</sup> Fuente: <http://www.indec.gov.ar/>





## 2.2Clima, vegetación y uso del suelo

La Argentina continental se extiende entre 20° y 60 ° de latitud en el Hemisferio Sur, y por lo tanto está ubicada dentro de la región de climas subtropicales y de latitudes medias, con condiciones térmicas que varían de cálidas en el norte hasta frías en el extremo sur y en las alturas de las sierras y de la Cordillera de los Andes.

La mayor parte del territorio de las provincias patagónicas, Neuquén, Río Negro, Chubut, y Santa Cruz tiene escasa precipitación, del orden de 200 mm anuales o incluso menor, excepto en una franja húmeda contigua a la Cordillera de los Andes y en el extremo sur de Santa Cruz y en Tierra del Fuego. La vegetación es de estepa con monte achaparrado. El uso principal del suelo en esta región es la ganadería ovina y en algunas áreas se desarrollan actividades de extracción de gas y petróleo y de minería. La franja cordillerana húmeda es una región de gran belleza natural en la que se encuentran glaciares y nieves permanentes, y lagos y bosques, lo que configura una importante atracción paisajística que posibilita una importante actividad turística.

Al norte de los 40° S, el clima es de tipo subtropical con veranos cálidos. En el este, las precipitaciones son mayores a 1000 mm anuales y se distribuyen a lo largo del año permitiendo el desarrollo de la agricultura de secano y de la ganadería extensiva. Excepto en parte del norte de esta región, la vegetación originaria ha sido casi totalmente reemplazada y modificada por la agricultura y la ganadería. La precipitación disminuye hacia el oeste hasta valores por debajo de 200 mm, por lo que hay zonas con características de desierto y con muy escasa vegetación. En estas zonas, al pie de los Andes, las ciudades y la agricultura se desarrollan utilizando el agua de los ríos que se originan en las precipitaciones sobre la Cordillera de los Andes. La región central, entre el este húmedo y el oeste árido es una zona semiárida con vegetación originariamente de monte ya muy modificada. El uso del suelo es principalmente el de la cría de ganado vacuno. En esta región, la precipitación se produce casi totalmente durante el periodo estival.

Con un clima de altas temperaturas y abundantes precipitaciones se extienden selvas tropicales sobre la provincia de Misiones y en los faldeos orientales de las sierras de Tucumán, Salta y Jujuy. En el caso de Misiones, parte de la selva original fue sustituida por forestación comercial, principalmente de pinos. La forestación comercial de pinos y eucaliptos se extiende también por las provincias de Corrientes y Entre Ríos. Las provincias de Chaco y Formosa, el este de Salta y el norte de Santiago del Estero se encuentran en la región del Chaco caracterizada por vegetación arbórea en forma de parque, y en donde se desarrolla ganadería extensiva y cada vez más, durante los últimos años, agricultura de secano.

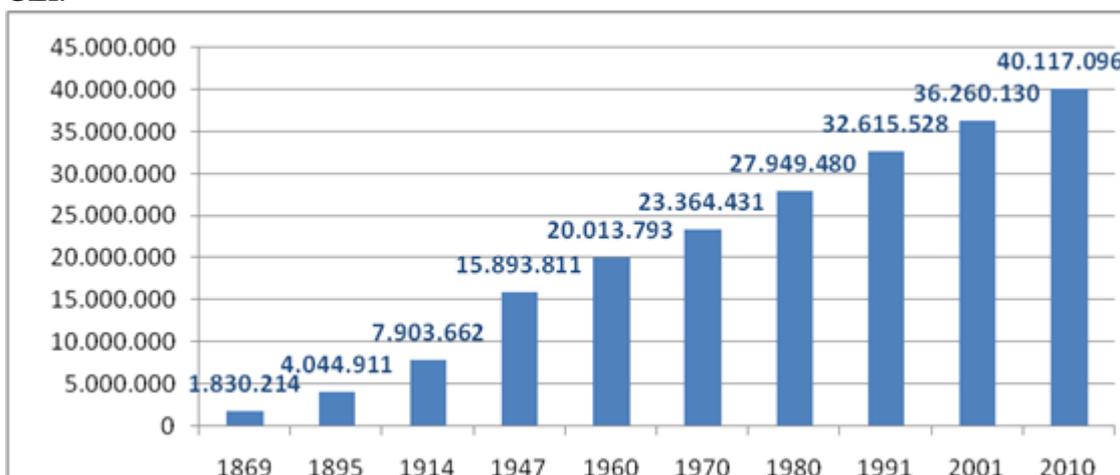
## 2.3Población

En el año 2010 se llevó a cabo el décimo censo de Población, Hogares y Viviendas que fuera realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). De acuerdo con el mismo, la Argentina contaba con 40.117.096 habitantes. En la Figura 1 se



muestra la evolución de la población desde mediados del siglo XIX. La esperanza de vida al nacer, en la Argentina es de 75,3 años (78,8 para mujeres y 72,1 para hombres).

La población está muy desigualmente distribuida en el territorio argentino. Debido a la mayor actividad industrial y agrícola, las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires concentran el 63% de la población del país. La baja densidad media de población del resto del territorio y las largas distancias son factores que elevan los costos nacionales del transporte y sus emisiones asociadas de GEI.



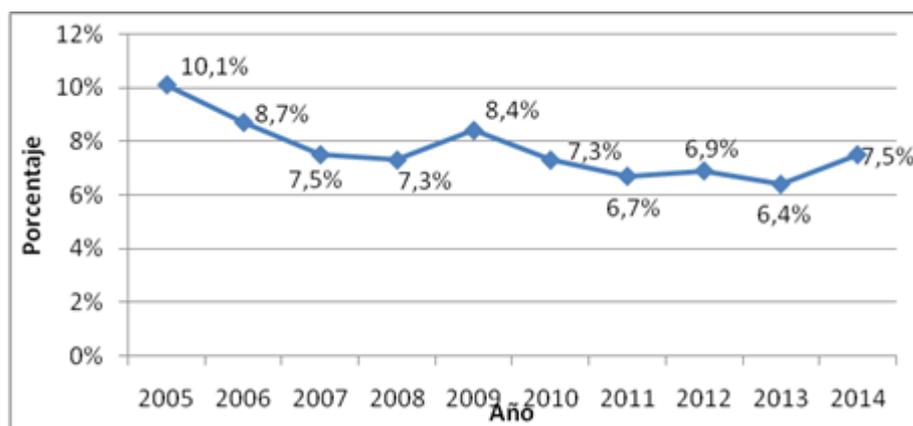
**Figura 1.2:** Evolución de la población de Argentina.

## 2.4 Desarrollo Social

Las condiciones sociales son un factor del riesgo asociado a los peligros de origen climático y a la capacidad de adaptación, al determinar los recursos materiales y no materiales con que se cuenta para ella. Esta sección y las tres siguientes muestran que estas condiciones han mejorado sustancialmente en los últimos años, lo que además de ser relevante de por sí, ha contribuido a crear condiciones más favorables para la adaptación al cambio climático.

### 2.4.1 Empleo y Salarios

En los últimos años, en Argentina, según las estadísticas disponibles, se crearon más de 5 millones de nuevos puestos de trabajo. La tasa de desempleo se redujo notoriamente en la última década, como puede observarse en la Figura 2.3.



**Figura 2.3:** Tasa de desempleo 2005-2014. Datos del INDEC correspondientes al 4<sup>to</sup> trimestre de cada año, excepto para 2014 que corresponde al 3<sup>er</sup> trimestre.

Al término del tercer trimestre de 2014, la tasa de actividad era del 44,7 % y la tasa de empleo, del 41,3%. En tanto la subocupación fue del 9,2% (demandante 6,3% y no demandante 2,9%). Desde el año 2003, el gobierno argentino viene implementando políticas económicas que estimularon la creación de nuevos puestos de trabajo. En 2009 se creó el Programa Argentina Trabaja, que impulsa la creación de empleo desde la economía social y solidaria, logrando incluir a medio millón de trabajadores.

La última Encuesta Permanente de Hogares realizada por el INDEC para el año 2014, indicaba que el 56,3% de la población percibe ingresos. El 70,2% de los ocupados manifestó tener un salario menor a los \$ 12.000<sup>13</sup> mensuales mientras que el 29,8% superaba esa cifra. La media se encontraba en \$ 6.259<sup>14</sup>. Hay legislación sobre el salario que determina que debe respetarse un salario mínimo, vital y móvil, el que a partir del 1° de enero de 2015 es de \$ 4.716<sup>15</sup> mensuales. Como consecuencia de las políticas de redistribución del ingreso, la brecha entre los extremos de la distribución de ingresos se redujo casi a la mitad entre 2003 y 2011 y el grado de cobertura del sistema previsional argentino asciende actualmente al 91% de la población mayor de 65 años.

#### 2.4.2 Programas Sociales

A partir de 2003 el Estado asumió un rol protagónico con la intención de impulsar la inversión social y la promoción del desarrollo humano. Durante la última década, el Gobierno Nacional ha priorizado la inversión social a través de la implementación de políticas de inclusión, de las cuáles se destacan la Asignación Universal por Hijo, la Asignación por Embarazo para Protección Social y el Programa Progresar.

La Asignación Universal por Hijo para la Protección Social extiende el beneficio de la Asignación Familiar por Hijo, que se otorga a los trabajadores formalizados, a trabajadores informales (no registrados) o desempleados. Es un monto de dinero mensual que perciben las familias sin cobertura social y en situación de vulnerabilidad por cada hijo menor de 18 años o discapacitado, sin límite de edad. El 80% se percibe en forma directa, mientras que para obtener el 20% restante, el titular debe acreditar los certificados correspondientes de que el beneficiario concurre a la escuela durante el

<sup>13</sup> Equivalente a aproximadamente US\$ 1440

<sup>14</sup> Equivalente a aproximadamente US\$ 750

<sup>15</sup> Equivalente a aproximadamente US\$ 565



ciclo escolar y cumplió con el plan de vacunación. La Asignación Universal por Hijo incluye aproximadamente a 3,7 millones de niños y adolescentes hasta 18 años, el 9,3% de la población del país.

La Asignación por Embarazo para Protección Social cubre a las mujeres embarazadas y desocupadas o con ingresos inferiores al salario mínimo vital y móvil. Pueden acceder a este beneficio a partir de la semana doce de gestación hasta el nacimiento o interrupción del embarazo. El beneficio es de \$ 644<sup>16</sup> mensuales.

A través del Programa Progresar se otorga un beneficio económico a los estudiantes entre los 18 y 24 años que no trabajan, trabajan informalmente o tienen un salario menor al mínimo, vital y móvil.

## 2.5 Salud

En el año 2003 se formuló el Plan Federal de Salud 2004-2007, cuyo fin fue establecer un modelo basado en la estrategia de Atención Primaria de la Salud para garantizar el acceso universal, la distribución equitativa de recursos, la calidad de la atención y la participación de la comunidad en el cuidado de su salud.

La principal causa de muerte por cada 100.000 habitantes son las enfermedades cardiovasculares (231,4), seguida de los tumores (149,9), las infecciones (84,3) y en cuarto lugar las causas externas (49,4)<sup>17</sup>. Estos indicadores nacionales presentan una gran variabilidad a nivel regional. Pese a que la mayor mortalidad es atribuible a enfermedades no transmisibles, las enfermedades transmisibles continúan siendo un problema sanitario a nivel nacional que podría acentuarse con los cambios en las condiciones climáticas.

Uno de los ejes prioritarios de la actual política sanitaria es la mejora de la situación de salud materna e infantil, que se sustancia a través del Plan Nacer, implementado a partir del 2005 para favorecer la accesibilidad a los servicios de mujeres embarazadas, puérperas y niños menores de 6 años en Argentina<sup>18</sup>. Este plan se vio complementado y potenciado en 2012 con el Programa Sumar, que incorporó como beneficiarios a los niños y adolescentes hasta los 19 años y adultos hasta los 64 años con una población cubierta de 11 millones<sup>19</sup>.

En los últimos diez años, el calendario gratuito y obligatorio de inmunización se amplió de 6 a 18 vacunas<sup>20</sup>. La incorporación en el año 2011 de la Asignación Universal por Embarazo ha tenido un positivo impacto en la disminución de la mortalidad materna e infantil. La mortalidad infantil por 1.000 nacidos vivos menores a un año disminuyó de 16,6 a 11,1% entre el año 2000 y 2012<sup>21</sup>. La Asignación Universal por Hijo también es

<sup>16</sup>Equivalente a aproximadamente US\$ 70

<sup>17</sup>[http://www.deis.msal.gov.ar/publicaciones/archivos/indicadores\\_2014.pdf](http://www.deis.msal.gov.ar/publicaciones/archivos/indicadores_2014.pdf)

<sup>18</sup><http://www.msal.gov.ar/sumar/index.php/institucional/programa-sumar-mas-salud-publica>

<sup>19</sup><http://www.msal.gov.ar/sumar/images/stories/pdf/07-RG-JUL-2015.pdf>

<sup>20</sup>[http://www.msal.gov.ar/images/stories/ryc/graficos/0000000628cnt-calendario\\_2015.pdf](http://www.msal.gov.ar/images/stories/ryc/graficos/0000000628cnt-calendario_2015.pdf)

<sup>21</sup>[http://www.deis.msal.gov.ar/publicaciones/archivos/indicadores\\_2014.pdf](http://www.deis.msal.gov.ar/publicaciones/archivos/indicadores_2014.pdf)



una herramienta para el cumplimiento del programa, ya que exige a los padres beneficiarios que acrediten que el niño cumplió con el plan de vacunación.

### ***Cobertura de Salud***

El sistema argentino se caracteriza por brindar una cobertura universal, esto implica que cualquier persona que resida o transite el suelo nacional, puede recibir asistencia gratuita en los centros públicos de atención sanitaria.

Según los datos del último censo del año 2010, el porcentaje de la población que no cuenta con cobertura de salud es del 36%. La cifra es significativamente más baja que la del 2001 cuando era 48,1%. Se consideran sin cobertura de salud aquellas personas que no cuentan con obra social, prepaga a través de obra social, prepaga sólo por contratación voluntario o programas o planes estatales de salud. De todos modos, la atención y provisión de medicamentos queda garantizada para todos por el sistema de asistencia universal. Ello incluye enfermedades oncológicas y crónicas.

El Programa Remediar que se encuentra enmarcado en la Política Nacional de Medicamentos, garantiza el acceso a medicamentos esenciales a la población con cobertura médica pública. Este programa de provisión gratuita de medicamentos garantiza a los ciudadanos el acceso gratuito a fármacos de calidad. En sus nueve años de existencia ha dado cobertura a 15,6 millones de personas (Ministerio de Salud 2010).

## **2.6 Educación**

El sistema educativo<sup>22</sup> está integrado por los servicios de educación de gestión estatal, privada, cooperativa y social de todas las jurisdicciones del país y abarcan los distintos niveles, ciclos y modalidades de la educación, definidos en la ley de educación nacional N° 26.206. La educación en el sector estatal es gratuita y de libre acceso, incluso en los niveles terciario y universitario.

El Estado nacional, las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires de manera concertada y concurrente son los responsables de planificar, organizar, supervisar y financiar el sistema educativo nacional, mientras que las universidades nacionales son financiadas por el Estado Nacional.

La ley N° 26.206 del año 2006, garantiza el financiamiento del Sistema Educativo Nacional fijando un mínimo del 6% del PIB para el presupuesto educativo. Además, la ley incrementó de 10 a 13 años el período de escolaridad obligatoria que fue luego ampliado a 14 años por la ley N° 27.045 en el año 2014. La ley N° 26.206 en su artículo 89 establece el objetivo de generar políticas y estrategias destinadas a incluir la educación ambiental en los contenidos curriculares comunes y núcleos de aprendizajes prioritarios de todos los niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional.

Para el año 2010 la población de 3 años o más que asistía a un establecimiento educativo era de más de 12.000.000 de personas con un aumento de más de 1.000.000

---

<sup>22</sup> <http://portal.educacion.gov.ar/>



respecto a 2001<sup>23</sup>. De este total, el 12,8 % corresponde al nivel inicial, el 45% al nivel primario, el 27,1% al secundario, el 10 % al universitario, el 4,3% a otros niveles terciarios y el 0,5% a post grados universitarios. El porcentaje de analfabetismo en la población de 10 años o más, es de 1,92% (censo 2010), lo que marca una tendencia descendente con respecto a años anteriores, 1991: 3,7%, y 2001: 2,6%.

## 2.7 Vulnerabilidad Social

El nivel de vulnerabilidad social es clave en la configuración del riesgo de desastre por peligros climáticos. En un contexto de cambio en las variables climáticas, analizar y entender los diferentes grados de vulnerabilidad de un grupo social determinado permite evaluar con qué recursos materiales y no materiales cuenta para enfrentar los desafíos que imponen los riesgos de desastres climáticos.

La complejidad de los factores que determinan la vulnerabilidad se puede sintetizar mediante el uso de un índice cualitativo basado en varios indicadores. El índice de vulnerabilidad social frente a desastres (IVSD) utilizado en este informe se estructura sobre la base de tres dimensiones que remiten a tres aspectos diferentes de la vulnerabilidad social: las condiciones sociales per se, las condiciones habitacionales y las condiciones económicas. Estas dimensiones, a su vez, incluyen un total de siete variables, que se evalúan a través de diez indicadores, Tabla 2.1.

**Tabla 2.1: Dimensiones, variables e indicadores del IVSD**

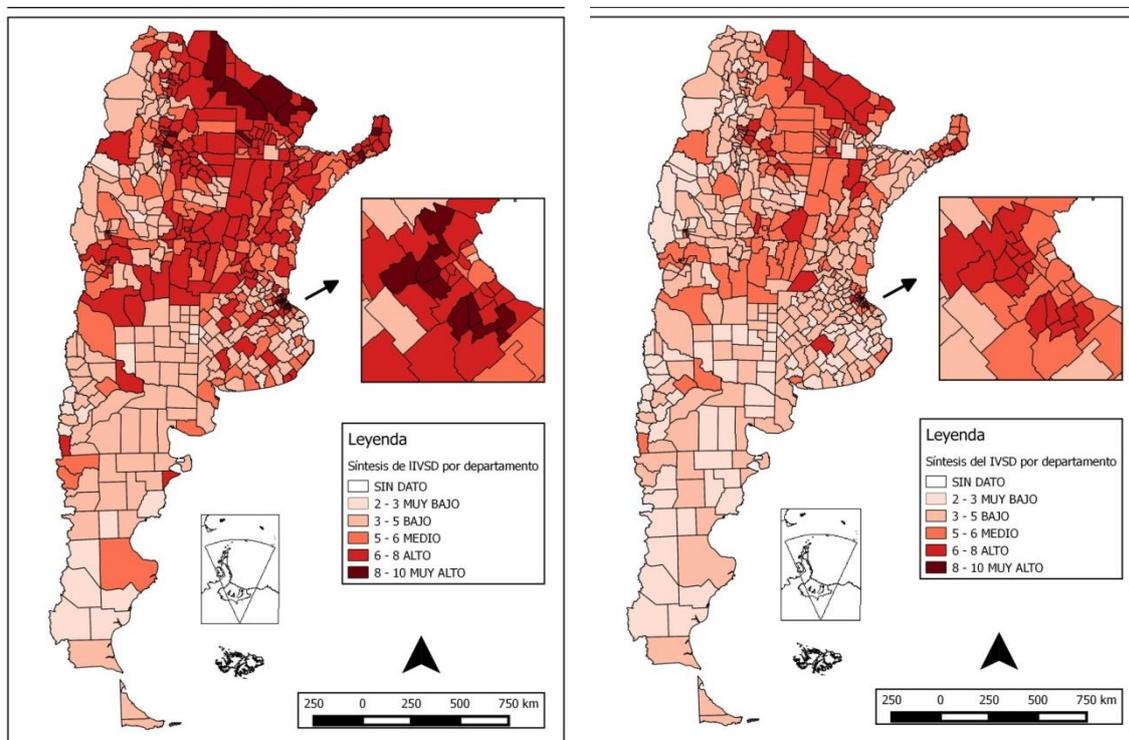
DIMENSIONES	VARIABLES	INDICADORES
<b>Condiciones Sociales</b>	Educación	1. Analfabetismo
	Salud	2. Mortalidad infantil.
	Demografía	3. Población de 0 a 14 años
		4. Población de 65 y más años
<b>Condiciones Habitacionales</b>	Vivienda	5. Hacinamiento crítico
	Servicios básicos	6. Falta de acceso a red pública de agua potable
		7. Falta de acceso a desagües cloacales
<b>Condiciones Económicas</b>	Trabajo	8. Desocupados
	Educación	9. Nivel Educativo de los Jefes de Hogar
	Familia	10. Hogares sin cónyuge

FUENTE: Elaborado por Silvia G. González, en base a S. G. González, A. Calvo y C. E. Natenzon. Proyecto UBACYT - PDTS-PF01, 2013-2015.

<sup>23</sup>Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 y 2010.



La Figura 2.4 sintetiza la evolución de los varios aspectos de la situación social y confirma las tendencias descritas en las secciones 2.4, 2.5 y 2.6 durante el primer decenio de este siglo. Se aprecia una gran mejora de estas condiciones sobre todo el territorio nacional, aunque aún persisten vulnerabilidades altas en algunas zonas. Este notable progreso es un factor importante para facilitar la adaptación al cambio climático.



**Figura 2.4:** Índice de vulnerabilidad social frente a riesgos de desastres con datos de los censos de 2001, izquierda y 2010, derecha.

## 2.8 Ciencia y Técnica

La ciencia argentina ha tenido tradicionalmente un nivel y desarrollo elevado en relación al desarrollo económico del país<sup>24</sup>. Numerosos científicos formados en la Argentina se desempeñan con altas responsabilidades en los más prestigiosos centros de investigación del mundo. Esto constituye un valioso activo para la formulación y realización de estudios sobre el cambio climático, sus consecuencias y las alternativas para enfrentarlo.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Mincyt) del Gobierno Nacional elabora el grueso de la planificación de la actividad científica mediante el diagnóstico y elaboración de los planes de ciencia y tecnología. Este ministerio y sus organismos dependientes poseen una amplia oferta de instrumentos de financiamiento destinadas a apoyar proyectos innovativos, emprendimientos tecnológicos, investigaciones en ciencia y tecnología, formación y repatriación de recursos humanos, y modernización de infraestructura y equipamiento.

<sup>24</sup> Tres científicos argentinos han sido galardonados con el premio Nobel en distintos años



En el nivel de la promoción, la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Técnica (ANPCYT) del Mincyt es el principal financiador de la investigación y la innovación mediante una serie de programas. En una escala menor, otras instituciones, como algunas universidades nacionales y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) también financian actividades científicas.

En el nivel de ejecución se destaca el CONICET, fundado en 1958, que es el organismo de ciencia del país de mayor relevancia. El CONICET cuenta con tres instrumentos para la ejecución y promoción de la investigación científica y tecnológica:

- Un sistema de institutos de investigación orientados a determinados aspectos de las distintas ciencias. La mayoría de estos institutos son compartidos con universidades. En algunas regiones, estos institutos están coordinados por centros regionales que atienden la demanda regional y proveen servicios técnicos a los institutos.
- Las carreras del investigador científico y tecnológico (más de 7900 investigadores) y del personal de apoyo (2300 profesionales y técnicos) y un sistema de becas (cerca de 9.000) para la formación de jóvenes científicos. La mayor parte de los investigadores de la carrera del CONICET trabajan en las universidades o en los institutos que este organismo comparte con las universidades.
- Un sistema de promoción con subsidios a la investigación, en general de menor cuantía que los otorgados por la ANPCYT

Más de 80 universidades, mayormente públicas, realizan investigación. La ejecución de la ciencia y tecnología en sectores del conocimiento específicos y de relevancia para la economía nacional se realiza también en organismos descentralizados como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero (INIDEP), el Instituto Nacional del Agua (INA), la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CONAE) y otros. La inversión total en ciencia y tecnología, mayormente pública, constituía el 0,65 % del PIB y se prevé alcanzar una inversión del 1,01 % del PIB en la inversión en Investigación y Desarrollo en el año 2020<sup>25</sup>.

### ***Políticas y Programas***

Debido a la importancia que se le asigna a la investigación y la innovación productiva como motor del desarrollo económico y social, en el año 2007 el gobierno elevó a rango de Ministerio la entonces Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva, dependiente hasta ese entonces del Ministerio de Educación.

Otra iniciativa relevante en los últimos años, es el Programa R@ICES (Red de Argentinos Investigadores y Científicos en el Exterior) del Mincyt, cuyo objetivo es fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas del país por medio del desarrollo de políticas de vinculación con investigadores argentinos residentes en el exterior, así como de acciones destinadas a promover la permanencia de investigadores en el país y el retorno de aquellos interesados en desarrollar sus actividades en la Argentina.

---

<sup>25</sup> ARGENTINA INNOVADORA 2020 PLAN NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN- Lineamientos estratégicos 2012-2015



Un hito importante en materia de investigación ambiental fue el lanzamiento en 2011 del satélite SAC-D Aquarius, cuyo objetivo principal es el de estimar la salinidad de mares y océanos en forma global, lo que resulta importante para entender las interacciones entre el ciclo del agua, la circulación oceánica y el clima. Otro de sus objetivos es el de obtener datos sobre la humedad del suelo lo que contribuirá a la generación de alertas tempranas de inundaciones y aparición y/o dispersión de enfermedades.

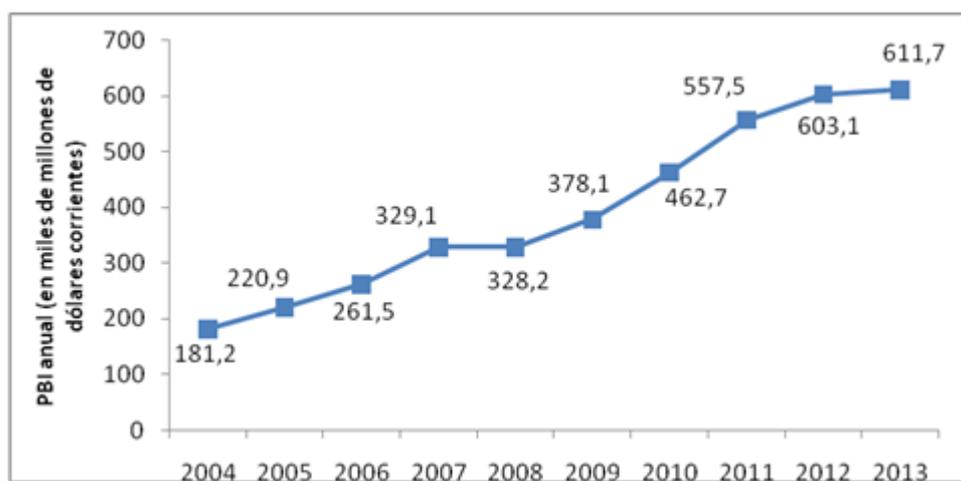
Más recientemente, en 2014 se estableció el programa Pampa Azul, la primera acción nacional desarrollada a nivel interministerial que se propone profundizar el conocimiento científico como fundamento de las políticas de conservación y manejo de los recursos marinos. El programa también tiene como finalidad promover innovaciones tecnológicas aplicables a la explotación sustentable de los recursos naturales y el desarrollo de las industrias vinculadas al mar, fortalecer la conciencia marítima de la sociedad argentina y respaldar con información y presencia científica la soberanía argentina en mares del Atlántico Sur.

En los últimos dos decenios, el CONICET, la ANPCYT y las universidades nacionales han financiado proyectos sobre cambio climático, en particular sobre los efectos del mismo en el sur de América del Sur.

## 2.9 Perfil económico

### 2.9.1 Macroeconomía

El Producto Interno Bruto (PIB) creció en forma sostenida durante los últimos años (Figura 2.5) alcanzando 611.000 millones de USD en el año 2013. Este crecimiento fue importante en los sectores primarios e industrial, lo que ha traído como consecuencia un considerable aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero.

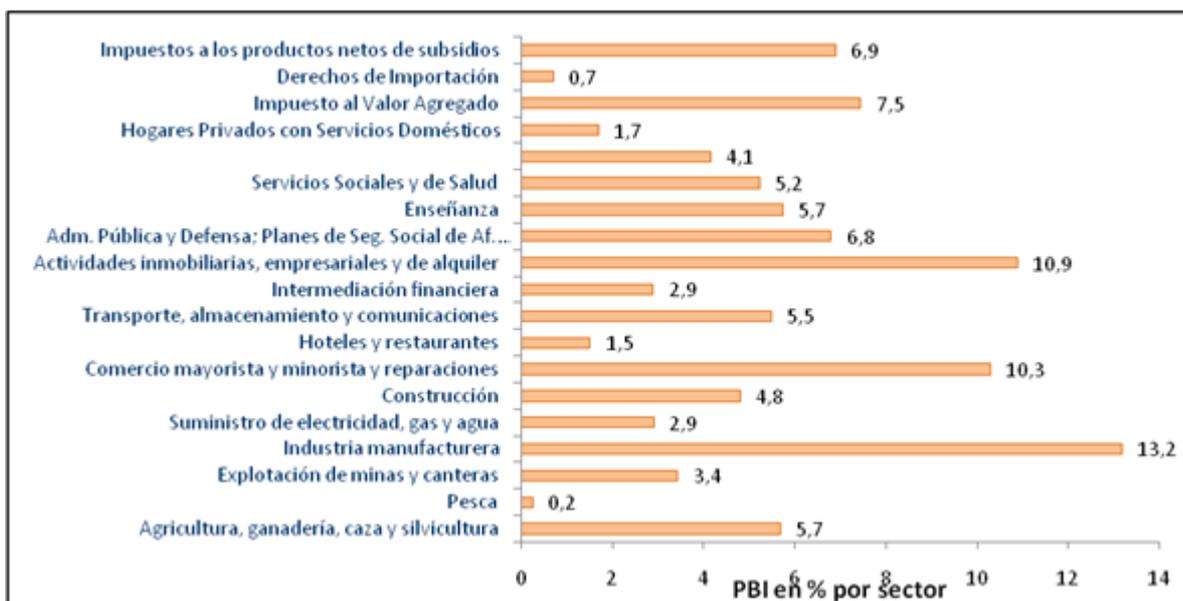


**Figura 2.5:** Evolución del PIB 2004-2013. INDEC (Cuentas Nacionales).

La producción agropecuaria es uno de los pilares de la economía argentina que se apoya en condiciones naturales favorables sobre un extenso territorio y en recursos humanos con gran capacidad innovativa. El gran volumen de producción agropecuaria excede ampliamente el consumo interno debido a la relativa baja población. Por ello, la



Argentina es un actor fundamental del comercio internacional de alimentos, siendo uno de los mayores exportadores mundiales de soja y sus derivados y de otros productos como carne vacuna y cereales. Esto la convierte en un factor importante de la seguridad alimentaria global al producir alimentos para cientos de millones de personas, pero al precio de tener altas emisiones de GEI en los sectores de la agricultura y el uso y cambio de uso del suelo. En los últimos años, además, el país experimentó un gran crecimiento en la industria, en particular en los sectores automotriz, textil, y de electrodomésticos. En la Figura 2.6 se muestra la participación del PIB por sector.



**Figura 2.6:** Participación del PIB en % por sector. Año 2013. INDEC (Cuentas Nacionales).

La industria de la construcción ha tenido también un crecimiento importante en los últimos años. Su participación en el PIB es del 4,8% (2013). Cabe destacar el incremento previsto en la construcción de viviendas motivado por el Plan PROCREAR, que prevé construir 400.000 viviendas en 4 años.

## 2.9.2 Principales sectores productivos

### *Sector Primario*<sup>26</sup>

La Argentina es rica en recursos naturales dada sus condiciones geológicas y climáticas que son particularmente favorables para el desarrollo de la agricultura, minería, pesca y forestación. También alberga grandes reservas de energía renovable y no renovable.

<sup>26</sup><http://eaust.mrecic.gov.ar/node/702> y compatible con los datos del Informe de Inventario de Agricultura.

<http://www.argentina.gob.ar/informacion/34-pesca-y-acuicultura.php>

Informe de Inventario agro y Ministerio de Agricultura

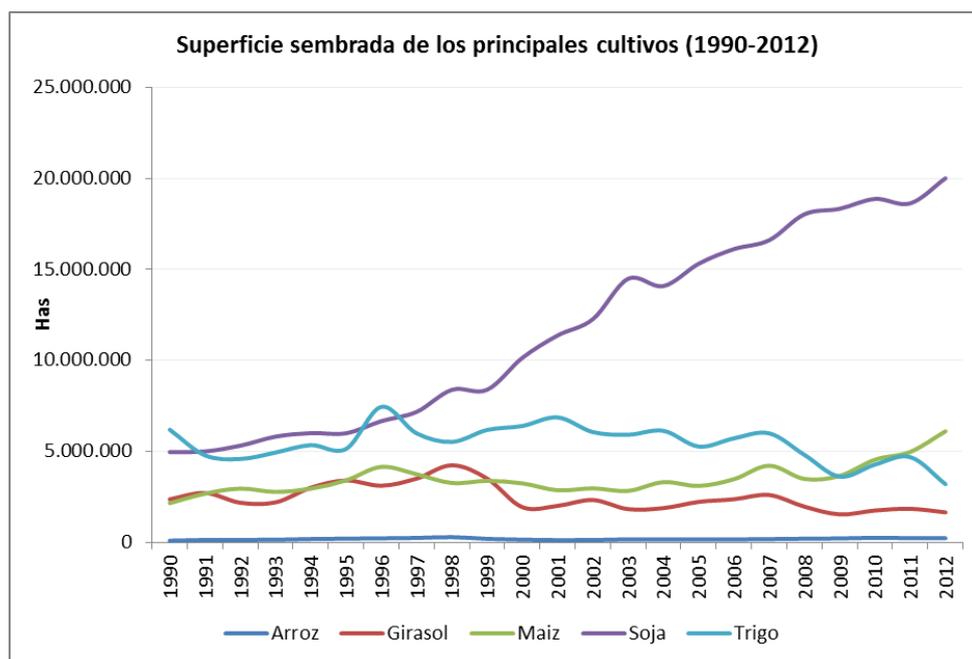
[http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/Complejo\\_Petroleo\\_y\\_Gas.pdf](http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/Complejo_Petroleo_y_Gas.pdf)



La cría de ganado vacuno es una actividad tradicional de la Argentina. El stock alcanza aproximadamente 50 millones de cabeza y en el año 2012, ocupaba el onceavo lugar entre los países exportadores con 170 mil t eqRCH (res con hueso).

La agricultura argentina ha experimentado en las últimas décadas un marcado crecimiento, tanto en toneladas producidas como en superficie cultivada. El proceso de crecimiento se debió a la incorporación de superficie cultivada favorecida por el cambio en las condiciones climáticas y a la adopción de nuevas tecnologías que se incorporaron a los sistemas productivos generando una mayor eficiencia en el uso de los recursos. La superficie sembrada de los principales cultivos (arroz, girasol, maíz, soja y trigo) es de alrededor de 31.000.000 Ha con una producción anual aproximada de 100 millones de toneladas, por lo que Argentina es uno de los principales exportadores de estos productos y sus derivados. La figura 2.7 muestra la evolución de la superficie sembrada de los principales cultivos, para el periodo 1990-2013, destacándose claramente la expansión de la soja. La producción se concentra en la llanura pampeana, pero se está extendiendo notablemente en varias provincias del noreste y noroeste.

La Patagonia es una región de pasturas ovinas, concentrando el 68% del stock nacional, que en el 2010 alcanzó las 15 millones de cabezas. En los valles irrigados de esta región también se producen frutas, especialmente manzanas y peras, y otros vegetales. La vid se cultiva principalmente en Mendoza, San Juan, Salta y Rio Negro junto con otras frutas, siendo Mendoza el centro más importante de la producción de vino.



**Figura 2.7:** Evolución de superficie sembrada de los principales cultivos del país (1990 a 2012).

La Argentina tiene un extenso litoral marítimo sobre el océano Atlántico por lo que cuenta con importantes recursos pesqueros. Su aprovechamiento se hace mediante una infraestructura completa que va de la extracción al procesamiento industrial; parte de la producción se orienta hacia el mercado externo.



En Argentina hay alrededor de 20 millones de hectáreas de tierras con aptitud forestal, pero solo alrededor de 1,5 millones de hectáreas están forestadas comercialmente. Esto muestra la oportunidad que ofrece para la captura de carbono mediante la forestación comercial. Por medio de la Ley 25.080 de “Inversiones para bosques cultivados” se fomentaron las plantaciones mediante aportes económicos que otorgan el 80% de los costos de plantación a pequeños y medianos productores. En las últimas dos décadas, estos aportes beneficiaron aproximadamente a 38 mil productores.

En cuanto a la minería, algunos de los minerales que están siendo extraídos actualmente son cobre, estaño, zinc, oro, plata, molibdeno y uranio. La Argentina tiene también una de las reservas de litio más importantes del mundo.

La Argentina cuenta con reservas de hidrocarburos (petróleo, gas y líquidos de gas natural), que al 31 de diciembre de 2013 (último dato oficial disponible) alcanzaban los 614 millones de TEP<sup>27</sup>, lo que representa un horizonte de reservas<sup>28</sup> de 9,4 años. Recientemente se comenzó la explotación de shale petróleo y shale gas en el yacimiento de Vaca Muerta, provincia de Neuquén, uno de los mayores del mundo de este tipo, lo que posiblemente mejore drásticamente las reservas del país en el futuro.

### *Sector Secundario*<sup>29</sup>

De acuerdo al Balance Energético Nacional, la “Oferta Interna Total<sup>30</sup>” del año 2012 estaba compuesta principalmente compuesta principalmente por el 57% de gas natural y 30 % de petróleo, seguidos por la energía hidráulica con el 4%, Leña, Bagazo y Otros Primarios 3%, la energía nuclear con el 2%, y los aceites y alcoholes vegetales con el 1%. Es importante destacar que Argentina en el año 2012 ha tenido una importación neta de fuentes secundarias (Exportando por ejemplo Biodiesel, e importado de Gas Natural Licuado). La demanda interna de energía eléctrica se abastece con generación propia, importando solo ocasionalmente un pequeño porcentaje, como en el año 2014 que fue de un 1,6% de la demanda de energía eléctrica. En el año 2014 el 63% de la energía eléctrica generada fue de origen fósil, el 31% de origen hidráulico, un 4% de energía nucleoelectrónica y un 0,48% de generación a partir de fuentes renovables (eólica y solar).

La actividad agroindustrial abastece el mercado interno y es un importante componente de las exportaciones. Los rubros más significativos son los de la alimentación, aceites y biocombustibles. La Argentina es el quinto productor mundial de vino y el décimoexportador.

La Argentina es uno de los principales productores y exportadores mundiales de biodiesel, industria que experimentó desde hace unos años un fuerte crecimiento. También se produce bioetanol destinado al mercado interno. Desde 2010, a partir de la

<sup>27</sup> Toneladas equivalentes de petróleo.

<sup>28</sup> Relación reservas/producción.

<sup>29</sup> [http://www.clacso.org.ar/libreria\\_cm/archivos/pdf\\_465.pdf](http://www.clacso.org.ar/libreria_cm/archivos/pdf_465.pdf)

<sup>30</sup> Oferta Interna Total = Oferta Interna Primaria + Importaciones Fuentes Secundarias – Exportaciones Fuentes Secundarias. La Oferta Interna Total representa la energía efectivamente disponible para ser transformada (refinerías, planta de tratamiento de gas, carboneras, etc.), ser consumida en el propio sector energético, o ser consumida por los usuarios finales dentro del país.



legislación entonces aprobada, los combustibles comerciales deben tener un porcentaje de biocombustible que fuera inicialmente del 5 % y en el 2014 se amplió al 10 %, contribuyendo de esta forma a reducir las emisiones de GEI.

En 2014 la producción de biodiesel alcanzó los 2,55 millones de toneladas, destinándose un 62% de dicha producción a la exportación y el 38% restante al mercado interno. Durante dicho año, las exportaciones y las ventas al mercado interno de biodiesel experimentaron una considerable expansión, superando los desafíos relacionados principalmente con barreras paraarancelarias en algunos de los mercados de destino. Por su parte, la producción de bioetanol alcanzó en 2014 las 534 mil toneladas, un 43% por encima del año anterior.

El sector industrial incluye manufacturas y construcción. Los bienes manufacturados son muy diversos y entre ellos se encuentran alimentos procesados, textiles, productos minerales metálicos y no metálicos, papel, productos farmacéuticos, químicos y petroquímicos, aluminio, acero, automóviles, maquinaria eléctrica y sus aplicaciones, herramientas, turbinas, maquinaria agrícola, aplicaciones biotecnológicas, instrumentos médicos y productos nucleares y espaciales.

La construcción es uno de los sectores más importantes, no solo por la gran cantidad de empresas y trabajadores que involucra de forma directa, sino también por la variada gama de insumos que demanda la actividad. Así la construcción tiene incidencia en los demás sectores de la economía como la silvicultura (los aserraderos venden el 43% de la producción a la construcción) y lo mismo ocurre con los minerales no metálicos y metalúrgicos. Asimismo este mercado está ligado al sector de servicios de la construcción (cámaras Inmobiliarias, sector crediticio, etc.).

### ***Sector Terciario***<sup>31</sup>

En la última década este sector ha crecido sostenidamente y se evidencia una tendencia hacia una economía con mayor peso de las actividades terciarias. La producción de servicios ha pasado de representar el 56,3% del PIB en el 2004 al 60,9% en el 2013.<sup>32</sup>

Los servicios como educación, salud y servicios profesionales han sido tradicionalmente de alta calidad. La industria del software y de contenidos audiovisuales, son dos de los ejemplos de las actividades que cada vez tienen más peso en la economía nacional. La producción de software ha aumentado un 20% anual entre 2003 y 2009 y Argentina es el cuarto mayor exportador mundial de formatos de televisión<sup>33</sup>.

El sector transporte participa en más de un 5% en la conformación del PIB y representa el 40% de la inversión en infraestructura, generando el 5% de los empleos de la población activa. Argentina posee una red vial principal de 230.000 km de longitud, además de 400.000 km de caminos terciarios provinciales y una cantidad importante de caminos vecinales y municipales. El sistema vial transporta más del 90% de la carga en nuestro país, mientras que el transporte fluvial esta mayormente asociado al comercio exterior.

<sup>31</sup><http://eaust.mrecic.gov.ar/node/702>

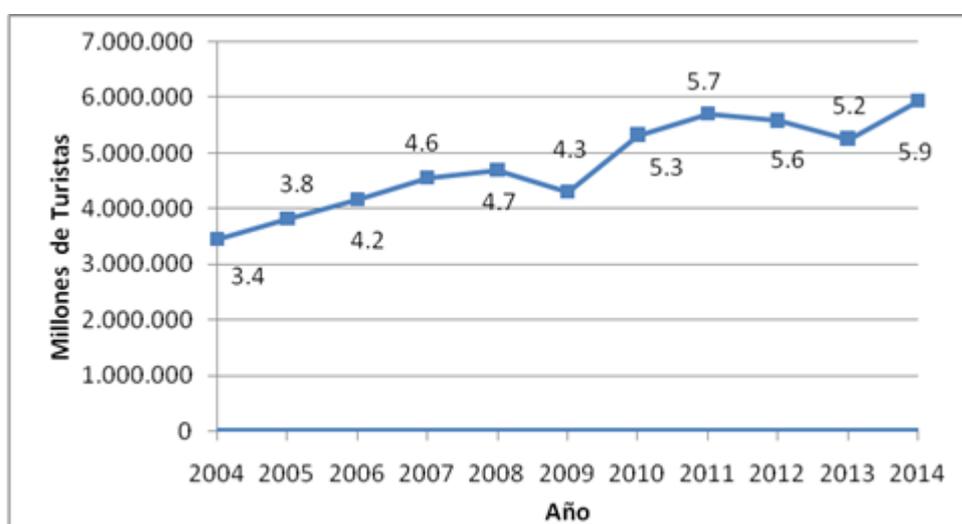
<sup>32</sup><http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=6112>

<sup>33</sup> <http://eaust.mrecic.gov.ar/node/702>



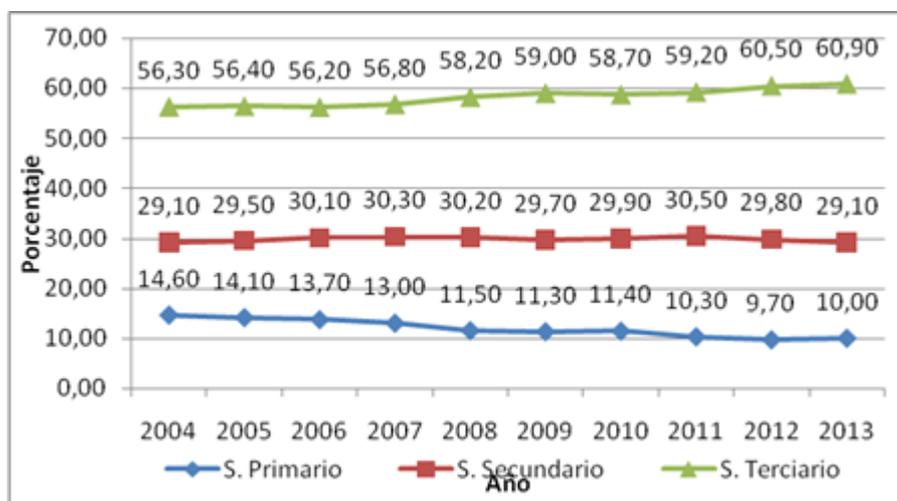
Con el objetivo de reactivar el transporte ferroviario de carga y pasajeros, en el año 2015 se promulgó la ley de re-estatización de todos los ramales ferroviarios. Previamente, en el año 2008 el Estado recuperó su aerolínea de bandera (Aerolíneas Argentinas) para impulsar el crecimiento económico y social.

El turismo constituye una de las actividades económicas más importantes ya que genera ingreso de divisas extranjeras y promueve el consumo interno. Argentina es elegida como destino turístico no solo por sus bellezas naturales y su hospitalidad sino también por la relación calidad/precio de sus servicios de hotelería, gastronomía y paseos. El año 2014 fue récord en cantidad de extranjeros que visitaron el país, registrándose un total de 5,9 millones de arribos, Figura 2.8. El gasto anual realizado por los visitantes fue de 2.683,5 millones de dólares. Por otra parte, el turismo interno alentado por un reordenamiento del calendario de feriados creció un 45% entre 2006 y 2012.



**Figura 2.8:** Llegada de Turistas Extranjeros (2004-2014)  
Datos del Ministerio de Turismo.

En la Figura 2.9 se muestra la contribución porcentual de cada uno de los tres sectores económicos en el PIB de la última década.





**Figura 2.9:** *Participación de los tres sectores en el PIB (2004-2014)*

*Fuente: Indicadores de Desarrollo Sostenible (SAyDS) en base a datos del INDEC  
<http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=6112>.*

### 2.9.3 Exportaciones

En el 2010, las exportaciones<sup>34</sup> se componían en un 35% de manufacturas de origen industriales, en un 33% de manufacturas de origen agrícola, en un 23% por bienes primarios (siendo en su mayoría productos primarios de origen agropecuario) y en un 9% por energía.

Las exportaciones del 2012 ascendieron a U\$S 80.246 millones. Para ese año se identificaron 27 complejos exportadores, que en conjunto concentraron el 80,6% del total de las exportaciones argentinas. Los complejos más relevantes fueron los complejos de soja (porotos, aceites, pellets, harinas y tortas) con un 22 % del total, automotriz (vehículos automóviles y autopartes) 13%, Petróleo y gas (petróleo crudo, gas y carburantes) 6 %, Maicero (granos, harinas y aceites) 6%, Triguero (granos, harinas y pellets) 4%, Oro (oro en bruto) 2%, Petroquímico (naftas para petroquímica, manufacturas de plástico, gases e hidrocarburos, etc.) 2%, Siderúrgico (mineral de hierro, chapas y tubos) 2% y Cobre (mineral de cobre) 2%. Estos nueve complejos mencionados concentraron el 58,6 % del total del valor exportado en el período.

---

<sup>34</sup> Información obtenida de distintas fuentes:

[http://www.indec.mecon.ar/informesdeprensa.asp?id\\_tema\\_1=3&id\\_tema\\_2=2&id\\_tema\\_3=39](http://www.indec.mecon.ar/informesdeprensa.asp?id_tema_1=3&id_tema_2=2&id_tema_3=39)

<http://www.mecon.gov.ar/basehome/pdf/indicadores.pdf>

Informes Anuales de la Cámara de Exportación Argentina

<http://www.industria.gob.ar/wp-content/uploads/2012/08/MONITOREO-DEL-COMERCIO-EXTERIOR-ARGENTINO.pdf>





## **CAPÍTULO 3. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA**

### **3.1 Introducción**

Según establece el Artículo 4 y el 12 de la CMNUCC, cada Parte debe informar a la Conferencia de las Partes, sus emisiones antropogénicas por fuentes y la absorción por sumideros de todos los gases de efecto invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal, así como cualquier otra información que la Parte considere relevante para el logro del objetivo de la Convención.

Los inventarios se elaboran de acuerdo a las Directrices de la CMNUCC para la preparación de las Comunicaciones Nacionales de las Partes no-Anexo I, adoptadas por la Conferencia de las Partes mediante la decisión 17/CP.8. Estas directrices indican la información que cada Parte no-Anexo I debe incluir en el inventario nacional, en la medida que lo permitan sus posibilidades, utilizando metodologías comparables que promueva y apruebe la Conferencia de las Partes.

El presente INVGEI se realizó en el marco del proyecto TCN y comprende las estimaciones de emisiones por fuente y la absorción por los sumideros de los sectores Energía, Procesos Industriales, Agricultura y Ganadería, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura y Residuos, de la República Argentina para el año 2012 y el análisis de las mismas.

La versión completa del INVGEI para el año 2012, la correspondiente documentación anexa, así como todos los productos generados en el proyecto TCN han sido publicados en el sitio web de la SAyDS (<http://www.ambiente.gob.ar/?idseccion=356>).

#### **3.1.1 Metodología**

Para realizar el INVGEI 2012 y los análisis correspondientes, se utilizó la metodología recomendada por el IPCC, conforme a las guías "Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada 1996 (IPCC, 1997). Además se emplearon los documentos enumerados a continuación como fuente adicional de información:

- Directrices del IPCC en su versión 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006) para los factores de emisión.
- Guías para las Comunicaciones Nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I (Decisión 17/CP.8). "Informando sobre cambio climático", Manual del usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC (CMNUCC, 2004).
- Guías de orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2000).
- Orientación sobre las Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2005).

Cabe aclarar que, en los casos particulares en los que ameritaba, se realizaron modificaciones en los procedimientos de cálculo, aun observando las metodologías



propuestas por el IPCC, con el objetivo de lograr un cálculo acorde a la información disponible.

Considerando la información disponible al momento de la elaboración de este inventario y siguiendo las metodologías mencionadas anteriormente se estimaron emisiones de:

- GEI Directos de “primera categoría”: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.
- GEI de “segunda categoría”: HFC, PFCs y SF<sub>6</sub>.
- GEI Indirectos (precursores del O<sub>3</sub> troposférico): CO, COVNM y NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>.

### 3.1.2 Factores de emisión

Las Directrices del IPCC ofrecen una metodología que utiliza FE por defecto para los cálculos del inventario. Estos fueron utilizados en la mayoría de los cálculos del presente inventario, mientras que en los casos en que las características nacionales lo posibilitaron, fueron utilizados factores de emisión específicos del país. La información correspondiente a los FE utilizados en la elaboración del INVGEI puede encontrarse en el Anexo II.

### 3.1.3 Exhaustividad

La exhaustividad en la confección del inventario hace referencia a la inclusión de todos los procesos y todas las categorías de fuentes de emisión y absorción por los sumideros indicadas en la Directrices del IPCC con el fin de realizar una estimación confiable de las emisiones nacionales.

El presente inventario incluye información de todo el territorio nacional<sup>35</sup>, considera distintas categorías de fuentes y tipos de gases y explica la forma en la que se han relevado los datos de actividad y los factores de emisión utilizados en los cálculos.

En el Sector Energía, la información de las categorías de las fuentes de energía y combustibles utilizados abarcan en forma exhaustiva datos de todo el territorio nacional, extraídos del BEN, Estadísticas de Producción, Refinación y Comercialización de Petróleo, Gas y Derivados (Tablas SESCO) e Informes Estadísticos del Sector Eléctrico provistos por la SEN. En el caso de gas natural se ha utilizado la información estadística e informes anuales del ENARGAS.

En el Sector Procesos Industriales se incluyeron las fuentes de las cuales se disponía información confiable y transparente a lo largo del tiempo. Se tuvieron en cuenta, en todos los casos, las producciones del sector a nivel nacional. Con este objetivo, se contactó a cámaras, organizaciones e institutos que representan la totalidad de la producción industrial de la República Argentina.

---

<sup>35</sup>El presente inventario no incluye información relativa a las emisiones de las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur, dado que son parte integrante del territorio nacional de la República Argentina, pero se encuentran ilegítimamente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y son objeto de una disputa de soberanía entre ambos países, reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Comité de Descolonización de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales.



Con el objetivo de mantener la integridad, transparencia y exhaustividad de todo el inventario, no se incluyó el Sector Uso de Productos, dado que no se contó con suficiente información confiable y transparente. Cabe destacar, que las emisiones de este sector pueden considerarse despreciables en relación al resto del inventario en la República Argentina. Las mismas sólo corresponden a emisiones de COVNM según el Manual de Referencia de las Directrices del IPCC, por lo que este tipo de emisiones no suman GEI directos al total de emisiones del inventario.

Para el Sector de Agricultura y Ganadería, se siguieron las normas de exhaustividad detalladas en las Orientaciones de las Buenas Prácticas del IPCC (IPCC, 2000). En el Sector Ganadería se ha puesto especial énfasis en el cálculo de las emisiones directas de CH<sub>4</sub> por Fermentación Entérica de Ganado Bovino, y para el Sector de Agricultura se hizo hincapié en el cálculo detallado de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O por el Uso de Suelos Agrícolas, ya que éstas son dos categorías principales de fuente de emisión.

En el caso de la ganadería se utilizaron datos de stock ganadero de todo el país informados por el SENASA; y para la ganadería de carne en particular, se utilizaron los sistemas modales de producción primaria de bovinos de carne desarrollados para el “Proyecto Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina (Convenio MAGyP-UNTREF 238/2012)”.

En cuanto a las emisiones de la agricultura, se procedió a discriminar cada uno de los cultivos y especies forrajeras, incluso aquellas que no habían sido consideradas en inventarios anteriores. Para ello se utilizaron datos del SIIA del MAGyP. Por otro lado, la superficie forrajera se estimó en base al Censo Nacional Agropecuario correspondiente al año 2002 (CNA, 2002).

Para el sector de Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura se siguieron las Orientaciones sobre buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (IPCC, 2005). La información utilizada fue suministrada por la UMSEF de la Dirección de Bosques de la SAYDS y la misma abarca la totalidad del territorio nacional. Esta información permitió actualizar los datos de biomasa utilizados en el inventario anterior (INVGEI 2000) para los bosques nativos<sup>36</sup>.

En relación a la sub-categoría Tierras Abandonadas de Cultivo, de acuerdo al INVGEI 2000, estas representaron una fuente importante de absorción, reportadas en 10 millones de hectáreas. Para el actual inventario no se encontraron evidencias que permitan incluir esta categoría como sumidero neto. Respecto a las estimaciones en la sub-categoría Cambios de Carbono en Suelos se utilizaron mapas de isohietas e isotermas del Atlas Hidrológico Nacional, mapas de suelos del Atlas digital de INTA; y estadísticas de cobertura y cultivos a nivel nacional utilizados para las categorías asociadas a la agricultura.

---

<sup>36</sup>La definición de bosque nativo incluye Tierras Forestales (TF): cobertura arbórea de especies nativas mayor o igual al 20% con árboles que alcanzan una altura mínima de 7 m. y Otras Tierras Forestales (OTF): cobertura arbórea de especies nativas entre 5 y 20% con árboles que alcanzan una altura mínima de 7 m; o tierras con una cobertura arbórea mayor o igual al 20% donde los árboles presentan una altura menor a 7 m; o tierras que presentan al menos un 20 % de cobertura arbustiva con arbustos de altura mínima de 0,5 m. Se incluyen bosques en galería, palmares, cañaverales y arbustales.



Para la categoría Cambios de Stocks de Biomasa Leñosa fueron utilizadas estadísticas nacionales de producción forestal (nativa/implantada) y datos de áreas implantadas nacionales provistas la Dirección de Producción Forestal del MAGyP y el Programa Nacional de Estadística Forestal de la SAyDS.

En relación a la exhaustividad para la sub-categoría Residuos Sólidos en Sistemas de Disposición Final (SDF), se estimaron las emisiones de CH<sub>4</sub> con el mayor nivel de segregación que resultó posible en relación a las prácticas de manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Se estimaron las emisiones generadas en SDF manejados a partir de datos medidos in situ y reportados por las empresas concesionarias de los servicios de disposición final de RSU, datos del Observatorio Nacional de RSU (<http://observatoriorsu.ambiente.gob.ar/>) y datos informados en los Reportes de reducción de emisiones de los proyectos registrados bajo el MDL, lo que constituye un avance en el control de calidad del inventario.

Por otro lado, en la categoría Aguas Residuales Domésticas y Comerciales (ARD) se siguieron las sugerencias establecidas en las buenas prácticas respecto a la aplicación de un árbol de decisión para los sistemas de tratamiento y flujos de aguas residuales. En la categoría Aguas Residuales Industriales (ARI) se identificaron diecinueve sectores, de los cuales por primera vez se introdujeron algunos parámetros desarrollados localmente para los sectores con los cuales se contaba información.

### 3.1.4 Control de calidad de los datos

El control de calidad de los datos fue realizado para cada sector correspondiente. Para esto se llevaron a cabo diversas actividades con el objetivo de generar un permanente control de los datos. El plan de Garantía de Calidad y Control de Calidad aplicado se basó en lineamientos generales para asegurar la calidad y consistencia del desarrollo y reporte del inventario. El mismo comprende una serie de instancias que definen sus objetivos:

1. Corroborar que las consideraciones/hipótesis y criterios utilizados sean razonables, consistentes y que hayan sido debidamente documentados.
2. Comprobar errores de transcripción de datos de entrada y referencia.
3. Comprobar errores de cálculo.
4. Evaluar la correcta utilización de parámetros y factores.
5. Revisar la integridad de los archivos de base de datos, la consistencia en los datos, en las diferentes categorías, y en el movimiento de datos entre distintas etapas del proceso de cálculo.

En este sentido, se realizaron exámenes de los datos y cálculos realizados para asegurar la integridad y exhaustividad de la información, de manera tal de lograr identificar errores y/o posibles omisiones a lo largo de todo el proceso de elaboración del inventario:

- Se realizaron controles de calidad sobre los factores de emisión y datos de actividad utilizados y las emisiones finalmente estimadas.
- Se revisaron los datos de actividad recopilados a nivel nacional. Al disponer datos de la serie histórica 1990 – 2012 pudo observarse la razonabilidad de los datos obtenidos. Adicionalmente, se compararon los datos de actividad con datos económicos (PIB del sector en cuestión) con el objetivo de encontrar la explicación a las variaciones de los datos de actividad. En algunos casos también



se realizaron validaciones cruzadas entre datos (por ejemplo superficies con cobertura de pasturas y stock ganadero por departamento)

- Se realizó la comparación de las emisiones calculadas con las emisiones informadas en inventarios anteriores, tendencias históricas y cálculos de referencia lográndose asegurar que los valores obtenidos en el presente inventario se encontraran dentro de un rango razonable siguiendo los siguientes criterios:
  - Coherencia y exhaustividad: Se realizó un examen de coherencia y exhaustividad usando datos históricos de inventario disponibles.
  - Examen del orden de magnitud: Se comparó el orden de magnitud de las emisiones estimadas en este inventario con respecto a las informadas en los inventarios pasados.
  - Cálculos de Referencia: Se revisaron los cálculos de referencia utilizados para calcular las emisiones en inventarios anteriores.

### 3.1.5 Incertidumbres

El cálculo de las incertidumbres tiene como objetivo principal estimar la calidad y confiabilidad de los resultados presentados en el Inventario. El análisis de la categoría de fuentes principales y las estimaciones de incertidumbre por categoría, permite que en inventarios futuros se realicen esfuerzos tendientes a reducir las incertidumbres de aquellas categorías de fuentes identificadas como claves. Para realizar el cálculo de incertidumbre se utilizó el Método Nivel 1 descrito en capítulo 6 de las Orientaciones del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de las incertidumbres. Las incertidumbres fueron calculadas para cada sector dentro del inventario; esta información se encuentra en el Anexo III.

### 3.1.6 Problemas en las estimaciones de las emisiones

Durante la elaboración del INVGEI 2012, en general para todos los sectores, la dificultad que mayor impacto tuvo en los resultados finales, fue la de obtención de información de calidad y representativa a nivel nacional. Esta problemática se encuentra detallada, para cada categoría en los informes completos del inventario publicados en el sitio web de la SAYDS.

Los principales problemas para la estimación de emisiones en el sector Energía estuvieron asociados, por un lado, a la inexistencia de información y por otro, a la dificultad de procesar la información disponible, ya sea por el alcance del presente trabajo o por limitaciones de estructura de la base de datos (uniformidad de criterios, empalme de la serie histórica, distintos niveles de desagregación).

En el sector Procesos Industriales surgieron diversos problemas y barreras que deberán ser sorteadas con el objetivo de disminuir la incertidumbre y aumentar la exhaustividad en los inventarios a futuro. Entre las dificultades, la de más impacto en los resultados finales tiene origen en la dificultad de obtención de los datos de actividad y tecnologías por rama industrial.

Las dificultades presentes tanto en el sector Agricultura y Ganadería, como en CUSS estuvieron relacionadas a la falta de sistematización y unificación de las bases de datos. Adicionalmente la periodicidad de los relevamientos, en muchos casos no fue adecuada



para la construcción de series anualizadas. Cabe destacar que la UMSEF está generando datos de bosques nativos con una frecuencia anual, que serán utilizados en los próximos inventarios de GEI. También se observó en ciertos casos inconsistencias entre los datos disponibles para distintos niveles de desagregación espacial (ej. departamental, provincial, nacional).

Por otra parte la documentación sobre los datos de base, supuestos y metodologías utilizados en la confección de inventarios anteriores fue escasa para reconstruir la serie histórica.

En el sector Residuos, al igual que en los otros sectores, el difícil acceso a la información sistemática y ordenada complejizó el trabajo. Otro aspecto fundamental entre los problemas surgidos en este sector, fue disponibilidad de datos meteorológicos por región o por provincia, consolidados en medias anuales. Esta información si bien es generada en Argentina, no está disponible fácilmente sino a través de sistemas de información geográfica por lo que no resulta práctico al momento de utilizarla, ya que requiere de un procesamiento exhaustivo por región, lo cual debiera realizarse por personal especializado en esta disciplina.

Como medida para seleccionar la mejor información disponible y obtener consenso sobre los datos a utilizar se establecieron procesos participativos entre sectores gubernamentales, no gubernamentales y otros actores relevantes.

### 3.1.7 Potenciales de calentamiento global

Para informar sobre las emisiones y absorciones agregadas de GEIs se utilizaron los potenciales de calentamiento global (PCG) proporcionados por el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (IPCC-SAR) de 1995 para el horizonte 100 años. De este modo, los resultados obtenidos en Gigagramos (Gg) pueden ser expresados en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente para facilitar la comparación entre sectores y poder comparar la importancia relativa de cada GEI directo.

Los PCG utilizados son los indicados en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1.1:** *Potenciales de Calentamiento Global en un horizonte de 100 años utilizados para la confección de este informe.*

Gas	PCG
CO <sub>2</sub> (Dióxido de carbono)	1
CH <sub>4</sub> (Metano)	21
N <sub>2</sub> O (Óxido nitroso)	310
HFC-23 (Freón 23)	11.700
CF <sub>4</sub> (Tetrafluoruro de carbono)	6.500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (Hexafluoretano)	9.200
SF <sub>6</sub> (Hexafluoruro de Azufre)	23.900

*Fuente: En base al Segundo Informe de Evaluación del IPCC de 1995.*



Es importante tener en cuenta que en este informe cuando se describen valores de emisiones, se expresan los resultados en Gg cuando se refieren a las cantidades del gas en cuestión y en cambio son expresados en Gg de CO<sub>2</sub> eq cuando se refieren a las cantidades del gas multiplicadas por el Potencial de Calentamiento Global.

## 3.2 Resultados

### 3.2.1 Síntesis de las emisiones de GEI y su evolución en el período 1990 - 2012

En el presente inventario se estimaron las emisiones de GEI y otros gases para el año 2012. Adicionalmente se realizó el análisis de estas emisiones a lo largo del período 1990-2012, incluyendo en el mismo los años informados en las anteriores Comunicaciones Nacionales de la República Argentina (inventarios correspondientes a 1990, 1994, 1997 y 2000).

Las emisiones de GEI correspondientes al año 2012 ascendieron a 429.437 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente; las cuales están compuestas en un 63,7% por emisiones de CO<sub>2</sub>, 19,1% de CH<sub>4</sub>, 17,1% de N<sub>2</sub>O, 0,04 % de PFC (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>), 0,04% HCFC23 y emisiones depreciables de SF<sub>6</sub> (0,0004%).

**Tabla 3.2.1:** Emisiones de GEI del año 2012 en Gg de CO<sub>2</sub>eq., por gas y por sector.

INVGEI 2012	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CF <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	HCFC23	Total
Total	273.540,30	81.896,16	73.638,02	162,85	20,62	1,80	177,64	429.437,39
Total (sin CUSS)	188.265,15	77.139,66	73.154,42	162,85	20,62	1,80	177,64	338.922,14
1. Energía	173.486,53	8.060,51	1.830,53	-	-	-	-	183.377,57
2. Procesos Industriales	14.713,22	46,91	145,36	162,85	20,62	1,80	177,64	15.268,40
3. Uso de solventes y otros productos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4. Agricultura y Ganadería	-	49.374,14	70.124,52	-	-	-	-	119.498,66
5. Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura*	85.275,15	4.756,50	483,60	-	-	-	-	90.515,25
6. Residuos	65,40	19.658,10	1.054,00	-	-	-	-	20.777,50

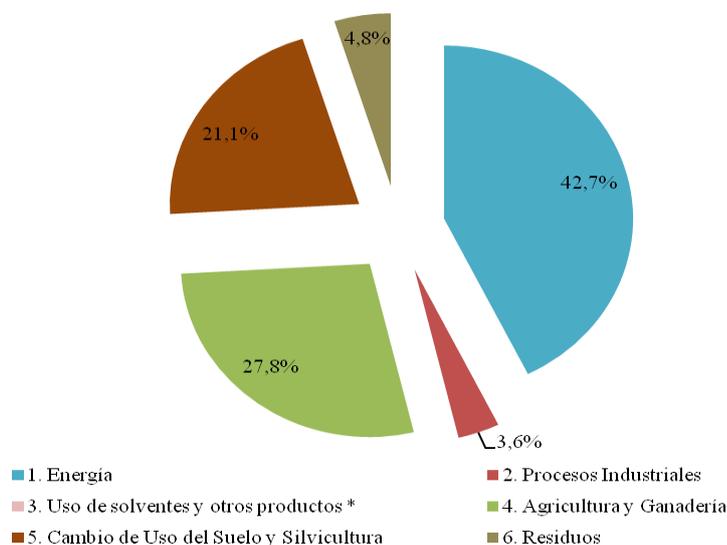
\*Se presenta el balance entre absorciones y emisiones en el sector, para mayor detalle ver apartado 3.2.6 Cambio del Uso de Suelo y Silvicultura.

NE: No estimado.

Al analizar las emisiones según el sector, se observa que el 42,7% de las emisiones totales de GEI fueron generadas por el sector Energía, siendo éste el sector de mayor nivel de emisiones dentro de la República Argentina. Por otro lado, el sector Agricultura y Ganadería es responsable del 27,8% de las emisiones totales, seguido por el de Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura, el cual aporta un 21,1%. En menor medida, el



sector Residuos aportó un 4,8% y, finalmente, Procesos Industriales generó el 3,6% de las emisiones totales.



\*El sector “Uso de solventes y otros productos” no fue estimado en el presente inventario.

**Figura 3.2.1:** Participación de los diferentes sectores en las emisiones de GEI para el año 2012.

El total de emisiones de CO<sub>2</sub> en el año 2012 fue de 273.540,30 Gg, de las cuales el 63,4% fueron generadas por el Sector Energía, el 31,2% como consecuencia del Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura y el 5,4% por Procesos Industriales.

Las emisiones totales de CH<sub>4</sub> fueron 3.899,82 Gg, siendo el sector Agricultura y Ganadería el sector con mayor nivel de emisiones de este gas, principalmente como consecuencia de las emisiones por fermentación entérica producida por el ganado, que constituyeron el 60,3% de las emisiones totales de CH<sub>4</sub>. En segundo lugar se ubica el sector Residuos que aportó el 24,0% de emisiones de este gas.

Las emisiones estimadas de N<sub>2</sub>O para el año 2010 fueron 237,54 Gg. El sector Agricultura y Ganadería generó el 95,2% de las emisiones de este gas como consecuencia de emisiones provenientes de suelos agrícolas, entre las que se encuentran: las emisiones directas e indirectas por uso de fertilizantes (9,6% del total de emisiones de N<sub>2</sub>O en el 2012), las emisiones directas de cultivos fijadores (30,7%), el aporte de nitrógeno de residuos de cosecha de cultivos agrícolas (21,9%) y las emisiones directas e indirectas de por excretas animales en sistemas pastoriles (31,1%). El aporte proveniente del estiércol ganadero y la quema de residuos agrícolas y sabanas también son fuentes de emisiones de este gas (1,9 y 0,1% respectivamente).

Los PFC (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) y el SF<sub>6</sub> son generados exclusivamente en el sector Procesos Industriales, como consecuencia primaria de la producción de aluminio. Asimismo, las emisiones de HCFC 23 estimadas en este inventario también son generadas sólo en este sector, como subproducto de la producción de HFC 22.

**Tabla 3.2.2:** Emisiones de otros gases del año 2012 en Gg, segregado por sector.

INVGEI 2012	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
Total	1.063,50	3.780,65	803,83	119,39
1. Energía	978,44	2.201,45	552,12	102,75
2. Procesos Industriales	18,95	11,72	251,71	16,64
3. Uso de solventes y otros productos	NE	NE	NE	NE
4. Agricultura y Ganadería	9,83	485,6	-	-
5. Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura	56,28	1.081,88	-	-
6. Residuos	-	-	-	-

NE: no estimado

Las estimaciones de NO<sub>x</sub> durante el año 2012 ascendieron a 1.063,50 Gg, de las cuales el Sector Energía fue responsable del 92,0%, principalmente como consecuencia de la quema de combustible generada por el transporte. El Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura aportó el 5,3% del total. En menor medida, el Sector Procesos Industriales generó el 1,8%, y finalmente el sector Agricultura y Ganadería aportó el 0,9%, procedente principalmente de la quema de residuos agrícolas y la quema prescrita de sabanas y pastizales (que permanecen como tales, es decir, que no sufren cambios en el uso del suelo).

Las emisiones de CO ascendieron a 3.780,65 Gg en el año 2012. El 58,2% del total fue generado por el sector Energía, debido a la quema de combustibles para transporte, seguido por el 28,6% aportado por Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura, producido como consecuencia de la conversión de bosques y otras tierras. Por otro lado, el sector Agricultura fue responsable del 12,8% de estas emisiones, debido a la quema de residuos agrícolas y la quema de sabanas y pastizales, y en menor medida el sector Procesos Industriales generó el 0,3% de las emisiones totales procedentes principalmente de la industria química.

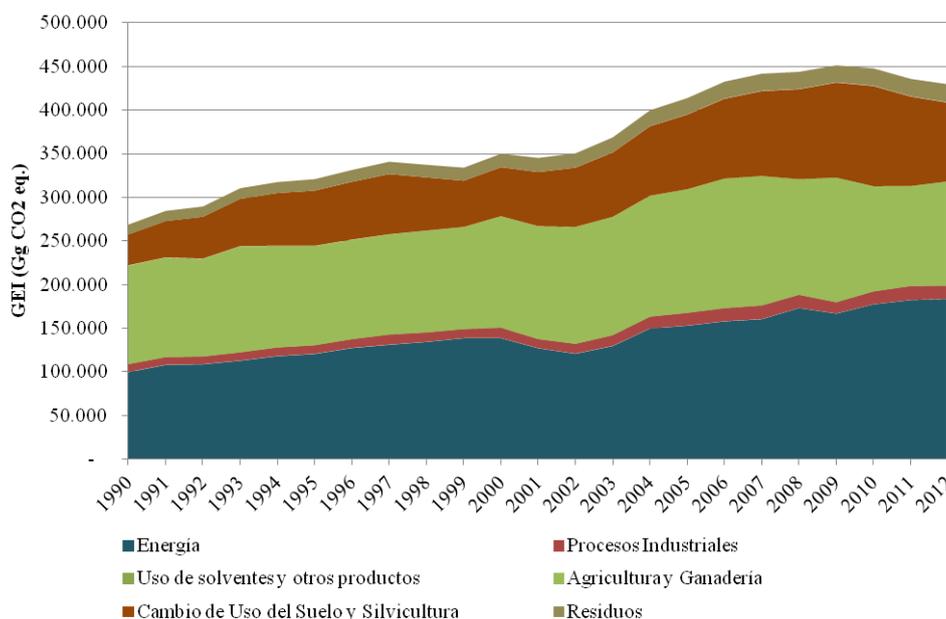
Las emisiones de COVNM fueron 803,83 Gg para el año 2012, de las cuales el 68,7%, corresponden al sector Energía, principalmente por la quema de combustibles para transporte y, en menor medida, debido a emisiones fugitivas en la producción de petróleo y gas natural. El 31,3% restante fue emitido por el sector Procesos Industriales, principalmente en la producción de materiales asfálticos y en la de alimentos y bebidas.

Finalmente, las emisiones estimadas de SO<sub>2</sub> fueron de 119,39 Gg, de las cuales el sector Energía fue responsable del 86,1%, procedente principalmente de la generación de electricidad y también del consumo de leña y fueloil para la producción de papel y pulpa. El 13,9% restante fue emitido como consecuencia de Procesos Industriales específicos, principalmente en la producción de papel y pulpa y en la producción de cemento entre otras fuentes de menor relevancia.

Existe una tendencia creciente de emisiones de GEI a lo largo de todo el período 1990 - 2012 con un aumento anual de 2,15% promedio para ese período. Este crecimiento de las emisiones de GEI totales difiere si se observa puntualmente en cada sector emisor; el

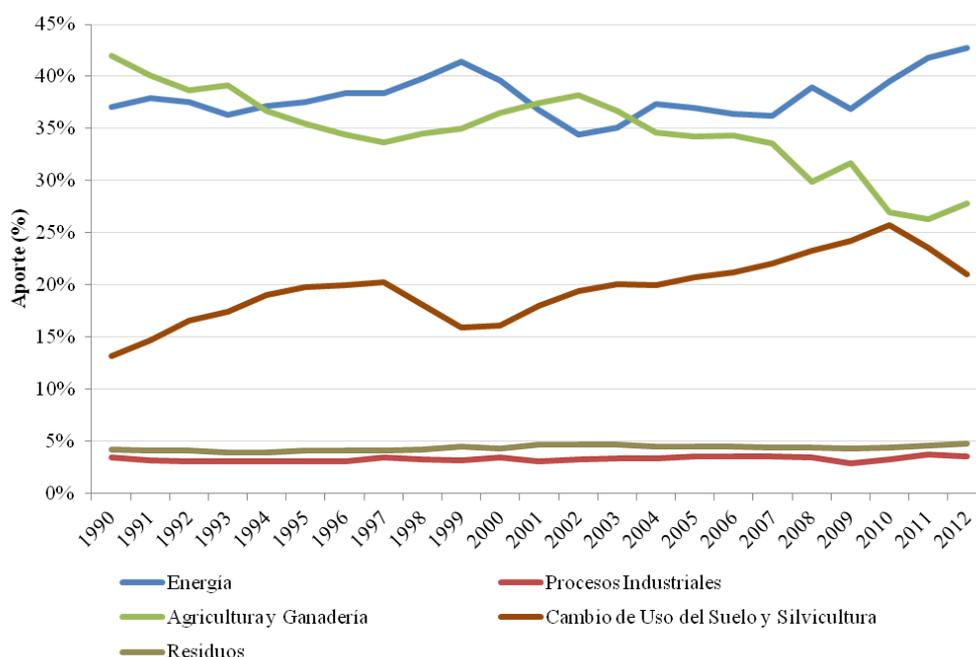


sector Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura presenta el mayor crecimiento anual promedio, siendo éste de 4,34%, el cual incluye la categoría “Cambio de Carbono en los suelos” recién a partir del año 2000. El sector Energía tuvo un aumento anual de 2,81%, Residuos 2,76% y Procesos Industriales 2,31%. El sector Agricultura y Ganadería, por otro lado, presenta un crecimiento promedio en el período mucho menor al resto de los sectores, de 0,26%, fundamentalmente debido a que no se registró un aumento del stock ganadero.



**Figura 3.2.2:** Evolución de las emisiones sectoriales de GEI, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.

Los sectores Energía, Agricultura y Ganadería y CUSS constituyen más del 91% de las emisiones de GEI totales en todo el período, Figura 3.2.2.





**Figura 3.2.3:** Evolución del aporte de cada sector al total de emisiones de GEI durante el período 1990 – 2012 en la República Argentina, en porcentaje.

El sector Energía es el mayor generador de emisiones en el total del período. El aporte del sector Agrícola, a pesar de constituir la segunda contribución a las emisiones de GEI totales, ha presentado una disminución de su participación a lo largo del tiempo. En sentido contrario, la proporción del Sector CUSS en el total fue tomando mayor preponderancia, llegando a encontrarse en un nivel similar al del aporte de GEI del sector Agrícola en el año 2010, año en el cual la tendencia creciente se detiene y comienza un importante descenso hacia el año 2012, producto de la entrada en vigencia de la Ley N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos<sup>37</sup>. Finalmente el aporte de los sectores Residuos y Procesos Industriales se mantuvo constante durante todo el período.

**Tabla 3.2.3:** Evolución de emisiones de GEI por sectores, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.

Categoría IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
<b>Total</b>	268.750	284.376	289.431	310.398	317.415	320.777	331.323	340.711
<b>Total (Sin CUSS)</b>	<b>233.190</b>	<b>242.577</b>	<b>241.394</b>	<b>256.121</b>	<b>256.897</b>	<b>257.392</b>	<b>265.071</b>	<b>271.592</b>
1. Energía	99.610	107.904	108.674	112.729	117.948	120.498	127.190	130.918
2. Procesos Industriales	9.236	8.980	8.903	9.639	9.963	9.943	10.252	11.805
3. Uso de solventes y otros productos	NE							
4. Agricultura y Ganadería	112.935	113.974	111.916	121.466	116.396	113.778	113.984	114.750
5. Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura	35.559	41.799	48.038	54.277	60.518	63.385	66.251	69.118
6. Residuos	11.410	11.718	11.901	12.287	12.589	13.173	13.645	14.120

Categoría IPCC	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Total</b>	337.193	333.920	349.807	345.041	350.378	368.707	399.704	413.691
<b>Total (Sin CUSS)</b>	<b>276.103</b>	<b>280.859</b>	<b>293.466</b>	<b>282.820</b>	<b>282.276</b>	<b>294.725</b>	<b>319.842</b>	<b>327.949</b>
1. Energía	134.191	138.445	138.527	126.977	120.691	129.460	149.504	152.828
2. Procesos Industriales	10.941	10.539	12.035	10.584	11.409	12.493	13.702	14.706
3. Uso de solventes y otros productos	NE							
4. Agricultura y Ganadería	116.566	116.847	127.604	129.171	133.797	135.440	138.491	141.642
5. Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura	61.090	53.062	56.341	62.221	68.102	73.982	79.862	85.742
6. Residuos	14.405	15.028	15.300	16.087	16.379	17.332	18.145	18.772

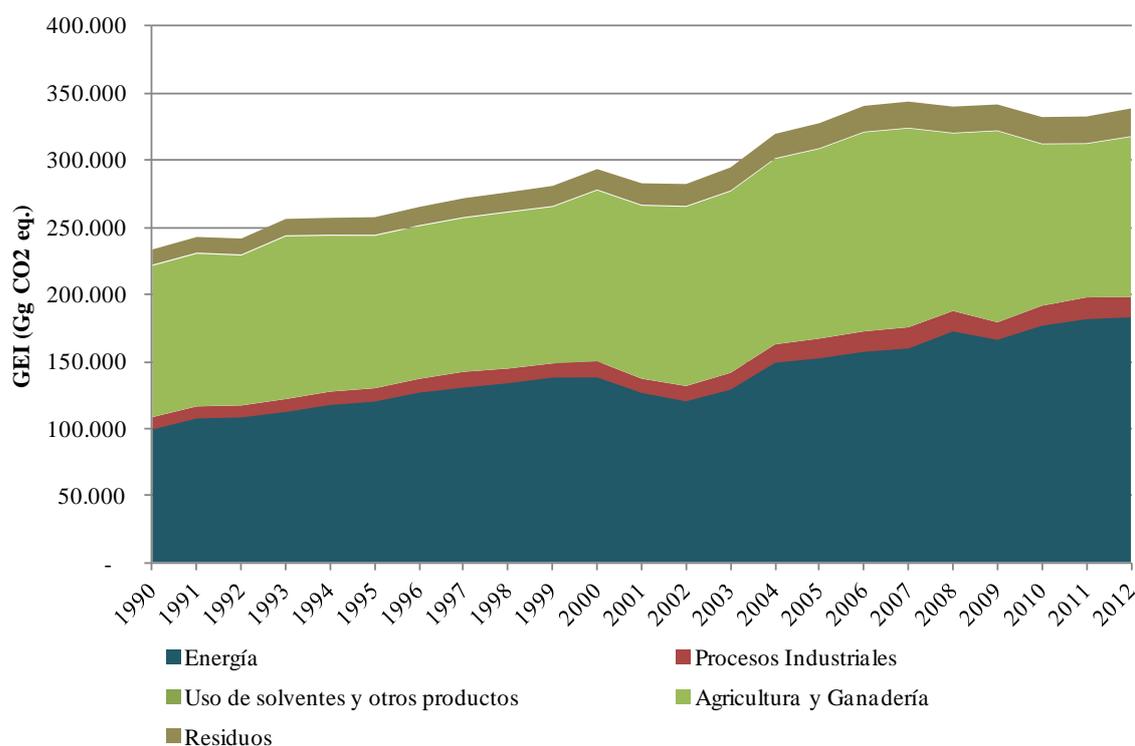
Categoría IPCC	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Total</b>	432.503	441.565	443.714	451.190	447.642	435.605	429.437
<b>Total (Sin CUSS)</b>	<b>340.880</b>	<b>344.062</b>	<b>340.331</b>	<b>341.927</b>	<b>332.498</b>	<b>332.893</b>	<b>338.922</b>

<sup>37</sup> Reglamentación Decreto 91/09 fecha de publicación Boletín Oficial 16 de febrero de 2009.



CUSS)							
1. Energía	157.667	160.146	172.878	166.599	177.147	182.051	183.378
2. Procesos Industriales	15.256	15.843	15.280	13.078	14.897	16.210	15.268
3. Uso de solventes y otros productos	NE						
4. Agricultura y Ganadería	148.580	148.486	132.570	142.800	120.590	114.622	119.499
5. Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura	91.623	97.503	103.383	109.263	115.145	102.712	90.515
6. Residuos	19.377	19.587	19.603	19.450	19.864	20.010	20.778

Igualmente, se muestra la evolución de las emisiones por sector, sin considerar las emisiones de Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura, Figura 3.2.4.



**Figura 3.2.4:** Evolución de las emisiones sectoriales de GEI sin CUSS, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.

Sin considerar el sector CUSS, Figura 3.2.4, el crecimiento anual promedio de las emisiones de la República Argentina es de 1,71%. En este análisis, el sector Energía y el sector Agricultura y Ganadería comprenden en promedio más del 90% de las emisiones durante todo el período.

La Figura 3.2.5 ilustra la evolución histórica de las emisiones de GEI por gas desde el año 1990 al 2012. El CO<sub>2</sub> representaba en el año 1990 el 49,6% de las emisiones totales, mientras que para el INVGEI del año 2012 sus emisiones ascendieron al 63,7%, manteniéndose en todo el período como el principal GEI emitido en la República Argentina. Estos resultados difieren con la situación presentada en la Segunda Comunicación Nacional, en la cual las emisiones de CH<sub>4</sub> representaban el principal GEI

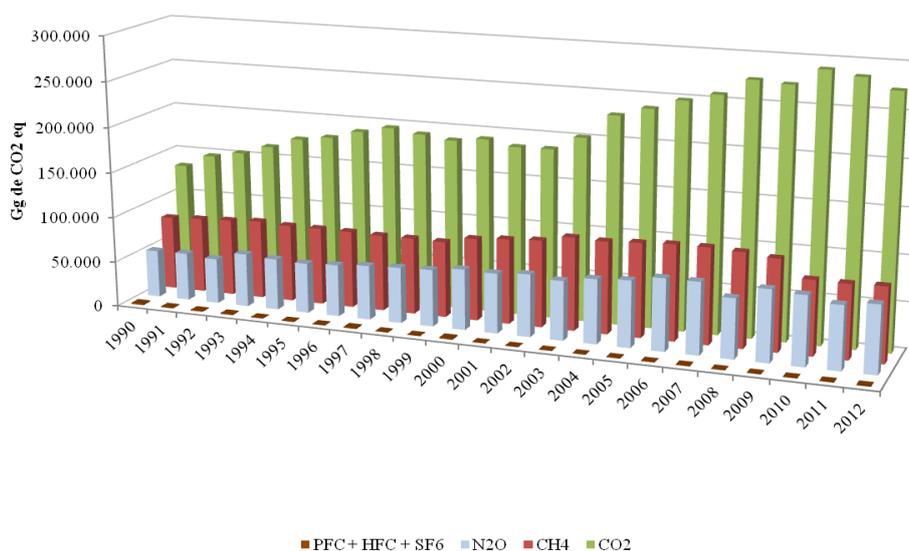


emitido en la República Argentina. Un cambio importante ocurre como consecuencia del re-cálculo de emisiones de la categoría “Tierras Abandonadas de Cultivo” dentro del sector CUSS. Esta categoría fue considerada como un sumidero, con una absorción total de CO<sub>2</sub> de 48.747 Gg en la comunicación anterior, mientras que en la presente no se estimó esta categoría por no encontrar evidencias que permitan identificar a esas tierras.

La emisión de CH<sub>4</sub> en el año 1990 representaba el 30,3% de las emisiones totales de GEI, mientras que para el año 2012, según las estimaciones, disminuyó al 19,1% de las emisiones. Esto se debe a que las emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica dentro del Sector Agricultura y Ganadería se mantienen medianamente constantes a lo largo del tiempo, mientras que las emisiones del resto de los gases generados en los otros sectores ascienden a lo largo del tiempo. De cualquier manera, el CH<sub>4</sub> sigue siendo el segundo gas en importancia en el total del GEI emitidos.

El N<sub>2</sub>O se mantuvo en un tercer lugar durante todo el período y con un nivel prácticamente constante, constituyendo el 19,4% del total de GEI en 1990 y un 17,1% en el año 2012.

Por último, las emisiones de PFC, HFC y SF<sub>6</sub> provenientes del Sector Industrial se mantuvieron constantes y muy inferiores en relación al resto de los gases.



**Figura 3.2.5:** Evolución de las emisiones de GEI, por gas, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.

**Tabla 3.2.4:** Evolución de las emisiones de GEI por gas, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.

GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
<b>Total</b>	268.749,8	284.375,6	289.431,3	310.397,5	317.414,8	320.776,5	331.322,5	340.710,6
<b>CO<sub>2</sub></b>	133.375,8	147.344,2	153.585,2	163.536,7	174.893,2	179.666,1	188.755,7	195.733,5
<b>CH<sub>4</sub></b>	81.557,0	83.373,8	84.977,0	86.936,0	85.313,9	85.325,4	85.085,8	84.069,9
<b>N<sub>2</sub>O</b>	52.253,3	52.619,5	49.909,1	58.856,9	56.695,2	55.284,0	56.979,5	59.748,6
<b>PFC + HFC + SF<sub>6</sub></b>	1.563,7	1.038,3	960,0	1.068,0	512,4	501,0	501,5	1.158,6

GEI	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005



<b>Total</b>	337.192,6	333.920,4	349.807,4	345.040,9	350.377,7	368.706,7	399.704,4	413.691,2
<b>CO<sub>2</sub></b>	191.325,6	187.370,7	191.506,8	185.778,7	186.318,1	201.357,4	227.837,8	237.582,9
<b>CH<sub>4</sub></b>	84.266,6	83.744,5	90.513,1	93.382,9	95.516,9	102.273,3	101.304,4	103.138,8
<b>N<sub>2</sub>O</b>	61.250,8	62.416,9	66.449,0	65.672,4	68.311,2	64.954,3	70.447,2	72.689,9
<b>PFC + HFC + SF<sub>6</sub></b>	349,5	388,3	1.338,6	206,9	231,5	121,7	115,0	279,5

GEI	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Total</b>	432.502,7	441.564,6	443.714,2	451.190,3	447.642,2	435.604,5	429.437,4
<b>CO<sub>2</sub></b>	248.625,8	257.180,2	274.861,8	272.490,9	290.179,9	285.029,6	273.540,3
<b>CH<sub>4</sub></b>	104.987,1	105.290,8	103.591,3	100.278,7	81.343,6	80.957,6	81.896,2
<b>N<sub>2</sub>O</b>	78.679,3	78.589,4	65.007,8	78.227,6	75.813,8	69.301,5	73.638,0
<b>PFC + HFC + SF<sub>6</sub></b>	210,5	504,3	253,4	193,2	304,8	315,7	362,9

### 3.2.2 Categorías principales de fuentes

Las categorías principales son aquellas consideradas prioritarias dentro del sistema nacional del inventario, ya que su estimación tiene una mayor influencia en el valor total del INVGEI del país en términos del nivel absoluto de emisiones. Estas categorías son aquellas que, sumadas en orden descendente de magnitud, componen más del 95% del total de emisiones, según las Guías de Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Identificar estas categorías permite dar prioridad a aquellas fuentes más significativas para mejorar las estimaciones y reducir la incertidumbre total del INVGEI. Este proceso lleva a mejorar la calidad de la información obtenida y así dar una mayor confianza en las estimaciones de emisiones totales.

**Tabla 3.2.5:** Principales categorías de fuentes de emisión. Análisis de Nivel 1, año 2012.

Fuente	GEI	Estimación del año 2012 (Gg de CO <sub>2</sub> eq.)	Aporte al total emitido (%)	Total acumulado (%)
CO <sub>2</sub> procedente de conversión de bosques y otras tierras	CO <sub>2</sub>	55.701	13%	13%
CO <sub>2</sub> procedente de fuentes móviles de combustión: transporte carretero	CO <sub>2</sub>	47.803	11%	24%
CH <sub>4</sub> procedente de la fermentación entérica de ganado	CH <sub>4</sub>	47.157	11%	35%
CO <sub>2</sub> procedente de la generación pública de electricidad	CO <sub>2</sub>	43.840	10%	45%
CO <sub>2</sub> procedente del cambio de Carbono en los suelos	CO <sub>2</sub>	27.518	6%	52%
CO <sub>2</sub> procedente de quema de combustible residencial	CO <sub>2</sub>	24.097	6%	57%
N <sub>2</sub> O procedente de emisiones directas e indirectas por excretas animales en sistemas pastoriles	N <sub>2</sub> O	22.875	5%	63%
N <sub>2</sub> O procedente de emisiones directas de cultivos Fijadores (FBN)	N <sub>2</sub> O	22.586	5%	68%
N <sub>2</sub> O procedente del aporte de nitrógeno de residuos de cosecha de cultivos agrícolas (FRC)	N <sub>2</sub> O	16.146	4%	72%
CO <sub>2</sub> procedente de consumo de energía en otras Industrias manufactureras y de la construcción	CO <sub>2</sub>	9.379	2%	74%
CO <sub>2</sub> procedente de otras industrias energéticas	CO <sub>2</sub>	9.279	2%	76%
CO <sub>2</sub> procedente de energía para Agricultura/Silvicultura/Pesca	CO <sub>2</sub>	9.041	2%	78%



N <sub>2</sub> O procedente de emisiones directas e indirectas por el uso de fertilizantes sintéticos (FSN)	N <sub>2</sub> O	7.042	2%	80%
Emisiones fugitivas de CH <sub>4</sub> procedentes de las actividades del gas natural	CH <sub>4</sub>	6.385	1%	81%
CH <sub>4</sub> procedente de aguas residuales domésticas (sin incluir lodos)	CH <sub>4</sub>	5.905	1%	83%
CH <sub>4</sub> procedente de aguas residuales industriales (sin incluir lodos)	CH <sub>4</sub>	5.905	1%	84%
CO <sub>2</sub> procedente de consumo de energía en la producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	5.804	1%	85%
CH <sub>4</sub> procedente de residuos manejados dispuestos en tierra	CH <sub>4</sub>	5.662	1%	87%
CO <sub>2</sub> procedente de procesos en la producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	5.047	1%	88%
CH <sub>4</sub> procedente de la conversión de bosques y otras tierras	CH <sub>4</sub>	4.757	1%	89%
CO <sub>2</sub> procedente del venteo y quema en antorcha en las actividades del petróleo y gas natural	CO <sub>2</sub>	4.528	1%	90%
CO <sub>2</sub> procedente de procesos en la producción de cemento	CO <sub>2</sub>	4.446	1%	91%
CO <sub>2</sub> procedente de combustión en actividades de refinación de petróleo	CO <sub>2</sub>	4.361	1%	92%
CO <sub>2</sub> procedente de quema de combustibles en edificios comerciales e institucionales	CO <sub>2</sub>	4.136	1%	93%
CO <sub>2</sub> procedente de quema de combustibles para el procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO <sub>2</sub>	3.367	1%	94%
CO <sub>2</sub> procedente de procesos en la producción de cal	CO <sub>2</sub>	2.615	1%	94%
CO <sub>2</sub> procedente de transporte por tuberías de gas natural y de refinería	CO <sub>2</sub>	2.603	1%	95%

En el año 2012 se identificaron 27 fuentes principales, entre las cuales las 5 primeras son responsables de más de la mitad de las emisiones de GEI del país. Del total de las fuentes principales, 13 corresponden al sector Energía, 5 a Agricultura y Ganadería, 3 a CUSS, 3 a Residuos, y 3 a Procesos Industriales.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la conversión de bosques y otras tierras conforman la categoría de mayores emisiones en las estimaciones de este inventario, generando el 13% del total.

En segundo lugar se encuentra el CO<sub>2</sub> liberado por la quema de combustible en la industria del transporte carretero, que genera el 11% del total de las emisiones. El CH<sub>4</sub> procedente de la fermentación entérica del ganado ocupa el tercer lugar aportando el 11% de las emisiones. En cuarto lugar, las emisiones de CO<sub>2</sub> procedente de la generación de electricidad pública son responsables del 10% de las emisiones totales, mientras que el CO<sub>2</sub> procedente del cambio de carbono en los suelos genera el 6%. Cabe aclarar que las restantes 22 fuentes principales de emisión aportan entre el 1 y el 5,6% del total.

### 3.2.3 Energía

#### *Aspectos generales del sector*

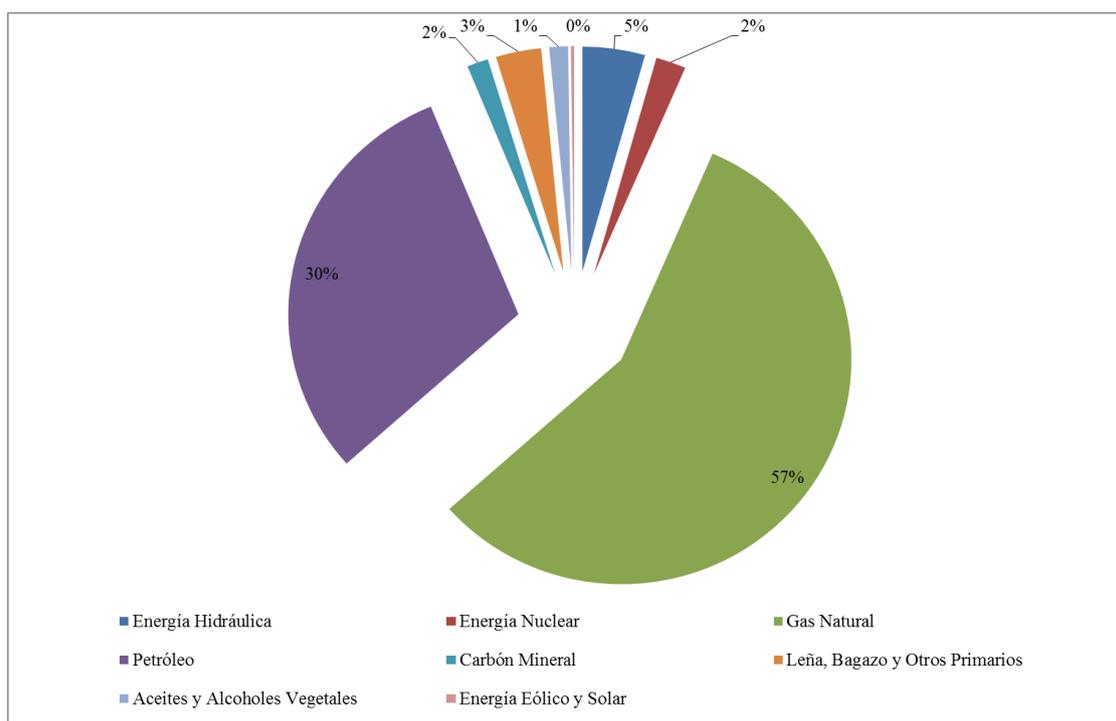
La matriz energética argentina se caracteriza por una alta participación de combustibles de origen fósil. Si se tiene en cuenta la “Oferta Interna Total<sup>38</sup>” de acuerdo al BEN del

<sup>38</sup>Oferta Interna Total = Oferta Interna Primaria + Importaciones Fuentes Secundarias–Exportaciones Fuentes Secundarias. La Oferta Interna Total representa la energía efectivamente disponible para ser



2012 de la SEN, el valor correspondiente a ese año fue de 3,67 millones de Terajoules (TJ), de los cuales el 87% corresponde a combustibles fósiles. Es importante destacar que Argentina en el año 2012 ha tenido una importación neta de fuentes secundarias del orden de los 53.000 TJ (Exportando por ejemplo de 66.000 TJ de Biodiesel, e importado 124.000 TJ de Gas Natural Licuado).

La Figura 3.2.6 muestra la participación de los diferentes combustibles en la Oferta Interna Total del año 2012, la cual está compuesta principalmente por el 57% de gas natural y 30% de petróleo, seguidos por la energía hidráulica con el 4%, Leña, Bagazo y Otros Primarios 3%, la energía nuclear con el 2%, y los aceites y alcoholes vegetales con el 1%

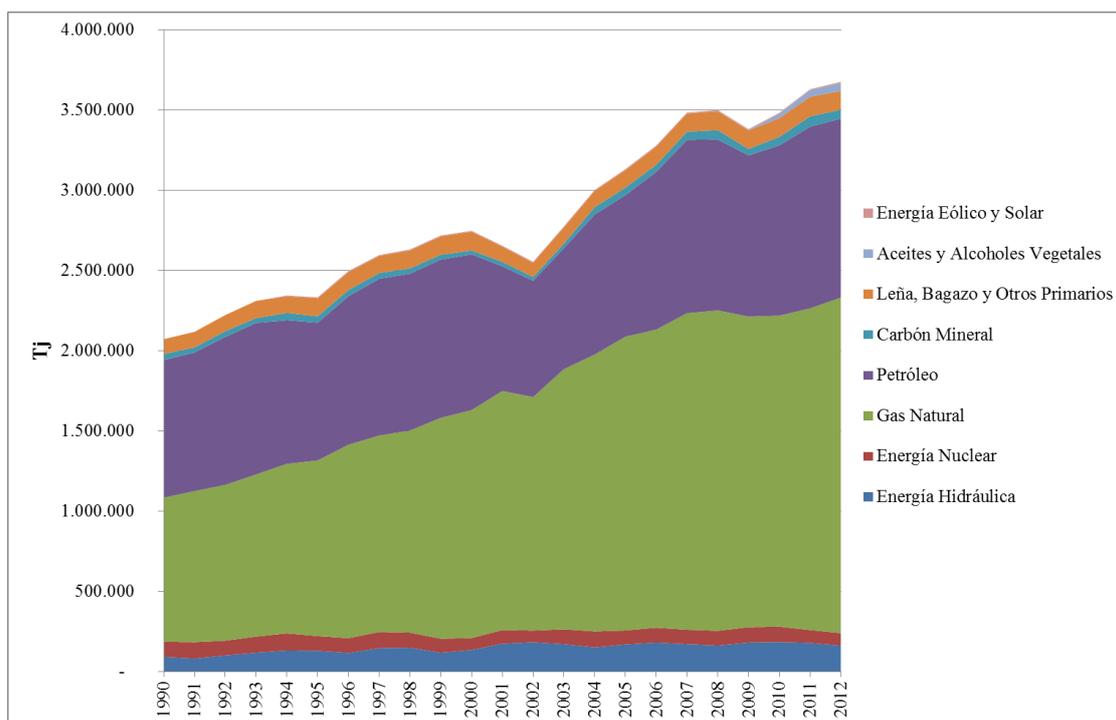


**Figura 3.2.6:** Participación de los diferentes combustibles en la Oferta Interna Total Argentina, año 2012. Fuente: Elaboración propia en base al BEN – SEN, 2015.

El abastecimiento energético argentino se ha caracterizado por la preponderancia del petróleo y el gas natural dentro de la matriz. Como consecuencia de una política de incentivos, se ha producido un proceso de sustitución de los hidrocarburos en base principalmente a un aumento del consumo gas natural, aunque en estos últimos años los combustibles líquidos han incrementado levemente su participación, tal y como puede observarse en la Figura 3.2.7.

---

transformada (refinerías, planta de tratamiento de gas, carboneras, etc.), ser consumida en el propio sector energético, o ser consumida por los usuarios finales dentro del país.



**Figura 3.2.7:** Evolución de la Oferta Interna Total de Energía - Período 1990 - 2012.  
Fuente: Elaboración propia en base al BEN - SEN, 2015.

En el país se produjo una tendencia creciente en la oferta de energía hasta el año 2000 y luego un descenso como consecuencia de la crisis económica que afectó al país entre 1999 y 2002 (Figura 3.2.7), alcanzando su nivel mínimo relativo en el año 2002, a partir del cual presentó una tendencia mayormente creciente. La participación de la energía hidráulica y nuclear se ha mantenido relativamente constante durante todo el período 1990 - 2012.

La utilización de aceites y alcoholes vegetales como fuente de energía ocurre a partir del año 2008, los cuales se emplean para producir biodiesel y bioetanol. Esto surge como consecuencia de la promulgación de la Ley de Biocombustibles (Ley N° 26.093) del 19 de abril de 2006, que estableció el corte obligatorio de al menos un 5% en naftas y gasoil a partir del 1 de enero de 2010, llegando a representar el 1% de la Oferta Interna Total en 2012.

A continuación se detallan tanto las emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) como de otros gases precursores (NO<sub>x</sub>, CO, COVNM y SO<sub>2</sub>) provenientes del sector Energía. Las emisiones son divididas en dos categorías principales con sus correspondientes sub-categorías:

- Las actividades de Quema de Combustible producidas en:
  - Industria de la energía
  - Industrias manufactureras y de la construcción
  - Transporte
  - Otros sectores
- Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles, que incluyen:
  - Combustibles sólidos (minería y post-minería de carbón)



- Petróleo y gas natural

***Emisiones del año 2012***

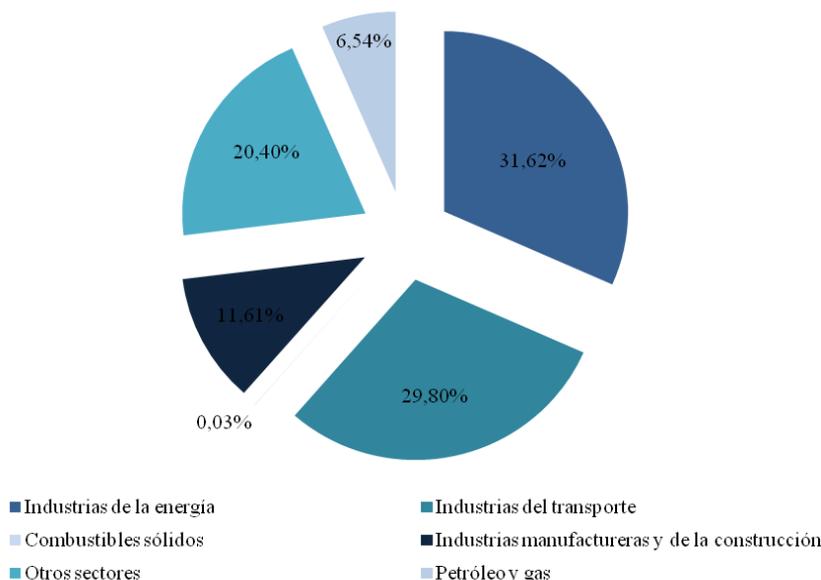
Las emisiones estimadas de GEI del sector fueron de 183.377,57 Gg de CO<sub>2</sub>eq. en el año 2012 (ver Tabla 3.2.6), que representan el 42,7% del total del INVGEI. Desglosadas por gas, las emisiones totales están constituidas por un 94,6% de CO<sub>2</sub>, 4,4% de CH<sub>4</sub> y el restante 1,0% de N<sub>2</sub>O.

Las emisiones relacionadas con las Actividades de Quema de Combustible contribuyen con el 93,43% a las emisiones totales de GEI del sector, mientras que el 6,57% restante corresponde a las Emisiones Fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles, generadas casi en su totalidad durante la producción de petróleo y gas natural, y en menor medida en actividades de minería de carbón, con emisiones desestimables.

**Tabla 3.2.6:** *Emisiones de GEI del sector Energía por principal categoría de emisión para el año 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.*

Categoría		Total (Gg de CO <sub>2</sub> eq)	Contribución al sector (%)
1	Total	183.377,57	100%
1.A	Actividades de quema de combustible	171.329,04	93,43%
1.B	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	12.048,54	6,57%

Considerando las fuentes de emisión por sub-categoría dentro las dos categorías principales del sector Energía mencionadas anteriormente, el 29,80% de las emisiones totales corresponden a la quema de combustible para transporte (fundamentalmente carretero). La quema de combustibles en la Industria de la Energía aporta el 31,62% del total, Otros Sectores (entre los que se incluyen la quema de combustible comercial/institucional, en hogares residenciales, en la agricultura, silvicultura y la pesca) emiten el 20,40%; un 11,61% de las emisiones es generado por la Industria Manufacturera; el 6,54% corresponde a emisiones fugitivas en la producción de Petróleo y Gas y finalmente las emisiones fugitivas en la producción de Combustibles Sólidos tienen un muy bajo valor de aporte al total de emisiones de GEI, 0,03%.



**Figura 3.2.8:** Participación de las diferentes sub-categorías en el total de emisiones de GEI del sector Energía.

Considerando las emisiones por gases, el 33,1% del CO<sub>2</sub> proviene de las Actividades de Transporte, seguidas por las generadas en Industrias de la Energía con el 30,6%, el 21,5% de Otros sectores, el 12,1% de las Industrias Manufactureras y de la Construcción y el 2,6% restante de emisiones fugitivas en la producción de Petróleo y Gas natural (principalmente por venteo y quema en antorcha en la producción de petróleo).

El 92,7% de las emisiones de CH<sub>4</sub> proviene de emisiones fugitivas producidas durante el desarrollo de las actividades asociadas a la producción de petróleo y gas; el transporte aporta un 4,3% de estas emisiones, y el resto están repartidas uniformemente entre los demás sectores.

El 66,0% de las emisiones de N<sub>2</sub>O proviene de las actividades de transporte, seguidas por la Industria de la Energía con el 22,0%, y luego las industrias Manufactureras, Otros sectores y las emisiones fugitivas en la producción de petróleo y gas aportan las emisiones restantes.

Este sector también es responsable de la emisión de gases precursores de ozono tales como el NO<sub>x</sub>, el CO, COVNM y emisiones de SO<sub>2</sub>, Tabla 3.2.7.

Las emisiones generadas por la quema de combustible para el transporte son responsables de una gran parte de las emisiones de gases precursores del sector; generando el 50,4% de las emisiones de NO<sub>x</sub>, 68,8% de CO y 71,2% de COVNM del total; de estas emisiones el transporte carretero privado es el principal emisor.

La industria de la energía es la mayor responsable de las emisiones de SO<sub>2</sub> del sector, aportando el 48,6% del total, como consecuencia principalmente de la generación de electricidad pública.


**Tabla 3.2.7:** Emisiones de otros gases del sector Energía por principal categoría de emisión para el año 2012, en Gg.

Categoría		NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>978,44</b>	<b>2.201,45</b>	<b>552,12</b>	<b>102,75</b>
<b>1.A</b>	Actividades de quema del combustible	976,90	2.198,99	439,37	78,10
<b>1.B</b>	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	1,54	2,47	112,74	24,65

La tabla 3.2.8 presenta las emisiones totales del sector Energía para el año 2012, donde se observa la totalidad de los diferentes gases estimados en el INVGEL.

**Tabla 3.2.8:** Emisiones totales del sector Energía en el año 2012, en Gg.

Categoría		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq.)	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2</sub> eq.)	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>1</b>	<b>Energía</b>	<b>173.486,53</b>	<b>8.060,51</b>	<b>1.830,53</b>	<b>978,44</b>	<b>2.201,45</b>	<b>552,12</b>	<b>102,75</b>
1.A	<b>Actividades de quema del combustible</b>	<b>168.914,66</b>	<b>592,42</b>	<b>1.821,96</b>	<b>976,90</b>	<b>2.198,99</b>	<b>439,37</b>	<b>78,10</b>
1.A.1	<b>Industrias de la energía</b>	<b>57.479,58</b>	<b>99,00</b>	<b>403,56</b>	<b>204,34</b>	<b>36,04</b>	<b>8,05</b>	<b>49,91</b>
1.A.1a	Generación pública de electricidad y calor	43.840,02	93,83	395,45	167,86	31,22	6,84	49,02
1.A.1ai	<i>Generación pública de electricidad</i>	<i>43.840,02</i>	<i>93,83</i>	<i>395,45</i>	<i>167,86</i>	<i>31,22</i>	<i>6,84</i>	<i>49,02</i>
1.A.1aii	<i>Generación pública combinada de calor y electricidad</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
1.A.1aiii	<i>Centrales públicas de calor</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
1.A.1b	Refinación del petróleo	4.360,65	1,69	2,69	11,51	1,51	0,38	0,28
1.A.1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	9.278,91	3,48	5,42	24,97	3,32	0,83	0,60
1.A.1ci	<i>Fabricación de combustibles sólidos</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
1.A.1cii	<i>Otras industrias energéticas</i>	<i>9.278,91</i>	<i>3,48</i>	<i>5,42</i>	<i>24,97</i>	<i>3,32</i>	<i>0,83</i>	<i>0,60</i>
1.A.2	<b>Industrias manufactureras y de la construcción</b>	<b>21.077,50</b>	<b>72,39</b>	<b>146,64</b>	<b>63,45</b>	<b>392,45</b>	<b>7,05</b>	<b>4,99</b>
1.A.2a	Hierro y acero	5.804,45	1,45	7,45	12,16	3,53	0,53	0,03
1.A.2b	Metales no ferrosos	548,65	0,21	0,30	1,47	0,30	0,05	0,00
1.A.2c	Productos químicos	1.216,26	1,64	3,02	3,45	8,18	0,20	0,01
1.A.2d	Pulpa, papel e imprenta	761,78	15,57	30,65	4,45	83,40	1,27	2,11
1.A.2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	3.367,38	44,26	86,53	15,87	272,18	3,71	0,39
1.A.2f	Otras	9.378,98	9,25	18,69	26,04	24,87	1,29	2,45



<b>1.A.3</b>	<b>Transporte</b>	<b>53.083,62</b>	<b>348,17</b>	<b>1.208,90</b>	<b>493,26</b>	<b>1.515,27</b>	<b>393,34</b>	<b>16,70</b>
1.A.3a	Aviación civil	1.113,40	0,17	9,75	3,93	1,57	0,79	0,71
<i>1.A.3ai</i>	<i>Aviación internacional*</i>	<i>2.167,75</i>	<i>0,32</i>	<i>18,91</i>	<i>7,66</i>	<i>3,06</i>	<i>1,53</i>	<i>1,39</i>
<i>1.A.3aii</i>	<i>Cabotaje</i>	<i>1.113,40</i>	<i>0,17</i>	<i>9,75</i>	<i>3,93</i>	<i>1,57</i>	<i>0,79</i>	<i>0,71</i>
1.A.3b	Transporte Carretero	47.803,40	344,12	1.160,16	451,73	<sup>1</sup> 491,769	388,12	14,07
	<i>Carretero privado</i>	<i>45.224,97</i>	<i>341,25</i>	<i>1.117,55</i>	<i>416,59</i>	<sup>1</sup> <i>460,136</i>	<i>381,09</i>	<i>12,79</i>
	<i>Público de pasajeros</i>	<i>2.578,43</i>	<i>2,88</i>	<i>42,47</i>	<i>35,15</i>	<i>31,63</i>	<i>7,03</i>	<i>1,28</i>
1.A.3c	Ferrocarriles	218,11	0,26	26,36	3,57	2,97	0,60	0,11
1.A.3d	Navegación	1.345,38	2,65	11,17	27,03	18,02	3,60	1,81
<i>1.A.3di</i>	<i>Marina internacional*</i>	<i>5.432,90</i>	<i>10,48</i>	<i>44,33</i>	<i>106,93</i>	<i>71,29</i>	<i>14,26</i>	<i>12,66</i>
<i>1.A.3dii</i>	<i>Navegación nacional</i>	<i>1.345,38</i>	<i>2,65</i>	<i>11,17</i>	<i>27,03</i>	<i>18,02</i>	<i>3,60</i>	<i>1,81</i>
1.A.3e	Otro tipo de transporte	2.603,34	0,98	1,45	6,99	0,93	0,23	0,00
<i>1.A.3ei</i>	<i>Transporte por tuberías</i>	<i>2.603,34</i>	<i>0,98</i>	<i>1,45</i>	<i>6,99</i>	<i>0,93</i>	<i>0,23</i>	<i>0,00</i>
<i>1.A.3eii</i>	<i>Todo terreno</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>1.A.4</b>	<b>Otros sectores</b>	<b>37.273,95</b>	<b>72,87</b>	<b>62,86</b>	<b>215,86</b>	<b>255,22</b>	<b>30,94</b>	<b>6,50</b>
1.A.4a	Comercial/institucional	4.135,80	2,42	4,30	10,73	9,37	1,07	0,56
1.A.4b	Residencial	24.096,69	62,89	36,44	64,39	129,14	6,28	1,50
1.A.4c	Agricultura/Silvicultura /Pesca	9.041,47	7,56	22,12	140,74	116,71	23,60	4,44
<i>1.A.4ci</i>	<i>Estacionario</i>	<i>506,72</i>	<i>0,23</i>	<i>0,62</i>	<i>1,10</i>	<i>0,35</i>	<i>0,33</i>	<i>0,08</i>
<i>1.A.4cii</i>	<i>Todo terreno y otra maquinaria</i>	<i>3.840,85</i>	<i>3,30</i>	<i>9,61</i>	<i>62,83</i>	<i>52,36</i>	<i>10,47</i>	<i>1,90</i>
<i>1.A.4ciii</i>	<i>Pesca</i>	<i>4.693,89</i>	<i>4,03</i>	<i>11,78</i>	<i>76,81</i>	<i>64,01</i>	<i>12,80</i>	<i>2,46</i>
<b>1.A.5</b>	<b>Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
1.A.5a	Estacionario	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.A.5b	Móvil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>1.B</b>	<b>Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles</b>	<b>4.571,88</b>	<b>7.468,09</b>	<b>8,57</b>	<b>1,54</b>	<b>2,47</b>	<b>112,74</b>	<b>24,65</b>
<b>1.B.1</b>	<b>Combustibles sólidos</b>	<b>0,00</b>	<b>60,12</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
1.B.1a	Minas de carbón	0,00	60,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>1.B.1ai</i>	<i>Minas subterráneas</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
	<i>Actividades de minería</i>	<i>0,00</i>	<i>52,79</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
	<i>Actividades de post-minería</i>	<i>0,00</i>	<i>7,33</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<i>1.B.1aii</i>	<i>Minas terrestres</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
	<i>Actividades de minería</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>

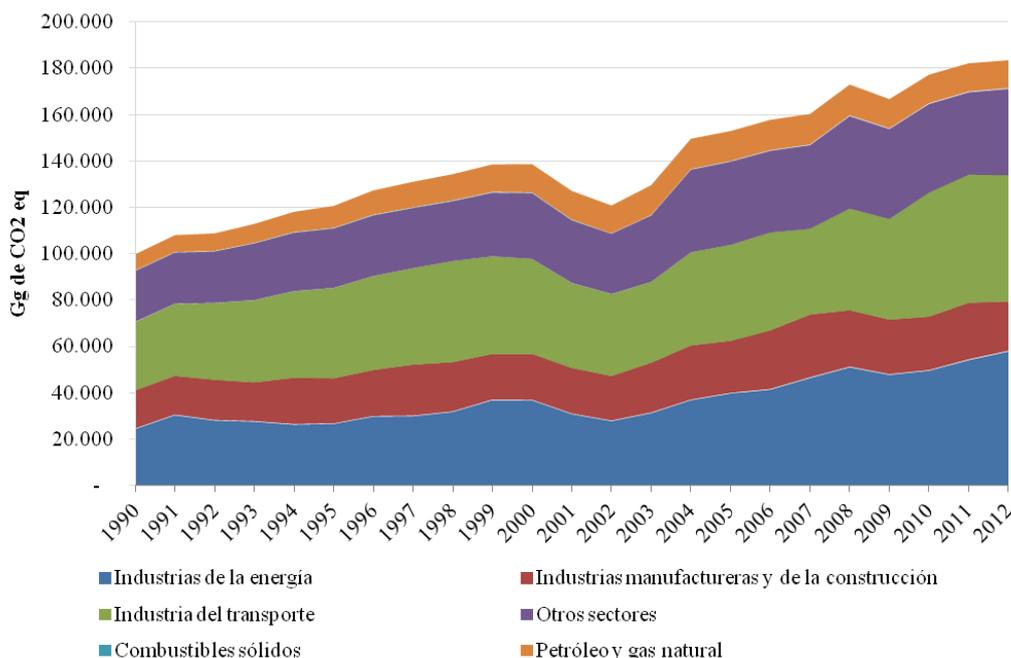


	<i>Actividades de post-minería</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.B.1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.B.1c	Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>1.B.2</b>	<b>Petróleo y gas natural</b>	<b>4.571,88</b>	<b>7.407,96</b>	<b>8,57</b>	<b>1,54</b>	<b>2,47</b>	<b>112,74</b>	<b>24,65</b>
1.B.2a	Petróleo	<b>38,38</b>	<b>245,23</b>	<b>0,00</b>	<b>1,54</b>	<b>2,47</b>	<b>69,62</b>	<b>24,65</b>
1.B.2ai	Exploración	36,23	16,15	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00
1.B.2aii	<i>Producción</i>	0,72	208,78	0,00	0,00	0,00	12,18	0,00
1.B.2aiii	<i>Transporte</i>	0,01	11,87	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00
1.B.2aiv	<i>Refinación/ almacenamiento</i>	0,00	8,42	0,00	1,54	2,47	40,06	24,65
1.B.2av	<i>Distribución de productos petrolíferos</i>							
1.B.2avi	<i>Otros</i>	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	16,41	0,00
1.B.2b	Gas natural	5,87	6.315,98	0,00	0,00	0,00	26,73	0,00
1.B.2bi	Producción/ procesamiento	3,02	3.010,58	0,00	0,00	0,00	23,92	0,00
1.B.2bii	Transmisión/ distribución	2,80	1.554,99	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00
1.B.2biii	Otras fugas	0,00	1.819,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.B.2c	Venteo y quema en antorcha	4.527,68	777,37	8,57	0,00	0,00	17,94	0,00
1.B.2ci	Petróleo	1.591,62	607,85	7,75	0,00	0,00	17,51	0,00
	Venteo	3,68	587,56	0,00	0,00	0,00	16,69	0,00
	Quema en antorcha	1.587,93	20,29	7,75	0,00	0,00	0,82	0,00
1.B.2cii	Gas	2.936,06	169,53	0,93	0,00	0,00	0,43	0,00
	Venteo	2.720,18	166,53	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00
	Quema en antorcha	215,89	3,00	0,93	0,00	0,00	0,12	0,00
1.B.2ciii	Combinado (en caso de que no pueda separarse petróleo de gas)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*\*Tal como establecen las Directrices revisadas del IPCC 1996, las emisiones relacionadas con las actividades de aviación y navegación internacional no se incluyen dentro del inventario, sino que se declaran aparte, por lo que en esta tabla se informan pero no suman al total de emisiones del sector.*

### ***Evolución de las emisiones de GEI***

Las emisiones totales del sector Energía presentan una tendencia ascendente que sólo se ve interrumpida por la disminución en los niveles de actividad que se produjeron durante los años 2000 y 2008, y la consecuente caída del PIB, alcanzando sus niveles mínimos en los años 2002 y 2009, respectivamente. En este sentido, es clara la correlación que presentan las emisiones del sector con respecto a la evolución de las principales tendencias económicas del país.



**Figura 3.2.9:** Evolución de las emisiones de GEI del sector Energía 1990 - 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.

Las emisiones del sector Energía en el año 1990 sumaron poco menos de 100.000 Gg de CO<sub>2</sub>eq., habiendo experimentado un crecimiento del 84% en el año 2012 (183.377,57 Gg de CO<sub>2</sub>eq.). El gas natural es el combustible que más contribuye a las emisiones tanto por combustión como por fugas.

Se puede observar un predominio de las emisiones provenientes de las actividades del transporte y de las Industrias de la Energía durante todo el período, seguidas por las actividades asociadas a la quema de combustibles en actividades comerciales e institucionales agrupadas en la categoría Otros Sectores. También la quema de combustibles en industrias manufactureras y de la construcción presenta emisiones crecientes a lo largo del tiempo. Al contrario de estas sub-categorías, las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles sólidos de la minería se pueden desestimar lo largo del período.

Los subsectores que mayor crecimiento han tenido en ese período son la generación pública de electricidad, en particular, y otras industrias energéticas (principalmente por quema de combustibles en yacimientos de producción de gas natural). Las industrias química, pulpa, papel e imprenta y de procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco presentaron un gran incremento (aunque con poco aporte relativo al total). También se observaron incrementos de emisiones del transporte carretero, la aviación, la navegación, el transporte por tuberías, los consumos residenciales y agrícolas y las emisiones fugitivas de gas natural. Los subsectores que presentan una gran disminución en sus emisiones son la refinación de petróleo, el transporte ferroviario, la actividad comercial y la minería de carbón.



### 3.2.4 Procesos Industriales

#### *Aspectos generales del sector*

Este sector genera emisiones de GEI como consecuencia de los procesos industriales. En el mismo solo se consideran las emisiones producidas por las actividades industriales y no así de las emisiones resultantes del consumo de energía en la industria, ya que estas últimas son consideradas en el sector Energía.

Las principales fuentes de emisión provienen de los procesos industriales que transforman materias por medios químicos o físicos. Por ejemplo, esto se da en los altos hornos en la industria del hierro y el acero, en la producción de amoníaco y de otros productos químicos que son fabricados a partir de combustibles fósiles, utilizados como sustancia química intermedia, y también en la industria del cemento.

Durante estos procesos puede producirse una gran variedad de GEI, incluidos el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, el N<sub>2</sub>O, los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Adicionalmente se contemplan otros gases denominados precursores, tales como el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVNM) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Las emisiones de este sector son agrupadas en seis categorías principales:

- Industria de los Minerales
- Producción Química
- Producción de Metales
- Otras Industrias
- Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre
- Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre

#### *Emisiones en el año 2012*

En el año 2012 el sector Procesos Industriales generó un total de 15.268,40 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, lo que representa el 3,6% de las emisiones totales estimadas en el INVGEI 2012, siendo así el sector de menor aporte. El 96,36% de estas emisiones corresponden a CO<sub>2</sub> mientras que el resto corresponde a CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, HFC y SF<sub>6</sub>.

La Industria de los Minerales genera el 46,61% del total de las emisiones, la Producción de Metales se ubica en segundo lugar con el 38,48% de las emisiones, la Producción Química representa el 13,75% y en último lugar se encuentra la Producción de halocarbonos con el 1,16% restante. El resto de las industrias aportan gases precursores de ozono y SO<sub>2</sub>. Se han estimado emisiones de hexafluoruro de azufre por la producción de aluminio, pero, el consumo de halocarburos y otros consumos de hexafluoruro de azufre no fueron estimados debido a la ausencia de información confiable.

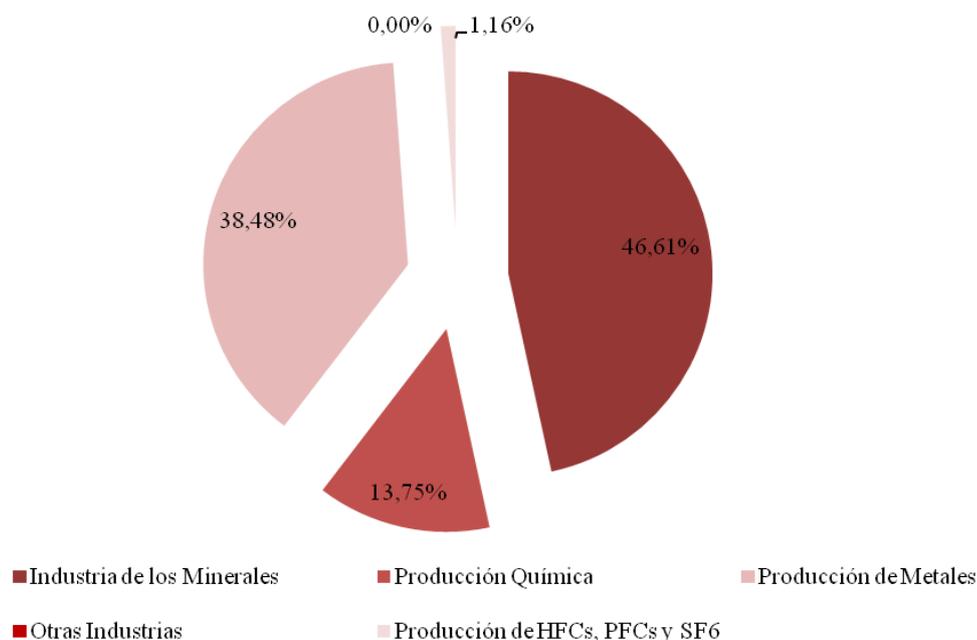
**Tabla 3.2.9:** *Emisiones de GEI del sector Procesos Industriales por principal categoría de emisión para el año 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.*

	Categorías	Total (Gg de CO <sub>2</sub> eq.)	Contribución al sector (%)
<b>2</b>	<b>Procesos Industriales</b>	<b>15.268,40</b>	<b>100%</b>
2.A	Industria de los Minerales	7.117,31	46,61%
2.B	Producción Química	2.098,73	13,75%



2.C	Producción de Metales	5.874,71	38,48%
2.D	Otras Industrias	-	-
2.E	Producción de Halocarburos y Hexafluoruro de azufre	177,64	1,16%
2.F	Consumo de Halocarburos y Hexafluoruro de azufre	NE	NE

NE: no estimado



**Figura 3.2.10:** Participación de las diferentes sub-categorías en el total de emisiones de GEI del sector Procesos Industriales.

Considerando las sub-categorías dentro de las seis principales categorías del sector mencionadas anteriormente, se observa que la mayor cantidad de emisiones provienen de la Producción de Hierro y Acero, con el 33,1% del total de emisiones de GEI que proviene fundamentalmente del uso de combustibles fósiles como agente reductor dentro del proceso.

En segundo lugar, la Producción de Cemento genera el 29,1% del total, como consecuencia de la producción de clinker (materia prima del cemento) mediante la calcinación de piedra caliza. También son generadas emisiones por calcinación de la materia prima en la Producción de Cal, con un aporte del 17,1% de las emisiones totales.

Una tercer sub-categoría importante es la emisión de GEI en procesos industriales dentro de la Producción de Otros Químicos, con el 8,05% del total. El resto de las emisiones son generadas tanto por procesos de producción como debido al consumo de SF<sub>6</sub> en la industria del aluminio (5,42%); en la producción de amoníaco (4,74%), la producción de ácido nítrico (0,95%), emisiones secundarias de la producción de HFC (1,16%) y el uso de piedra caliza y dolomita en diversas actividades, entre las que se encuentra principalmente la metalúrgica (0,37%).



La mayor parte del CO<sub>2</sub> emitido en este sector proviene de la producción de hierro y de acero, y más específicamente con agentes reductores y por la calcinación de carbonatos en la fabricación de cemento y cal. También es importante el aporte de CO<sub>2</sub> por parte de la industria química, como consecuencia de la liberación en la producción de amoníaco y su utilización como fertilizante nitrogenado y en la producción de otros químicos tales como etileno, negro de humo, metanol, dicloroetileno y el cloruro de vinilo entre los principales.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> estimadas provienen exclusivamente de la sub-categoría Industria Química, específicamente, en la producción de otros químicos, principalmente el metanol, el estireno y el negro de humo. El N<sub>2</sub>O también es generado en esta sub-categoría; fundamentalmente como producto derivado no intencional de la oxidación catalítica a altas temperaturas del amoníaco en la producción de ácido nítrico.

Los PFC estimados en este inventario son originados en su totalidad durante la producción de Aluminio, la cual se encuentra concentrada en una única planta ubicada en Puerto Madryn, provincia de Chubut. Esta actividad también es responsable de la totalidad de las emisiones de SF<sub>6</sub> estimadas.

Los HFC son generados exclusivamente en la Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre. En el país sólo existe una única planta productora de HCFC-22 ubicada en la provincia de San Luis. La planta genera HFC 23 como subproducto de su proceso productivo. La empresa implementó un proyecto de reducción de emisiones, registrado en el MDL, cuyo objeto es reducir las emisiones de HFC23 mediante la instalación de un sistema de captura, almacenamiento y oxidación térmica del mismo para el posterior tratamiento de los gases de combustión. Es por esto que en las estimaciones de emisiones de este GEI en el presente inventario (para el año 2012), se consideró también la destrucción de HFC 23 por parte de la empresa.

En este sector también se generan emisiones de gases precursores, como los NO<sub>x</sub>, CO, COVNM y SO<sub>2</sub>. A pesar de que las mayores emisiones de estos gases provienen de la sub-categoría producción de papel/pulpa, la producción de alimentos y bebidas también generan un aporte en el total de este tipo de emisiones.

La Producción de Minerales libera COVNM principalmente en la producción del asfalto para pavimentos y SO<sub>2</sub> en la producción de cemento. En las emisiones estimadas en el presente inventario, la producción de metales libera NO<sub>x</sub>, CO y COVNM, fundamentalmente provenientes de la producción de Hierro y Acero.

**Tabla 3.2.10:** Emisiones de otros gases del sector Procesos Industriales por principal categoría de emisión para el año 2012, en Gg.

Categorías		NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>2</b>	<b>Procesos Industriales</b>	<b>18,95</b>	<b>11,72</b>	<b>251,71</b>	<b>16,64</b>
2.A	Industria de los Minerales	-	-	192,62	3,21
2.B	Producción Química	17,90	8,49	16,30	0,26
2.C	Producción de Metales	0,19	0,00	0,14	0,00
2.D	Otras Industrias	0,86	3,22	42,65	13,16



2.E	Producción de Halocarburos y Hexafluoruro de azufre	-	-	-	-
2.F	Consumo de Halocarburos y Hexafluoruro de azufre	-	-	-	-

A continuación puede observarse la totalidad de los gases estimados en el INVGEI para el año 2012 procedentes del sector Procesos Industriales.

**Tabla 3.2.11: Emisiones totales del sector Procesos Industriales en el año 2012, en Gg.**

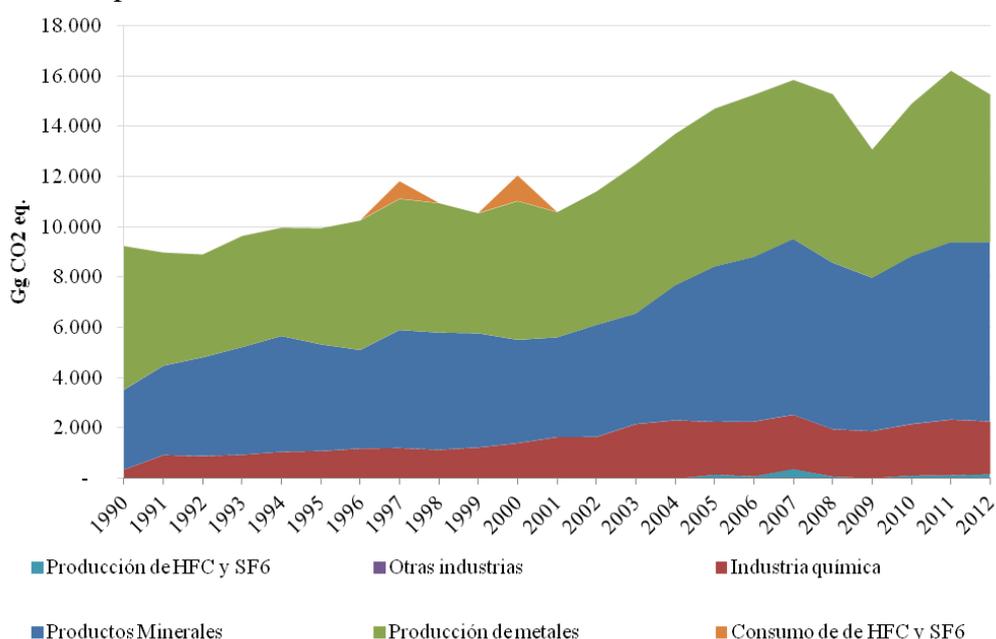
Categorías		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> eq.)	N <sub>2</sub> O (CO <sub>2</sub> eq.)	PFC (CO <sub>2</sub> eq.)	HFC (CO <sub>2</sub> eq.)	SF <sub>6</sub> (CO <sub>2</sub> eq.)	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>2</b>	<b>Procesos industriales</b>	<b>14.713,22</b>	<b>46,91</b>	<b>145,36</b>	<b>183,47</b>	<b>177,64</b>	<b>1,80</b>	<b>18,95</b>	<b>11,72</b>	<b>251,71</b>	<b>16,64</b>
2A	Industria de los minerales	7.117,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	192,62	3,21
2.A.1	Producción de Cemento	4.445,58	-	-	-	-	-	-	-	-	3,21
2.A.2	Producción de Cal	2.615,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.3	Uso de Piedra Caliza y Dolomita	56,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4	Producción de Carbonato Sódico	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.5	Material Asfáltico para Techos	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-
2.A.6	Pavimentación Asfáltica	-	-	-	-	-	-	-	-	192,62	-
<b>2B</b>	<b>Industria Química</b>	<b>1.906,47</b>	<b>46,91</b>	<b>145,36</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>17,90</b>	<b>8,49</b>	<b>16,30</b>	<b>0,26</b>
2.B.1	Producción de amoníaco	723,59	0,00	0,00	-	-	-	-	5,98	3,56	0,02
2.B.2	Producción de ácido nítrico	0,00	0,00	145,36	-	-	-	0,39	-	-	-
2.B.3	Producción de ácido adípico	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
2.B.4	Producción de carburo	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
2.B.5	Producción de otros químicos	1.182,88	46,91	0,00	-	-	-	17,51	2,51	12,74	0,24
<b>2C</b>	<b>Industria de los metales</b>	<b>5.689,44</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>183,47</b>	<b>0,00</b>	<b>1,80</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>	<b>0,00</b>
2.C.1	Producción de hierro y acero	5.047,47	-	-	-	-	-	0,19	-	0,14	-
2.C.1	Producción de ferroaleaciones	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.3	Producción de aluminio	641,98	-	-	183,47	-	-	-	-	-	-
2.C.4	SF <sub>6</sub> usado en la producción de aluminio	-	-	-	-	-	1,80	-	-	-	-
<b>2D</b>	<b>Otras industrias</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,86</b>	<b>3,22</b>	<b>42,65</b>	<b>13,16</b>
2.D.1	Producción de Papel y Pulpa	-	-	-	-	-	-	0,86	3,22	2,13	13,16
2.D.2	Producción de Alimentos y Bebidas	-	-	-	-	-	-	-	-	40,52	-
<b>2. E</b>	<b>Producción de Halocarbonos y Hexafluoruro de Azufre</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>177,64</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
2.E.1	Emisiones secundarias	-	-	-	-	177,64	-	-	-	-	-
2.E.2	Emisiones fugitivas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2. F</b>	<b>Uso de Halocarbonos y Hexafluoruro de Azufre</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>NE</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>



### ***Evolución de las emisiones de GEI***

Las emisiones de GEI fueron crecientes a lo largo del tiempo en este sector, desde el año 1990 al 2012. En 1990 las emisiones fueron de 9.236,11 Gg de CO<sub>2</sub>eq., mientras que en 2012 ascendieron a 15.268,40; esto equivale a un crecimiento de 65,3%. Esta tendencia surge como consecuencia de un incremento promedio de emisiones en todos los subsectores. Particularmente, la Industria Química fue la que presentó mayor aumento de emisiones en este período, incrementando su peso relativo en el total de emisiones del sector de un 3,9% de las emisiones de GEI totales en 1990 hasta llegar a representar el 13,7% de las emisiones en 2012.

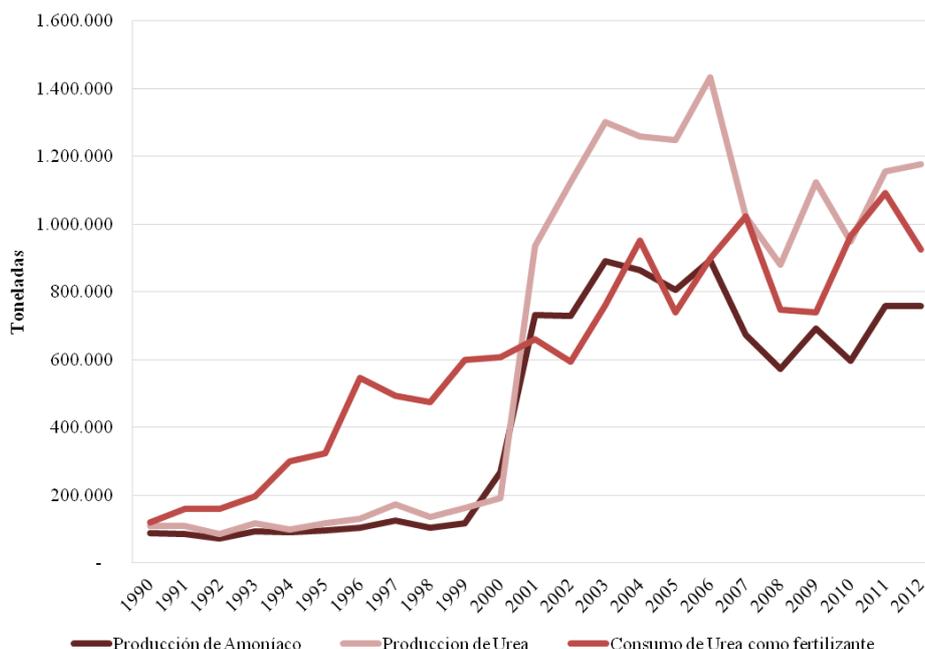
La industria de los Metales, a pesar de ser el segunda mayor categoría en términos de emisiones del sector Procesos Industriales en el presente inventario, ha presentado un relativamente bajo crecimiento en el período 1990-2012 de 2,9%. De forma contraria, la Producción de Minerales fue aumentando la magnitud de las emisiones, siendo la industria más emisora en los últimos años, superando incluso a la industria de los metales en el presente INVGEI.



**Figura 3.2.11:** *Evolución de las emisiones de GEI del sector Procesos Industriales 1990 - 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.*

A nivel de sub-categoría, la producción de Cemento, Hierro, Acero y Cal fueron las mayores emisoras a lo largo de todos los años. La producción de Otros Químicos (tales como el etileno, negro de humo, metanol, dicloroetileno y el cloruro de vinilo entre los principales) fue ganando importancia a lo largo del tiempo, manteniéndose constante en los últimos años.

También puede observarse un incremento de las emisiones hasta el año 2007, debido a la producción de amoníaco (generados por una mayor producción de urea para consumo como fertilizante) desde los años 2000/2001.



**Figura 3.2.12:** Producción de amoníaco, urea y consumo de urea como fertilizante 1990 - 2012, en toneladas. Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Petroquímico Argentino, 2012 (Producción de amoníaco y urea) y del International Plant Nutrition Institute, 2012 (Consumo de Urea como fertilizante).

Las emisiones de GEI en el proceso de producción de aluminio fueron disminuyendo como consecuencia de la implementación de mejoras tecnológicas en los procesos utilizados, que permitieron disminuir las emisiones de PFC.

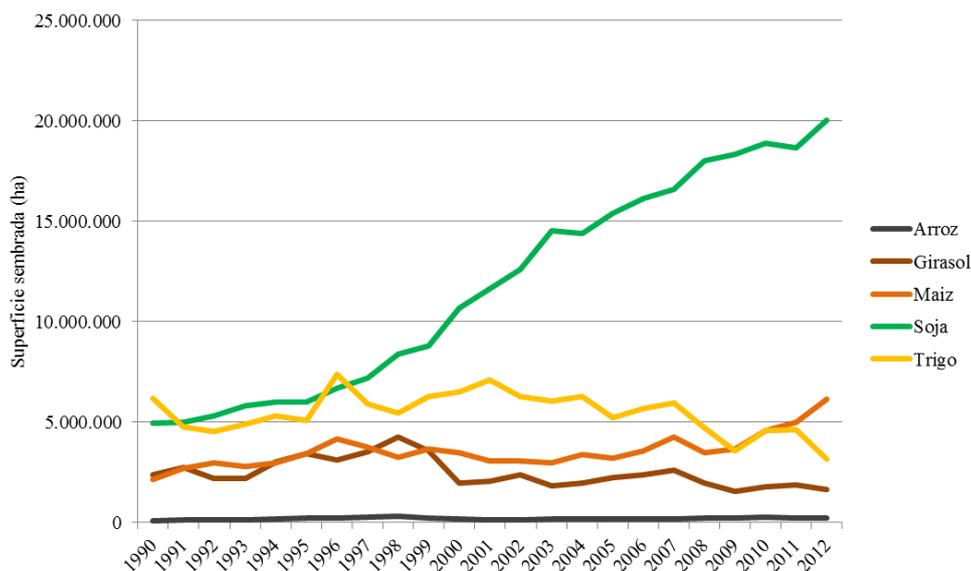
### 3.2.5 Agricultura y Ganadería

#### *Aspectos generales del sector*

##### *Agricultura*

La agricultura argentina ha experimentado en las últimas décadas un marcado crecimiento, tanto en la producción total como en la superficie cultivada. Este crecimiento es explicado por la expansión de la superficie cultivada así como por la adopción de nuevas tecnologías que se incorporaron a los sistemas productivos, las cuales generan una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

La expansión de la agricultura se manifestó con mayor énfasis en la región norte del país en los últimos años. La evolución que ha tenido la superficie implantada en esa zona fue posible gracias a mayores precipitaciones y a la incorporación de nuevas tecnologías.



**Figura 3.2.13:** Evolución del área sembrada de los principales cultivos en la República Argentina, período 1990– 2012. Fuente: Elaboración propia en base a datos extraídos del SIIA, MAGyP, 2015.

Es importante destacar que la tasa de crecimiento la superficie de soja cultivada a lo largo del período es ampliamente superior a la de los otros cultivos. Este crecimiento del sector fue acompañado por un aumento en la disponibilidad de nuevas tecnologías. Cabe destacar que en la campaña 2010/2011 el 78,5% de la superficie sembrada en Argentina se realizó bajo siembra directa. Este sistema de labranza en poco tiempo contribuyó a reducir efectivamente la pérdida de suelo por erosión (tanto eólica como hídrica) y a mejorar la eficiencia del uso del agua, el principal factor limitante en los sistemas de producción sin riego. También aumentó el consumo de fertilizantes nitrogenados, especialmente en cultivos con respuesta a la fertilización como los cereales de invierno (Trigo, cebada, avena y centeno) y de verano (maíz y sorgo).

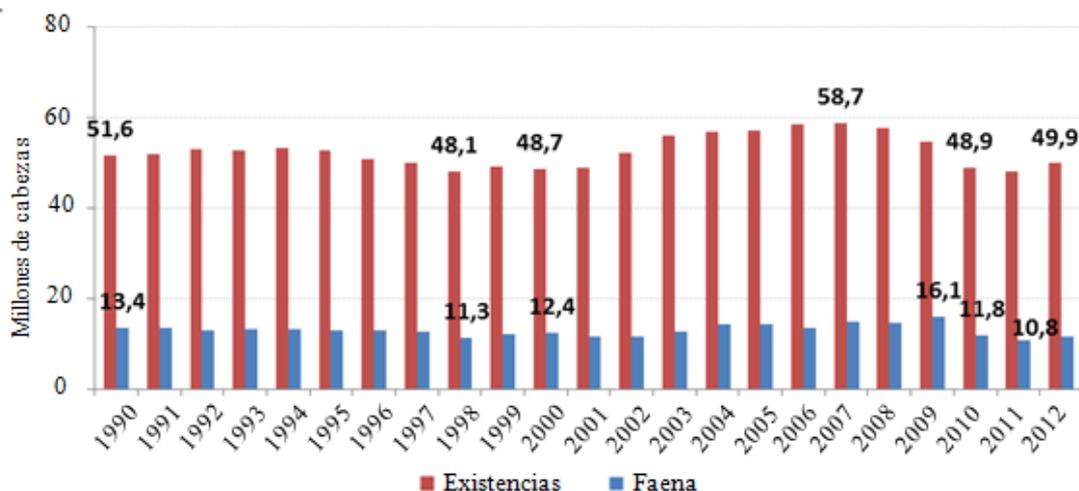
#### *Ganadería bovina*

La producción de carne bovina nacional ha tenido una dinámica diferente a la producción agrícola, presentando fluctuaciones, aunque sin tendencias definidas. Esto se ve reflejado en la evolución que han tenido tanto las existencias como el nivel de la faena de ganado bovino para el periodo 1990-2012, Figura 3.2.14.

Tanto la faena como las existencias registran las variaciones propias de los ciclos ganaderos, los cuales comienzan con un incremento en los precios de la carne y el consecuente aumento de la rentabilidad de la actividad, por lo cual se da inicio a un período de retención de ganado. La faena en el corto plazo disminuye, lo que implica un crecimiento en el nivel de las existencias. Estas variaciones provocan que al cabo de unos años, a medida que las existencias crecen y se incrementa la producción, aumente la faena. Es decir que en el mediano plazo se produce una mayor oferta en los mercados, que desemboca en una nueva caída en los precios y, por lo tanto, en la disminución de la rentabilidad de la actividad. Ante esta situación, los productores tienden a disminuir su stock de ganado, iniciándose un período de liquidación, en el que las existencias se reducen. Esta caída continúa hasta que el bajo nivel de existencias y la consecuente



disminución de la oferta provocan un aumento de precios que da comienzo a un nuevo ciclo<sup>39</sup>.



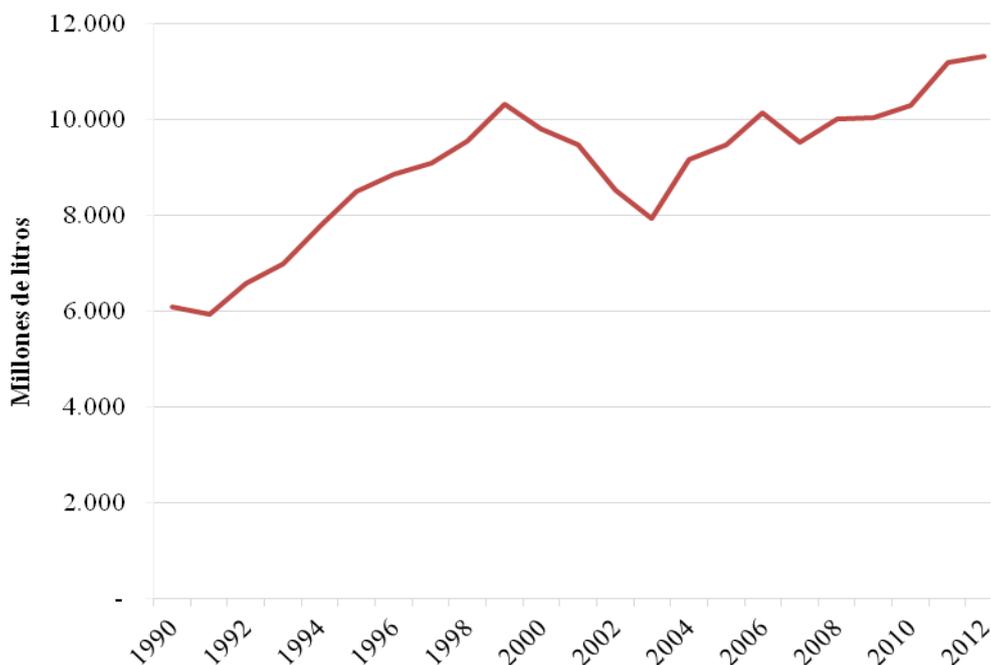
**Figura 3.2.14:** Existencias y faena nacional de ganado bovino de carne, período 1990 – 2012. Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENASA, 2013.

#### Ganadería de Leche

La producción de leche se concentra en la Región Pampeana, en las provincias de Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y La Pampa, encontrándose en ellas las principales cuencas lecheras y la mayoría de los tambos e industrias del sector. Las razas de bovinos destacadas por excelencia son la Holando Argentino y en mucha menor proporción la Jersey.

La cantidad de vacas de producción lechera en el 2012 era de poco menos de 1,8 millones con una producción de 11.000 millones de litros anuales (SENASA, 2013). A lo largo de los años el sector productivo ha sufrido un fuerte proceso de concentración. La drástica caída en la cantidad de unidades productivas (62,3% menos que en 1988) y el aumento en la producción global del país (72% más que en 1988), denotan un aumento en la escala y eficiencia de las unidades productivas, alcanzando las mismas un promedio de 2.400 litros por día (334% más que en 1988) (FUNPEL, 2013). Puede verse a continuación la evolución histórica de la producción de leche.

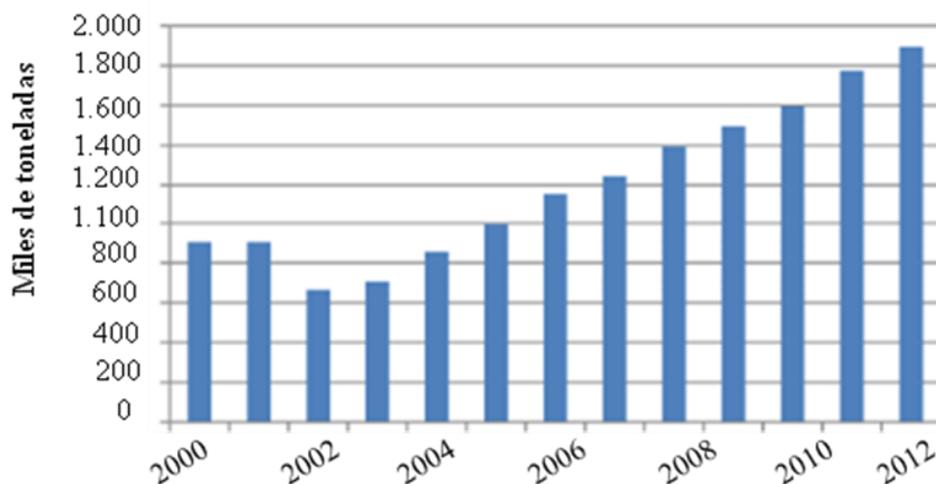
<sup>39</sup>Charvay, P. 2007. “El ciclo ganadero”, Ficha de la Cátedra de Economía Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires



**Figura 3.2.15:** Producción nacional de leche, período 1994 – 2012. Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENASA y MAGyP.

#### Carne aviar

La carne aviar ha crecido a un ritmo de 130 mil toneladas por año en la última década, resultando en una faena de 1,9 millones de toneladas de carne en el año 2012. El incremento se produce por el aumento en el número de cabezas, dado que el peso promedio de las aves se mantuvo casi en el mismo valor, aproximadamente en unos 2,7 kg/cabeza. La cadena de la carne avícola incluye la reproducción (importación y cría de abuelos, producción de padres), incubación (cría y reproducción de padres), engorde (cría de pollos), la faena de las aves y la comercialización de su carne (Área Avícola, Dirección de porcinos, aves de granja y no tradicionales, MAGyP).





**Figura 3.2.16:** *Producción nacional de carne aviar, período 2000 – 2012. Fuente: Elaboración propia en base a datos del Área Avícola, Dirección de porcinos, aves de granja y no tradicionales, MAGyP.*

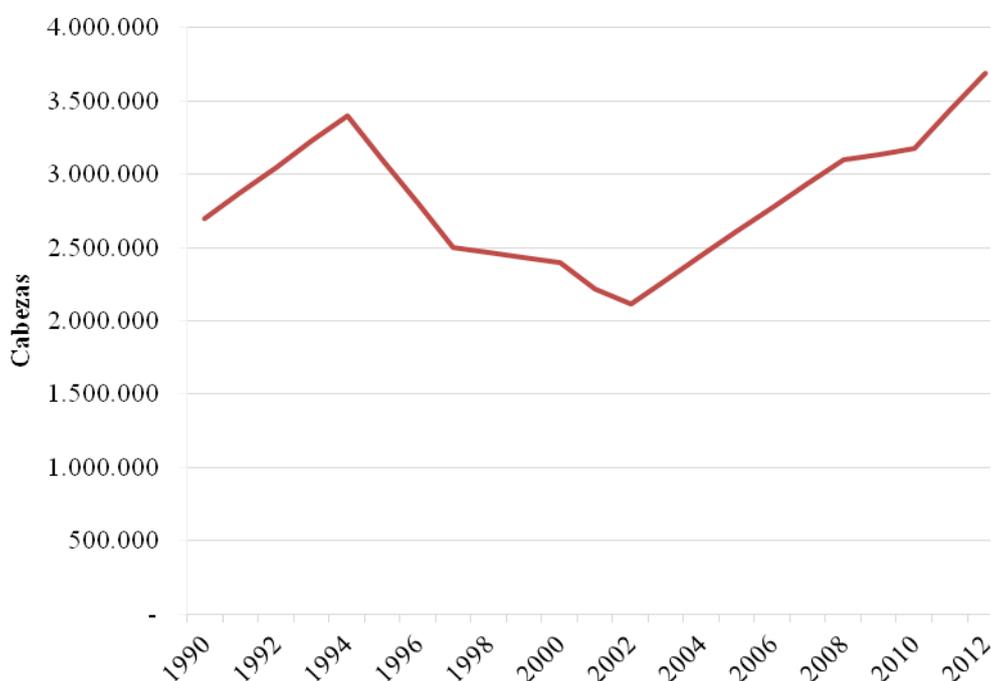
La cadena de los ovoproductos incluye la reproducción de las aves, la cría de ponedoras (recría, alimentación), la postura (traslado de ponedoras, alimentación y cuidado, higiene, recolección), la industrialización (lavado, quebrado, filtrado, pasteurizado, secado, envasado) y la comercialización del huevo (distribución, promoción, ventas, etc.).

#### *Ganado porcino*

La región Pampeana es la principal productora de porcinos del país, en segundo lugar se ubica la región del Noroeste Argentino (NOA), seguido por el Noreste Argentino (NEA) y por último por la región de Cuyo.

La cadena porcina está comprendida por la producción primaria, integrada por establecimientos productores de genética, granjas de cría, recría e invernada (ciclo completo) y los invernadores, que se encargan de la terminación de los capones. Los eslabones productivos de la industria están constituido por el frigorífico (matadero frigorífico, matadero municipal y matadero rural) encargado de la faena y/o desposte de los animales y por la industria elaboradora de chacinados y salazones.

El stock en el año 2012 fue de casi 3,7 millones de cabezas. Entre los años 2000 y 2012, se incrementó la producción de carne en cerca del 51%, alcanzando al terminar la década los 3,8 millones de cabezas procesadas y unas 337.900 toneladas de carne (SENASA, 2013).

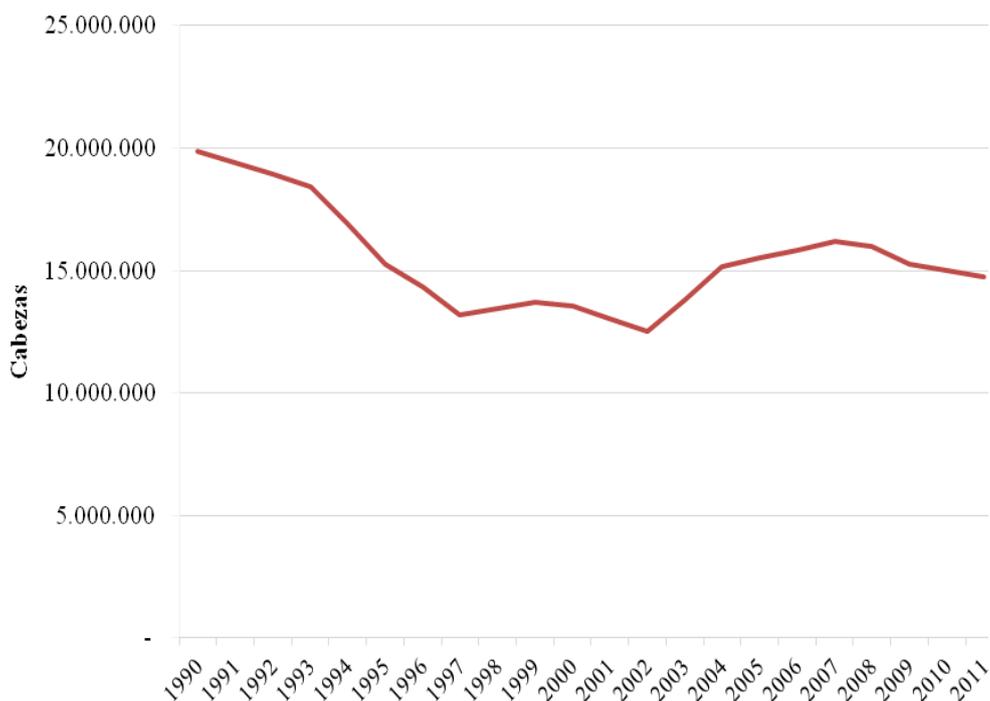


**Figura 3.2.17:** *Stock porcino, período 2000 – 2012. Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENASA, 2013.*



### *Ganadería ovina*

La actividad ovina, fue y es la principal actividad agropecuaria en términos económicos y sociales en las provincias del sur del país. Por las características de los ecosistemas locales, la misma no ha sido reemplazada por otras y si bien la actividad se ha ido retrayendo, en términos de volúmenes y en importancia frente a otros sectores productivos, la cultura ovejera sigue presente en la región y en su población. En 2011 las existencias nacionales de ganado ovino alcanzaron las 14,7 millones de cabezas (MAGyP, 2011). A continuación puede observarse la evolución del número de cabezas en el país.



**Figura 3.2.18:** Stock ovino, período 1990 – 2011. Fuente: Elaboración propia en base a datos del MAGyP, 2011.

Las emisiones del sector Agricultura y Ganadería provienen principalmente de actividades agrícolas (aplicación de fertilizantes nitrogenados, cultivos de arroz, y quema de residuos agrícolas) y pecuarias (fermentación entérica y manejo del estiércol); las mismas comprenden GEI (CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) y gases precursores de ozono (NO<sub>x</sub> y CO).

Las emisiones de este sector son agrupadas en dos categorías con diferentes sub-categorías:

- Agricultura
  - Arrozales
  - Suelos Agrícolas (entre las que se incluyen emisiones de cultivos fijadores, de residuos de cosecha y emisiones por estiércol en pasturas de ganadería)
  - Quema de Residuos Agrícolas y Sabanas
- Ganadería
  - Fermentación Entérica
  - Gestión de Estiércol



**Emisiones del año 2012**

El sector Agricultura y Ganadería generó 119.498,66 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en el año 2012; este volumen ubica al sector como el segundo mayor emisor de la República Argentina, aportando el 27,8% del INVGEI.

Dentro del sector, el 59% corresponden a emisiones de CH<sub>4</sub> mientras que el 41,3% restante corresponden a emisiones de N<sub>2</sub>O. Adicionalmente, el 60,5 % del total de las emisiones del sector son producto de actividades relacionadas con la ganadería y el 39,5 restante de la Agricultura. Cabe destacar que por una cuestión metodológica dentro de la categoría 4.B – Agricultura, se incluyen fuentes asociadas a la ganadería. En la sub-categoría Suelos Agrícolas (mayor emisor dentro del sector, aportando 57,4% al total de GEI), se incluyen las emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O provenientes del uso de fertilizantes sintéticos, de emisiones directas generadas por el cultivo de variedades fijadoras, emisiones directas por residuos de cosecha y emisiones directas e indirectas por excretas animales en sistemas pastoriles.

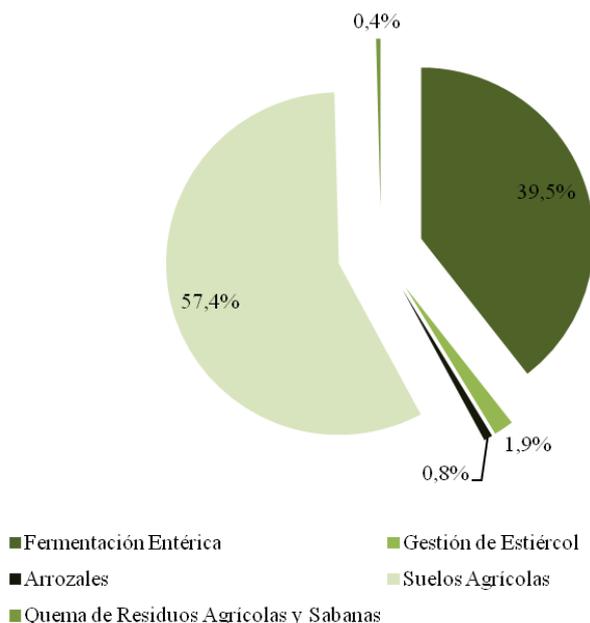
**Tabla 3.2.12:** Emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería por principal categoría de emisión para el año 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.

Categoría		Total (Gg de CO <sub>2</sub> eq.)	Contribución al sector (%)
<b>4</b>	<b>Total</b>	119.498,66	<b>100%</b>
4.A	Ganadería	49.372,89	41,3%
4.B	Agricultura	70.125,77	58,7%

Las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en la ganadería tienen dos orígenes principales, la Fermentación Entérica y el Manejo del Estiércol generado en este tipo de producción. Las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas como consecuencia de la fermentación entérica del ganado doméstico aportan el 39,5% del total de GEI del sector en el año 2012, siendo así la segunda sub-categoría con mayores emisiones en el sector. Por otro lado a la gestión del estiércol corresponde solo el 1,9% del total, como consecuencia de la liberación de CH<sub>4</sub> durante la descomposición del estiércol bajo condiciones anaeróbicas, y emisiones directas de N<sub>2</sub>O que se producen a través de la nitrificación y denitrificación del nitrógeno contenido en el estiércol.

Por otro lado, el CH<sub>4</sub> emitido durante la descomposición anaeróbica de material orgánico en los arrozales inundados contribuye un 0,8% del total de las emisiones del sector.

Finalmente la Quema de Residuos Agrícolas, principalmente en cultivos de caña de azúcar y en menor proporción de lino; y la quema de bosques nativos, arbustos y pastizales (sub-categoría “Quema de Sabana”) aporta el 0,4% restante de las emisiones de GEI al Sector Agricultura y Ganadería.



**Figura 3.2.19:** Participación de las diferentes sub-categorías en el total de emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería.

El 95,5% de todo el CH<sub>4</sub> emitido por el sector proviene fundamentalmente de la fermentación entérica, el resto proviene de las liberaciones de este gas en arrozales, y en menor medida por la quema de residuos agrícolas y sabanas.

Por otro lado, del total de N<sub>2</sub>O emitido a la atmósfera, los suelos agrícolas son responsables de más del 97,9% del mismo, siendo las emisiones restantes las provenientes de la gestión del estiércol de ganado doméstico y de la quema de residuos agrícolas y sabanas.

En este sector también son generados precursores de GEI que se originan como consecuencia de la combustión incompleta del combustible durante la quema de residuos agrícolas y sabanas. Entre estos se incluyen el CO y especies de nitrógeno como el NO<sub>x</sub>.

**Tabla 3.2.13:** Emisiones totales del sector Agricultura y Ganadería en el año 2012, en Gg.

Categoría		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> eq.)	N <sub>2</sub> O (CO <sub>2</sub> eq.)	NO <sub>x</sub>	CO
<b>4</b>	<b>Total</b>		<b>49.374,14</b>	<b>70.124,52</b>	<b>9,83</b>	<b>485,6</b>
4.A	Ganadería	-	47.980,83	1.392,06	-	-
4.A.1	Fermentación Entérica	-	47.157,40	-	-	-
4.A.2	Gestión de Estiércol	-	823,43	1.392,06	-	-
4.B	Agricultura	-	1.393,31	68.732,46	9,83	485,6
4.B.1	Arrozales	-	977,34	-	-	-
4.B.2	Suelos Agrícolas	-	-	68.648,20	-	-

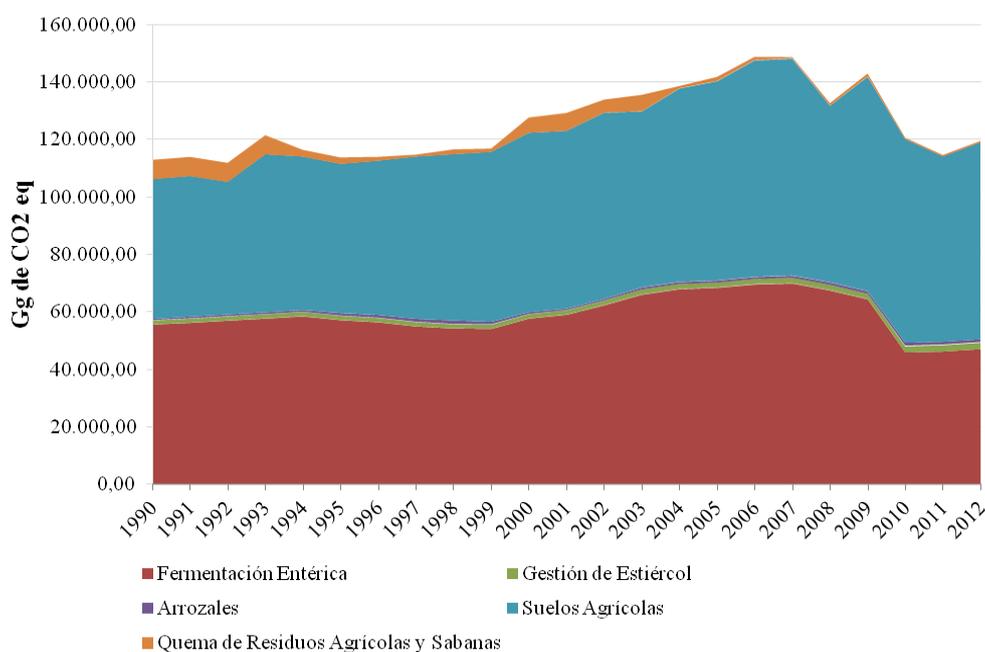


4.B.2.a	Emisiones Directas e Indirectas por el uso de Fertilizantes Sintéticos (FSN)	-	-	7.041,77	-	-
4.B.2.b	Emisiones Directas de cultivos Fijadores (FBN)	-	-	22.585,95	-	-
4.B.2.c	Emisiones Directas por residuos de cosecha (FRC)	-	-	16.145,84	-	-
4.B.2.d	Emisiones Directas e Indirectas por excretas animales en sistemas pastoriles	-	-	22.874,64	-	-
4.B.3	Quema de Residuos Agrícolas y Sabanas	-	415,97	84,26	9,83	485,6
4.B.3.a	Quema de Residuos Agrícolas	-	136,29	33,17	3,87	136,0
4.B.3.b	Quema de Sabanas	-	279,68	51,09	5,96	349,6

**Evolución de las emisiones de GEI**

A diferencia de los inventarios de los otros sectores, el Sector Agricultura y Ganadería no presenta un crecimiento significativo de emisiones. En 1990 las emisiones fueron de 112.934,95 Gg de CO<sub>2</sub>eq. y de 119.498,66 en 2012, esto equivale a un aumento de sólo 5,8%.

Las emisiones provenientes de Suelos Agrícolas representaban el 43,2% del total de emisiones de GEI del sector en 1990, aumentando hasta el 57,4% hasta el año 2012, convirtiéndose en la sub-categoría con mayores emisiones del sector. Este cambio se produce, como consecuencia del constante aumento de las emisiones directas e indirectas por el uso de fertilizantes sintéticos desde el año 1992, por el aumento de emisiones provenientes del aporte de nitrógeno de los residuos de cosecha de cultivos agrícolas, combinado con el stock ganadero prácticamente sin cambios significativos.





**Figura 3.2.20:** *Evolución de las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería 1990 - 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.*

La Fermentación Entérica, fue la mayor fuente de emisiones hasta el año 1997. El principal factor de esta caída fue la disminución en un 72% de las emisiones de la ganadería de carne. Esta disminución se produjo por dos razones, por un lado la mejora en el procedimiento del cálculo, por disponerse de mayor nivel de detalle en la descripción de los sistemas de producción de carne y por el otro la caída del stock ganadero total del 17% entre 2008 y 2010. Por ello el sector presentó emisiones estables e incluso disminuciones en los últimos años, pasando de representar el 49,3% del total de GEI en 1990 al 39,5% en el 2012. De manera contraria, las emisiones por gestión de estiércol del ganado doméstico han aumentado a lo largo del tiempo, aunque cabe destacar que representaron solo entre el 1,1 y el 1,9% en todo el período analizado.

Las emisiones provenientes de la Quema de Residuos Agrícolas y Sabanas fueron disminuyendo en los últimos años, de 6.695,25 en 1990 a 500,23 Gg de CO<sub>2</sub>eq. en el presente INVGEI; esta variación representa una disminución de estas emisiones del 92,5%. La caña de azúcar fue el cultivo que individualmente generó el mayor aporte a las emisiones de GEI en el período, ya que presenta una mayor extensión que el lino y una mayor producción de materia seca; la variación interanual observada es explicada por la variabilidad anual de la producción.

El resto de las emisiones del sector, que corresponden a las provenientes de los arrozales, no presentaron mayor crecimiento a lo largo del período 1990-2012.

### 3.2.6 Cambio del uso del suelo y silvicultura

#### *Aspectos generales del sector*

La República Argentina presenta seis regiones forestales: Selva Tucumano Boliviana - Yungas (STB), Parque Chaqueño (PCH), Selva Misionera – Selva Paranaense (SM), Bosque Andino Patagónico (BAP), Espinal (ESP) y Monte (MON), definidas en el marco del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos (PINBN) (1998) realizado por la SAYDS.

El PINBN permite por primera vez tener datos concretos de la superficie de bosque nativo del país y definió una clase de cobertura de la tierra distinguiendo Tierras Forestales (TF) y Otras Tierras Forestales (OTF). Es importante aclarar que a partir de la Ley N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (2007), su Decreto Reglamentario (2009) y la Resolución COFEMA 230/2012 (Pauta 1.2), las clases de bosque nativo se redefinieron según se detalla en la Tabla 3.2.14. Esta definición también se utiliza para realizar las Evaluaciones de los Recursos Forestales mundiales (FRA - Forest Resources Assessments) que se suministra a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

**Tabla 3.2.14:** *Definición de las Clases de cobertura de la tierra.*

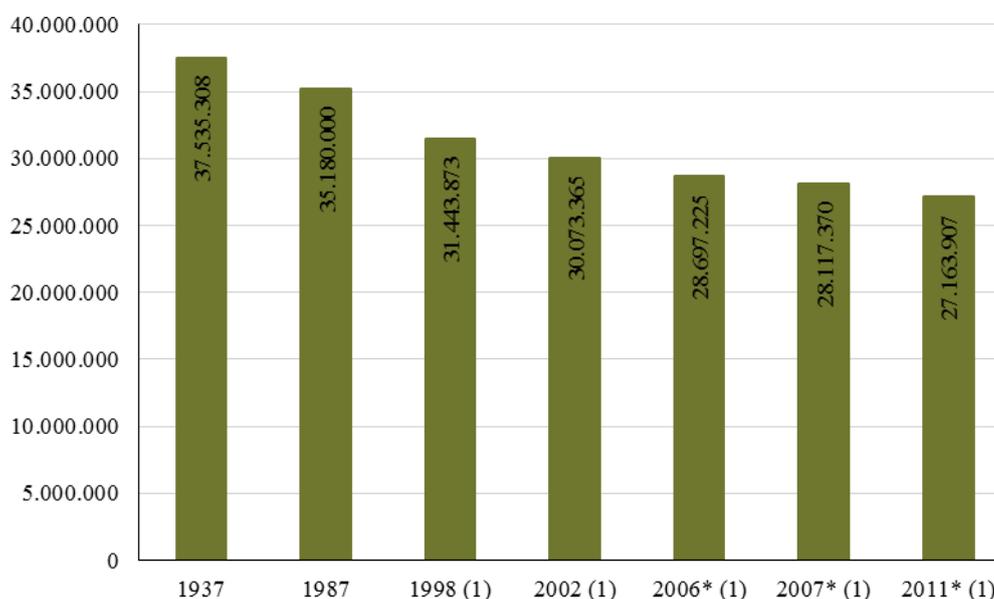
Clase de cobertura de la tierra	Definición
---------------------------------	------------



Tierras Forestales (TF)	Tierras con una cobertura arbórea de especies nativas mayor o igual al 20% con árboles que alcanzan una altura mínima de 7 m.
Otras Tierras Forestales (OTF)	Tierras con una cobertura arbórea de especies nativas entre 5 y 20% con árboles que alcanzan una altura mínima de 7 m; o tierras con una cobertura arbórea mayor o igual al 20% donde los árboles presentan una altura menor a 7 m; o tierras que presentan al menos un 20 % de cobertura arbustiva con arbustos de altura mínima de 0,5 m. Se incluyen bosques en galería, palmares, cañaverales y arbustales.

Fuente: UMSEF - SAyDS

En la figura 3.2.21 se observa la evolución de la superficie de la categoría “Tierras Forestales” desde el año 1937 hasta el año 2011.



**Figura 3.2.21:** Evolución Superficie “Tierras Forestales”. Fuente: Año 1937: Censo Nacional Agropecuario, Año 1987: Estimaciones del Instituto Forestal Nacional (IFONA), Año 1998: PINBN - Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas – SAyDS y Año 2002-2011: UMSEF - Dirección de Bosques - SAyDS.

Notas:

(1) Los datos de superficie de bosque nativo corresponden a la clase Tierras Forestales (TF), que son tierras con una cobertura arbórea de especies nativas mayor o igual al 20% con árboles que alcanzan una altura mínima de 7 metros y una superficie superior a 10 hectáreas.

(\*) Datos 2006 a 2011: Estimaciones UMSEF - Dirección de Bosques (SAyDS) realizadas en base a la deforestación (pérdida de TF) de los períodos: 2002-2006, 2006-2007, y 2007-2011.

La República Argentina cuenta con una superficie de 27.163.907 hectáreas de Tierras Forestales, según la actualización al año 2011 de las superficies del PINBN<sup>40</sup>. Esta superficie constituye el 9.73% de la superficie de la República Argentina en relación a la superficie continental del territorio nacional. Por su parte las Otras Tierras Forestales suman aproximadamente 65,4 millones de Ha. En la tabla 3.2.15 se detallan las existencias forestales (TF+OTF) para el año 2011.

<sup>40</sup> (UMSEF, 2012) Publicación denominada “Monitoreo de la superficie de bosque nativo de Argentina”, de la Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.



**Tabla 3.2.15:** *Existencias forestales en Argentina – Año 2011*

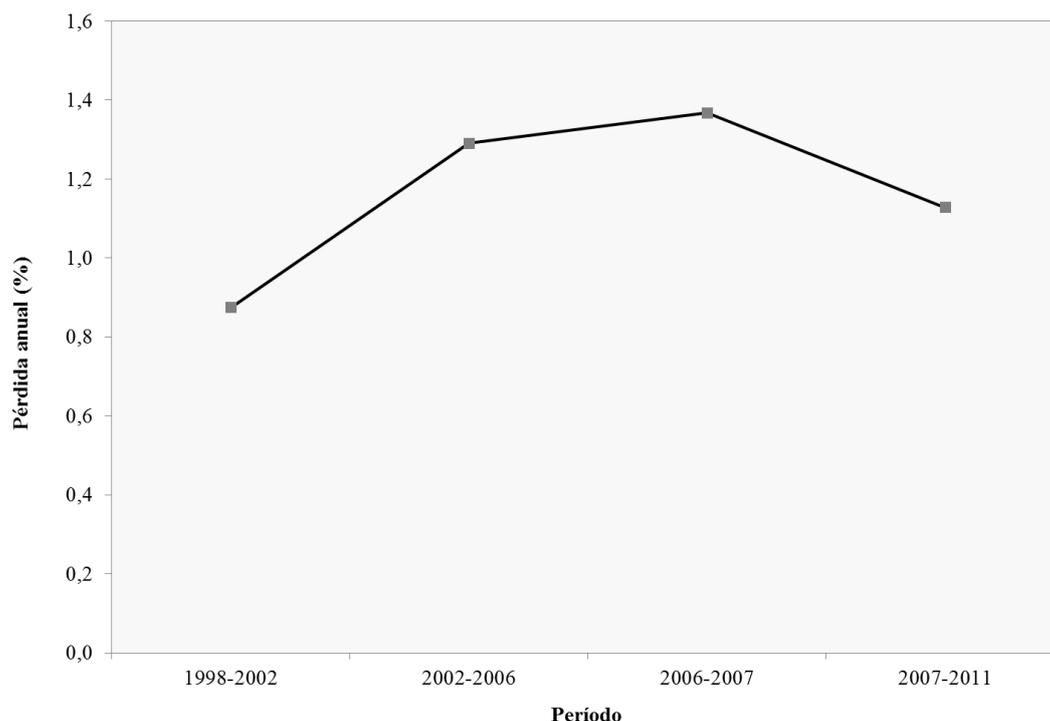
Región Forestal	Tierras Forestales	Otras Tierras Forestales	TOTAL
	Miles de Ha	Miles de Ha	Miles de Ha
Selva Misionera (Selva Paranaense)	1.130	183	1.313
Selva Tucumano Boliviana (Yungas)	3.610	302	3.912
Bosque Andino Patagónico	1.895	2.224	4.119
Parque Chaqueño	19.182	14.274	33.456
Monte	-	42.969	42.969
Espinal	1.346	5.430	6.776
<b>Total</b>	<b>27.163</b>	<b>65.382</b>	<b>92.545</b>

*Fuente: UMSEF - Dirección de Bosques - SAyDS.*

La deforestación es un proceso que ocurrió por pulsos asociados a períodos favorables para la expansión agrícola, ya sea por los precios de los productos, cambios tecnológicos o contexto socio-político. Se observa a partir de la década de 1990 un proceso de presión sobre el bosque nativo favorecido por la inversión en infraestructura, los cambios tecnológicos (transgénicos y siembra directa) y la demanda de los mercados internacionales.

De acuerdo a estimaciones de la UMSEF, la deforestación (Tierras Forestales) para el período 1998-2002 fue de aproximadamente 235.000 hectáreas/año, en el período 2002-2006 se perdieron 342.000 hectáreas/año de bosques nativos, en 2006-2007 la superficie anual deforestada fue de 365.000 hectáreas/año, en tanto que entre 2007 y 2011 fue de 281.000 hectáreas/año. Las regiones forestales más afectadas por deforestación son el Parque Chaqueño, la Selva Misionera y la Selva Tucumano Boliviana.

Cabe destacar una desaceleración de la deforestación a partir de la sanción de la Ley Nacional N° 26.331 de “Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos” sancionada en noviembre de 2007, cuya Autoridad Nacional de Aplicación es la SAyDS. Esta herramienta fija los presupuestos mínimos para el manejo sustentable y la conservación de los bosques nativos a los que deben ajustarse las autoridades de las jurisdicciones provinciales que, de acuerdo a la Constitución Nacional, tienen el dominio originario de los recursos naturales existentes en sus territorios. Esta ley estableció nuevos instrumentos de regulación, incorporó la zonificación de las áreas de bosques según las distintas categorías de conservación y estableció instrumentos económicos que incentivan su conservación y protección. En la figura 3.2.22 se puede observar la evolución de la tasa de deforestación.



**Figura 3.2.22:** *Porcentaje anual de pérdida de superficie de “Tierras Forestales”.*  
 Fuente:UMSEF - Dirección de Bosques - SAyDS.

Según datos de las plantaciones forestales de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca del MAGyP (2011), Argentina cuenta con bosques cultivados que cubren una superficie de 1.082.700 hectáreas. Las especies principalmente utilizadas son los pinos, que abarcan el 54% de la superficie total implantada, los eucaliptos el 32% y las salicáceas (sauces y álamos) el 9%. El saldo (5%) está compuesto por una variedad de especies, principalmente latifoliadas (árboles de hoja ancha, como paraíso, grevillea, etc.). Cuatro provincias (Misiones, Corrientes, Entre Ríos y Buenos Aires) aglomeran el 86,3% de la superficie total plantada en el país. Sharry (2013)

El Gobierno Nacional, fomenta la instalación de plantaciones forestales mediante subsidios económicos y beneficios fiscales, a través de la Ley N° 26.432, que proroga los beneficios de la promoción, establecidos en la Ley N° 25.080 de “Inversiones para Bosques Cultivados”, y reglamentada por el Decreto 133/1999, siendo la Autoridad de Aplicación el MAGyP.

Por medio la ley 25.080 se instituye un régimen de promoción de las inversiones que se efectúen en nuevos emprendimientos forestales y en las ampliaciones de los bosques existentes, del que podrán ser beneficiarias las personas físicas o jurídicas que realicen efectivas inversiones en las actividades objeto de la ley.

El incremento de biomasa forestal, procedente de plantaciones y regeneración de bosques nativos, constituye una fuente de captura de CO<sub>2</sub>, en tanto que la extracción de productos forestales constituye una fuente de emisión. En los inventarios anteriores (1990-2000), el crecimiento de biomasa forestal ha sido superior a la extracción de productos forestales, dando lugar a una “captura neta” de carbono para este sub-sector. Sin embargo, la extracción de productos forestales, que ha ido creciendo en los últimos



años, ha dado lugar a emisiones superiores a la captura de carbono por crecimiento en la biomasa forestal, y consecuentemente a una “emisión neta” de CO<sub>2</sub>.

La superficie de Suelos Gestionados, según estimaciones oficiales, fue de 33.511.622 hectáreas en el año 2012 (campana 2011-2012) y una superficie de verdes de invierno (avena y centeno) y de verano (mijo, sorgos forrajeros y doble propósito) de 5.436.036 hectáreas.

En la tabla 3.2.16 se pueden observar el resumen de los cambios de uso y de las superficies correspondientes a suelos gestionados utilizados para el INVGEI 2012.

**Tabla 3.2.16: Matriz de cambio de uso para el periodo 2010 - 2012**

<b>Hacia:</b>	Tierras Forestales Gestionadas (Plantaciones)	Tierras Forestales No Gestionadas (Bosques Nativos)	Cultivos Agrícolas	Pastizales (Gestionados)	Pastizales (No Gestionados)	<b>Área Inicial</b>
<b>Desde</b>	<b>(miles de hectáreas)</b>					
Tierras Forestales Gestionadas (Plantaciones)	1.033	-	-	-	-	<b>1.033</b>
Tierras Forestales No Gestionadas (Bosques Nativos)	32	-	551	-	-	<b>583</b>
Cultivos Agrícolas	-	-	31.445	-	-	<b>31.445</b>
Pastizales (Gestionados) (Pasturas Perennes y leguminosas Anuales)	-	-	1.477	5.436	-	<b>6.913</b>
Pastizales (No Gestionados)	18	-	38	-	-	<b>56</b>
<b>Área Final</b>	<b>1.083</b>	<b>-</b>	<b>33.511</b>	<b>5.436</b>	<b>-</b>	<b>40.031</b>

En el Sector Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura se estiman emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub> provenientes de cuatro sub-categorías:

- Cambios en la biomasa de los bosques y otros tipos de vegetación leñosa,
- Conversión de bosques y otras tierras
- El abandono de tierras cultivadas
- Cambio en el contenido de carbono por el uso del suelo.



Las tres primeras se encuentran relacionadas con las superficies forestales, mientras la cuarta lo está con el cambio en el uso del suelo y con el uso agrícola del mismo.

**Emisiones del año 2012**

El sector Cambio del Uso de Suelo y Silvicultura generó emisiones por un valor de 90.515,25 Gg de CO<sub>2</sub>eq. en el año 2012; ubicando al sector como el tercer emisor dentro de la Argentina; con un porcentaje de participación del 21,1%.

Del total de emisiones estimadas del sector, el 94% corresponden a emisiones de CO<sub>2</sub>, y el porcentaje restante a emisiones de CH<sub>4</sub> (5%) y N<sub>2</sub>O (1%).

**Tabla 3.2.17: Emisiones de GEI del sector Cambio del uso del suelo y silvicultura por principal categoría de emisión para el año 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.**

Categoría		Total (Gg CO <sub>2</sub> eq.)	Contribución al Sector (%)
<b>5</b>	<b>Cambio del uso del suelo y silvicultura</b>	<b>90.515,25</b>	<b>100%</b>
5.A	Cambio en bosques y otros stocks de biomasa leñosa	2.056,00	2,3%
5.B	Conversión de bosques y otras tierras	60.941,10	67,3%
5.C	Tierras Abandonadas	NA	NA
5.D	Cambio de Carbono en los Suelos	27.518,15	30,4%

NA: No aplica

La sub-categoría conversión de bosques y otras tierras, aporta el 67,3% del total de GEI emitido por el sector CUSS. Esta sub-categoría comprende la liberación de CO<sub>2</sub> por transformación de bosque nativo y/o pastizal a otros usos (tales como plantaciones forestales, cultivos agrícolas o pasturas); la emisión de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O durante quema de la biomasa aérea; el CO<sub>2</sub> liberado durante la descomposición de la biomasa aérea, como así también la liberación de CO<sub>2</sub> de los suelos transformados. Es importante destacar que el CO<sub>2</sub> emitido de esta sub-categoría es la principal fuente de emisión del INVGEI 2012.

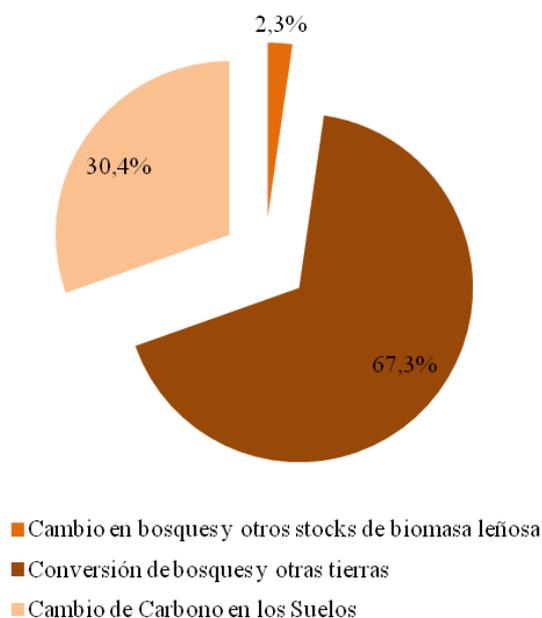
En segundo lugar, el cambio del carbono en los suelos generado como consecuencia del uso y la gestión de los mismos aportaron el 30,4% de las emisiones de GEI, como consecuencia de liberación de CO<sub>2</sub> almacenado en los depósitos de carbono orgánico de los suelos.

Las emisiones de GEI restantes provienen de emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> como consecuencia del cambio de biomasa leñosa en bosques y otros stocks.

Las emisiones estimadas para el año 2012, provenientes de la extracción de productos forestales de bosque nativo e implantado, fueron superiores a las absorciones generadas por el crecimiento de la biomasa forestal. Como consecuencia, la sub-categoría Cambio en bosques y otros stocks de biomasa leñosa es un emisor neto de emisiones de GEI. Esto difiere de lo reflejado en el inventario anterior (INVGEI 2000), donde esta sub-categoría participó como sumidero de GEI.



Adicionalmente, el inventario anterior incluyó 10 millones de hectáreas de tierras abandonadas, las cuales constituyeron un importante sumidero de emisiones de GEI. En el presente inventario, esta categoría no fue considerada por no encontrarse evidencias de superficies abandonadas que pudieran clasificarse en esta categoría, constituyendo esta diferencia una variación sustancial con respecto a los inventarios anteriores.



**Figura 3.2.23:** Participación de las diferentes sub-categorías en el total de emisiones de GEI del sector Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura.

El 65,3% del CO<sub>2</sub> es emitido como consecuencia de la conversión de bosques y otras tierras. Otro 32,3% proviene del cambio en el contenido de carbono en los suelos gestionados, mientras el 2,4% restante resulta de cambios en el stock en los bosques y otra biomasa leñosa.

La totalidad del CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O proviene de la conversión de bosques y otras tierras, como así también de las emisiones de gases precursores como el NO<sub>x</sub> y CO.

**Tabla 3.2.18:** Emisiones totales del sector Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura en el año 2012, en Gg.

Categoría		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> eq.)	N <sub>2</sub> O (CO <sub>2</sub> eq.)	NO <sub>x</sub>	CO
<b>5.A</b>	<b>Total</b>	<b>85.275</b>	<b>4.756,50</b>	<b>483,6</b>	<b>56,28</b>	<b>1.081,88</b>
5.A	Cambio en bosques y otros stocks de biomasa leñosa	2.056	-	-	-	-
5.B	Conversión de bosques y otras tierras	55.701	4.756,50	483,6	56,28	1.081,88
5.C	Tierras Abandonadas	NA	NA	NA	NA	NA
5.D	Cambio de Carbono en los Suelos	27.518	-	-	-	-

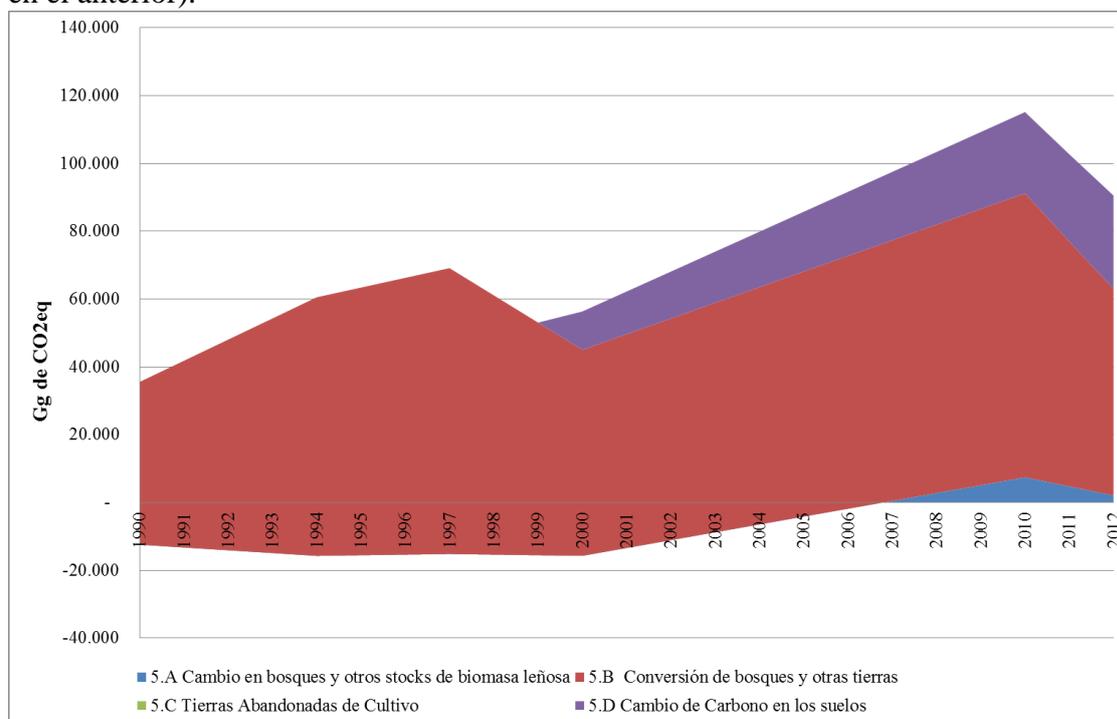
NA: No aplica



### ***Evolución de las emisiones de GEI***

El sector CUSS incrementó sus emisiones de GEI de 35.559,41 Gg de CO<sub>2</sub>eq en 1990 a 90.515,25 Gg de CO<sub>2</sub>eq en el presente inventario, lo cual implica un aumento de más de 155%.

Este aumento se dio como consecuencia de varios factores: por un lado la sub-categoría conversión de bosques y otras tierras (principal categoría de emisión del sector en todo el período), creció un 27% pasando de emitir 48.021,42 a 60.941,10 Gg de CO<sub>2</sub>eq. en el período analizado. Por otro lado, la sub-categoría cambio en biomasa de bosques y otros stocks de vegetación leñosa pasó de ser un sumidero neto de GEI en el período 1990-2006 a ser una sub-categoría emisora del 2006 en adelante. Adicionalmente, desde el año 2000 se reportan las estimaciones de la sub-categoría Cambio de Carbono en los suelos, las cuales presentaron un aumento constante en el tiempo. Este aumento se explica en parte por el incremento de la superficie cultivada en todo el país en el período 2000-2010 (al año 2000, la superficie nacional reportada como tierras manejadas con cultivos fue de 23,9 millones de hectáreas y en el año 2012 fue de 33,5 millones de hectáreas) y además por la exclusión de tierras abandonadas en el cálculo de balance de carbono orgánico de suelos en el presente inventario (mientras que habían sido incluidas en el anterior).



**Figura 3.2.24:** *Evolución de las emisiones de GEI del sector Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura 1990 - 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.*

### **3.2.7 Residuos**

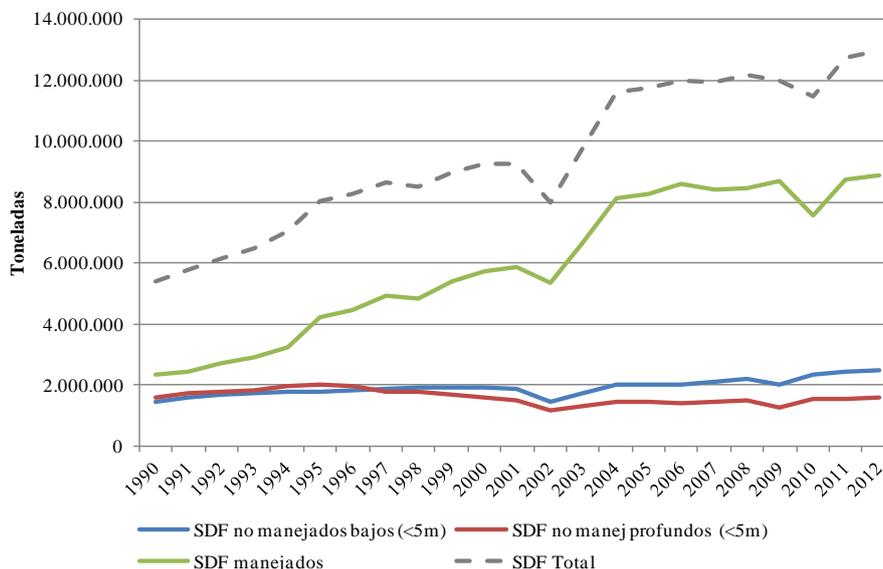
#### ***Aspectos generales del sector***

La práctica usual en Argentina es la disposición de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en rellenos sanitarios o en Sitios de Disposición Final de Residuos (SDF) con diferente grado de control, aunque una parte de los residuos urbanos aún conforman Basurales a Cielo Abierto (BCA). A partir del año 2004 se inició en algunos SDF la captura de CH<sub>4</sub> con fines de mitigación, o para generar energía, aunque el nivel de mitigación



alcanzado no ha sido suficiente para revertir la tendencia creciente de las emisiones de CH<sub>4</sub>.

La evolución de RSU a lo largo del tiempo fue creciente pasando de 5.419.177 toneladas en 1990 a 12.988.760,34 en el 2010, Figura 3.2.25.



**Figura 3.2.25:** RSU depositados en la República Argentina segregados por tipo de disposición, para el período 1990 - 2012. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de PIB, Censos poblacionales, Indicadores de RSU de la SAyDS y del Observatorio de RSU de la República Argentina.

En Argentina no se incineran los residuos urbanos, pero sí se incineran residuos industriales especiales y residuos clínicos. En algunos casos, la incineración de residuos industriales especiales genera un combustible (blending) que se utiliza en hornos de cemento como sustitución parcial de combustibles fósiles. De los residuos industriales que se incineran no se obtuvo información sobre cantidades tratadas.

En cuanto al manejo de aguas residuales, las plantas de tratamiento urbanas pueden recibir aguas domésticas y comerciales, agua por la limpieza de calles y veredas y también agua de lluvia. Los efluentes industriales que se vierten en la red pública han sido tratados previamente. De acuerdo a la localización de la planta industrial, también puede darse el caso de vertido a cursos de agua superficiales, previamente tratados. Dado que la legislación de vuelco de efluentes industriales es de orden provincial, no existe registro unificado de datos.

De acuerdo al último censo nacional de población (año 2010) se ha incrementado en un 10% la cobertura del servicio de aguas residuales a la red pública en relación al censo anterior (2001), pero no se ha incrementado proporcionalmente el servicio de saneamiento en las plantas de tratamiento. Las plantas de tratamiento de efluentes domésticos/comerciales instaladas en Argentina aplican los procesos convencionales de separación mecánica (rejillas, filtros), y tratamiento biológico, básicamente de tipo aeróbico, donde la materia orgánica se oxida a través de bacterias aeróbicas generando un lodo, que posteriormente es removido y también un tratamiento anaeróbico que



reduce el oxígeno disuelto genera emisiones de CH<sub>4</sub>. En general la mayoría de las plantas cuentan en su diseño original con biodigestores para el tratamiento de los lodos y la recuperación de CH<sub>4</sub> pero no se ha encontrado registro del funcionamiento de los mismos. Habitualmente los lodos son dispuestos en piletones donde pierden humedad hasta que se descargan fuera de las plantas de tratamiento (rellenos sanitarios) aunque no se encuentran registros sobre mediciones del volumen/peso de los mismos, ni sobre su contenido de materia orgánica.

Dentro del sector Residuos, se incluyen las categorías Residuos Sólidos en SDF, el manejo de Aguas Residuales que incluye las domésticas/comerciales y efluentes industriales y por último la Incineración de Residuos.

Este sector aporta principalmente emisiones de CH<sub>4</sub> por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica contenida en los RSU y en los efluentes, emisiones de N<sub>2</sub>O producidas por la descarga de efluentes domiciliarios y emisiones de CO<sub>2</sub> por la incineración de residuos.

Las emisiones que aporta este sector están asociadas directamente a la incorporación de tecnología en los SDF, a las variaciones poblaciones y al incremento de los niveles de consumo y de la producción industrial.

#### ***Emisiones del año 2012***

En el año 2012, el sector Residuos generó un total de 20.777,50 Gg de CO<sub>2</sub>eq. de GEI, que representan el 4,8% de las emisiones totales del INVGEI estimadas para el año 2012, ubicándose como el segundo sector menos emisor del inventario. Aproximadamente el 94,6% de estas emisiones de GEI del sector corresponden a CH<sub>4</sub> mientras que el resto corresponde a emisiones de N<sub>2</sub>O (5,1%) y sólo un 0,3% a CO<sub>2</sub>.

Las emisiones estimadas de la categoría Aguas Residuales generan el 61,9% del total de GEI del sector, como consecuencia principalmente de la descomposición anaeróbica de aguas domésticas/comerciales y por las aguas residuales industriales y, por otro lado por las emisiones de N<sub>2</sub>O producidas por las aguas residuales humanas.

Un 37,8% de las emisiones de GEI son emitidas por los residuos sólidos en sistemas de disposición final. Finalmente, la incineración de residuos aporta el 0,3 % restante.

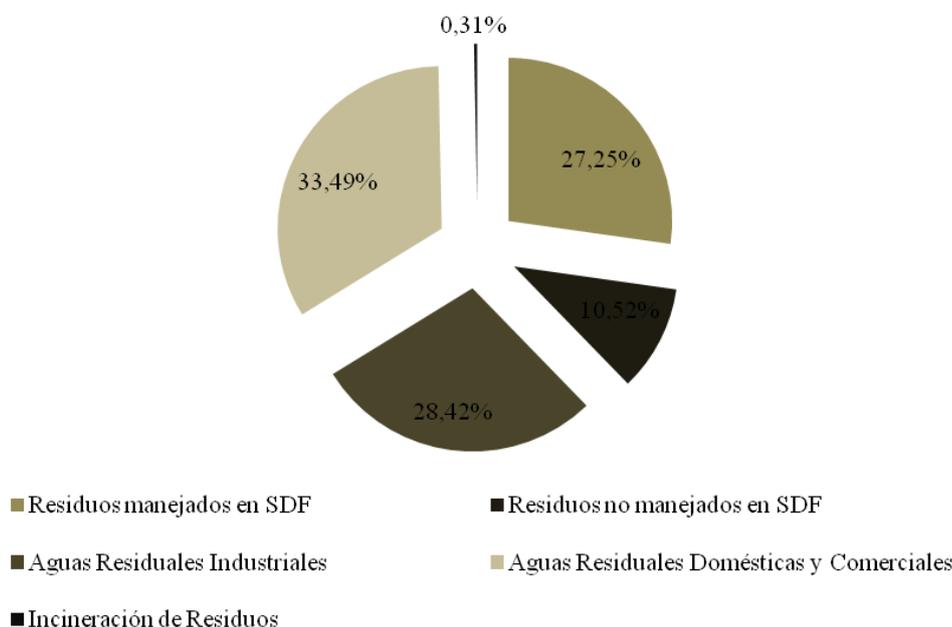
**Tabla 3.2.19:** *Emisiones de GEI del sector Residuos por principal categoría de emisión para el año 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.*

	<b>Categoría</b>	<b>Total (Gg CO<sub>2</sub> eq.)</b>	<b>Contribución al sector (%)</b>
<b>6</b>	<b>Residuos</b>	20.777,50	100%
6.A	Residuos Sólidos en SDF	7.847,70	37,8%
6.B	Aguas Residuales	12.864,40	61,9%
6.C	Incineración de Residuos	65	0,3%
6.D	Otros	NE	NE

NE: No estimado



La sub-categoría Aguas Residuales Domésticas y Comerciales (ARD) es responsable del 33,49% de las emisiones de GEI del sector como consecuencia de liberaciones de CH<sub>4</sub> generadas durante la degradación anaeróbica de la alta carga de materia orgánica en el agua y por el N<sub>2</sub>O proveniente exclusivamente de aguas residuales humanas (liberadas de las excretas del humano).



**Figura 3.2.26:** Participación de las diferentes sub-categorías en el total de emisiones de GEI del sector Residuos.

Las Aguas Residuales Industriales (ARI) aportan el 28,42% de las emisiones GEI, también como consecuencia de la liberación de CH<sub>4</sub> debida a la degradación del material orgánico del efluente.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por la disposición de residuos sólidos en sitios de disposición final no manejados (profundos y bajos) aportan el 27,2%, mientras que las emisiones de sitios de disposición final manejados representan el 10,52% restante (se consideran las emisiones netas luego de haber restado el CH<sub>4</sub> recuperado por los sistemas).

La mayor parte del CH<sub>4</sub> es emitido por las aguas residuales, en proporción similar entre ARI y ARD. El CH<sub>4</sub> restante proviene de los residuos sólidos en sistemas de disposición final, principalmente de los manejados y en menor medida de los residuos no manejados.

Como se mencionó anteriormente, las aguas residuales domésticas aportan el 100% de las emisiones de N<sub>2</sub>O.

**Tabla 3.2.20:** Emisiones totales del sector Residuos para el año 2012, en Gg.

Categoría	CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq.)	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq.)	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2</sub> eq.)

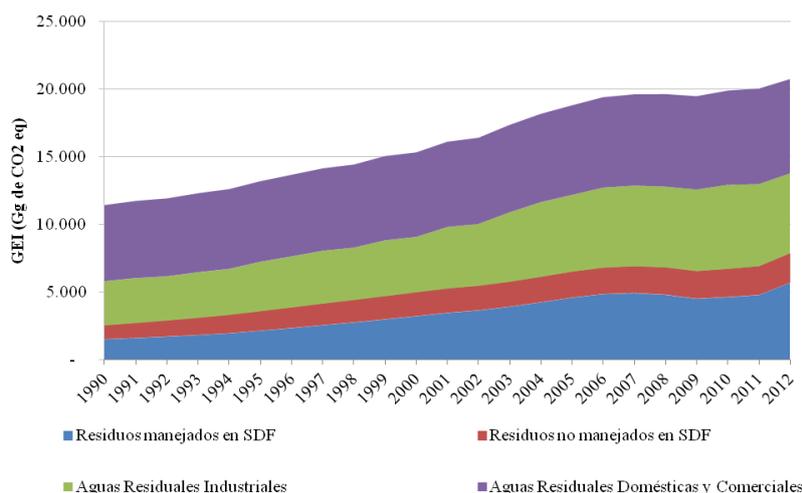


<b>6.</b>	<b>6. Residuos</b>	<b>65,4</b>	<b>19.658,10</b>	<b>1.054,00</b>
<b>6.A</b>	<b>Residuos Sólidos en SDF</b>	<b>0,0</b>	<b>7.847,70</b>	<b>0,0</b>
6.A.1	Residuos manejados en SDF	-	5.661,60	-
6.A.2	Residuos no manejados en SDF	-	2.186,10	-
6.A.2.1	Profundo (> 5 m)	-	1.362,90	-
6.A.2.2	Bajo (< 5 m)	-	823,2	-
6.A.3	Otros	-	-	-
<b>6.B</b>	<b>Aguas Residuales</b>	<b>0,0</b>	<b>11.810,40</b>	<b>1.054,00</b>
6.B.1	Aguas Residuales Industriales	-	5.905,20	-
6.B.1.a	<i>Aguas Residuales</i>	-	5.905,20	-
6.B.1.b	<i>Lodos</i>	-	-	-
6.B.2	Aguas Residuales Domésticas y Comerciales	-	5.905,20	1.054,00
6.B.2.1	Aguas Residuales Domésticas y Comerciales	-	5.905,20	-
6.B.2.1.a	<i>Aguas residuales</i>	-	5.905,20	-
6.B.2.1.b	<i>Lodos</i>	-	-	-
6.B.2.2	Aguas residuales humanas	-	-	1.054
6.B.3	Otros	-	-	-
<b>6.C</b>	<b>Incineración de Residuos</b>	<b>65,40</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
6.C.1	Biogénica	-	-	-
6.C.2	No-biogénica	65,40	-	-
6.C.2.a	<i>Residuos Peligrosos</i>	46,97	-	-
6.C.2.b	<i>Residuos clínicos</i>	18,46	-	-
<b>6.D</b>	<b>Otros</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### ***Evolución de las emisiones de GEI***

Las emisiones del año 2012 fueron 20.777,50 Gg de CO<sub>2</sub>eq., aumentando más del 82,1% con respecto al año 1990 donde se reportaron 11.409,50 Gg de CO<sub>2</sub>eq.

En relación a los residuos sólidos en SDF manejados, en el año 2004 se inició la captura de CH<sub>4</sub> mediante proyectos MDL con leves incrementos graduales hasta el año 2012.



**Figura 3.2.27:** Evolución de las emisiones de GEI del sector Residuos 1990 - 2012, en Gg de CO<sub>2</sub>eq.

El incremento total observado está dado por el incremento en la disposición de RSU en SDF manejados profundos sin captura de CH<sub>4</sub>.

Por su parte las emisiones de los SDF no manejados, se han mantenido con una tendencia de leve incremento explicado por el aumento poblacional y la tasa de consumo.

Por otro lado las ARD mostraron incrementos de las emisiones durante el período abarcado desde el año base 1990 a 2012. En general, el aumento de las emisiones se debió al incremento poblacional.

En el caso de las ARI también presentaron un aumento provocado por el incremento poblacional y por el incremento de producción de la mayoría de los sectores considerados.





## **CAPÍTULO 4. LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO E IMPACTOS OBSERVADOS**

### ***4.1 Introducción***

En la Argentina se han observado cambios en el clima desde la segunda mitad del siglo pasado que, de acuerdo con las proyecciones de los modelos climáticos, en general se intensificarían o al menos no se revertirían en este siglo. La sección 4.2 describe los más relevantes cambios climáticos observados y la sección 4.3 los proyectados para dos horizontes temporales, uno en el futuro cercano 2015-2039 y otro de fin de siglo 2075-2099.

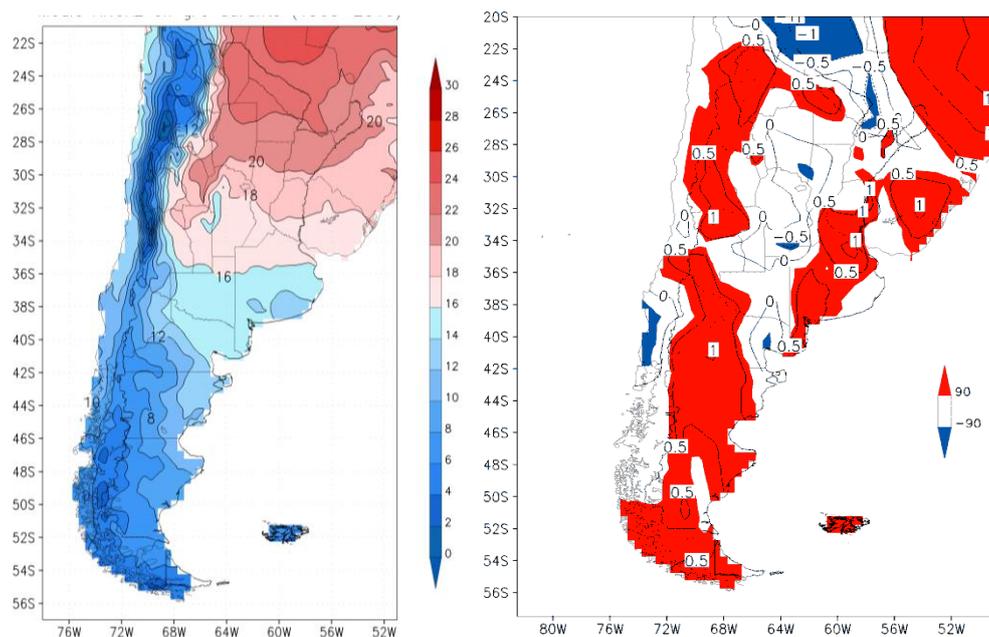
Los cambios climáticos observados han tenido impactos sobre los sistemas naturales y humanos que, de no mediar una adecuada adaptación, se intensificarían en el futuro, aumentando los riesgos climáticos. Las secciones 4.4 a 4.7 tratan sobre los impactos y los riesgos climáticos, con un enfoque regional, en cuatro grandes regiones del país y las secciones 4.8 a 4.13 complementan esta información para algunos sectores socio económicos relevantes.

### ***4.2 Cambios climáticos observados***

Las conclusiones sobre los cambios climáticos observados se basan en el estudio de las tendencias climáticas y en la literatura científica publicada por distintos autores. Salvo alguna excepción, los cambios y tendencias descriptos son del periodo 1960-2010, periodo en el que fueron notorios y en el que se contó con información bastante completa.

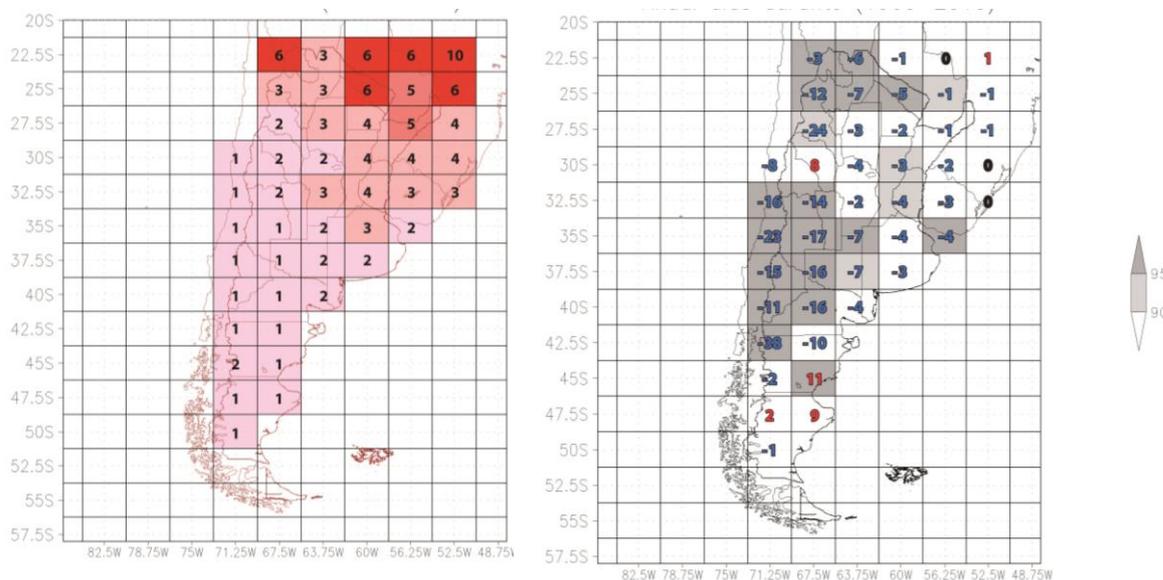
#### **4.2.1 Temperatura**

En la mayor parte de la Argentina no patagónica hubo un aumento de temperatura de hasta medio grado entre 1960 y 2010, Figura 4.2.1. En el centro del país hubo menor aumento de temperatura e incluso disminución en algunas zonas. La temperatura mínima tuvo mayores aumentos que la temperatura máxima, la que tuvo disminuciones generalizadas en el centro del país. En la Patagonia el aumento de temperatura fue mayor que en el resto del país, llegando en algunas zonas a superar 1°C, Figura 4.2.1. Al contrario que en el resto del país, en la Patagonia la temperatura máxima tuvo un aumento mayor o similar a la mínima.

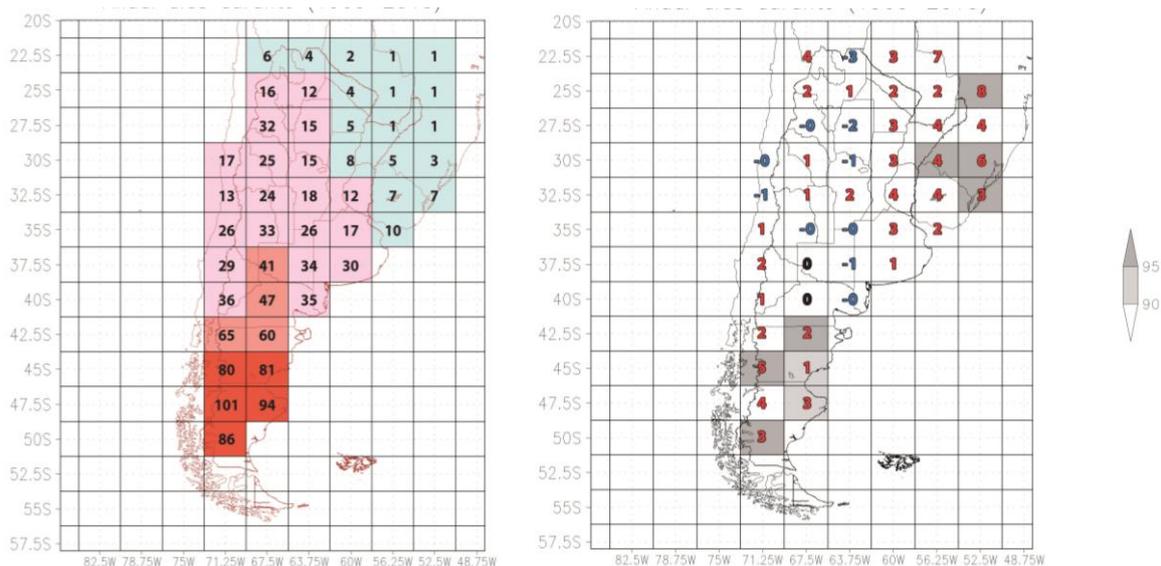


**Figura 4.2.1:** Izquierda, campo medio de la temperatura media anual 1960-2010 (contornos cada 2°C); derecha, cambio de la temperatura media anual en °C para el mismo periodo (contornos cada 0,5°C) con el nivel de significancia de la tendencia sombreado en rojo (azul) para valores significativos con signo positivo (negativo).

Los cambios en el este y norte del país en los índices relacionados con las temperaturas extremas son consistentes con el calentamiento observado en la temperatura media. La Figura 4.2.2 muestra los cambios en la frecuencia de heladas.



**Figura 4.2.2:** Panel izquierdo: número de días con heladas. Panel derecho: cambios en el número de días con heladas; valores negativos en azul y positivos en rojo. Los retículos grises indican cambios significativos al 90 o 95 % según el tono en la escala de la derecha.

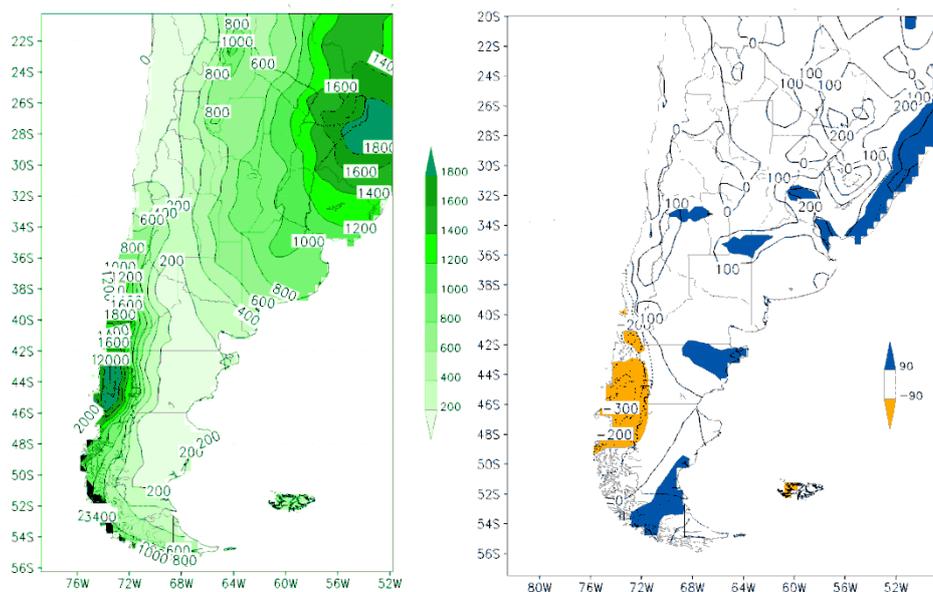


**Figura 4.2.3:** Ídem Figura.4.2.2, pero para los días con olas de calor.

Las olas de calor aumentaron considerablemente en el norte y este del país, Figura 4.3. Por ejemplo en las regiones próximas a la ciudad de Buenos Aires, los días del año con olas de calor se duplicaron entre 1960 y 2010.

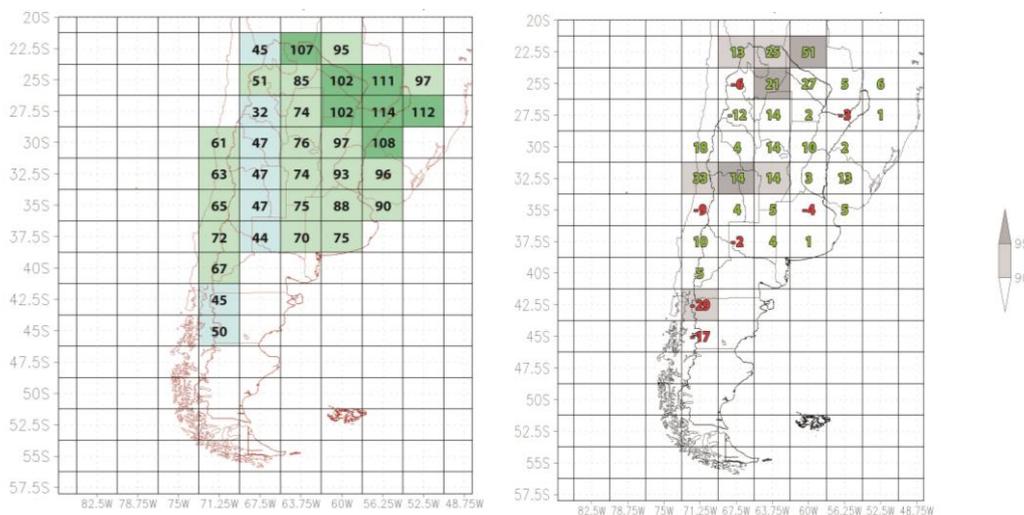
#### 4.2.2 Precipitación

En el periodo 1960-2010 la precipitación aumentó en casi todo el país aunque con variaciones interanuales e interdecadales. Los mayores aumentos se registraron en el este del país, con más de 200 mm en algunas zonas, pero los aumentos porcentuales fueron más importantes en algunas zonas semiáridas, lo que facilitó, en conjunto con otros factores no climáticos, la expansión de la frontera agrícola. Este cambio trajo importantes consecuencias en el balance hídrico y la hidrología de la región; en el oeste y centro de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sur de Corrientes, muchos campos se han transformado en lagunas permanentes y varios espejos de agua, como las lagunas de Mar Chiquita en Córdoba y de la Picasa en Santa Fe, aumentaron considerablemente su superficie. Por el contrario, sobre los Andes patagónicos las precipitaciones tuvieron un cambio negativo en el periodo 1960–2010, Figura 4.2.4. En el caso particular de Cuyo, las tendencias de los caudales de algunos ríos en el norte de Mendoza y en San Juan a lo largo del siglo XX parecen indicar menores precipitaciones en sus altas cuencas. Si esta tendencia continúa se restringiría la disponibilidad de agua de riego necesaria para mantener los niveles actuales de la actividad vitivinícola y frutihortícola en los oasis de riego.

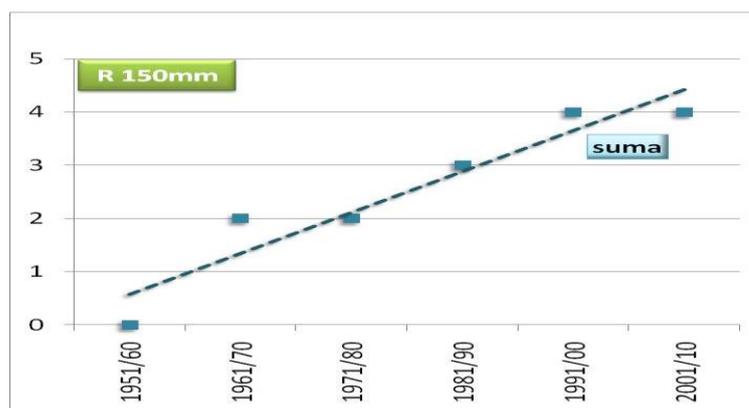


**Figura 4.2.4:** Izquierda, campo medio de la precipitación media anual, periodo 1960-2010, derecha, cambio en la precipitación anual entre 1960 y 2010. Cambios estadísticamente significativos en colores según escala.

Entre 1960 y 2010 hubo un cambio hacia precipitaciones intensas más frecuentes en gran parte del país y con mayores valores en algunas zonas. La precipitación diaria máxima del año ha aumentado en casi todo el país, aunque solo en pocas zonas en forma significativa, Figura 4.2.5. La frecuencia de las precipitaciones intensas aumentó, al menos en la región Litoral húmeda donde hay suficiente información, Figura 4.2.6.



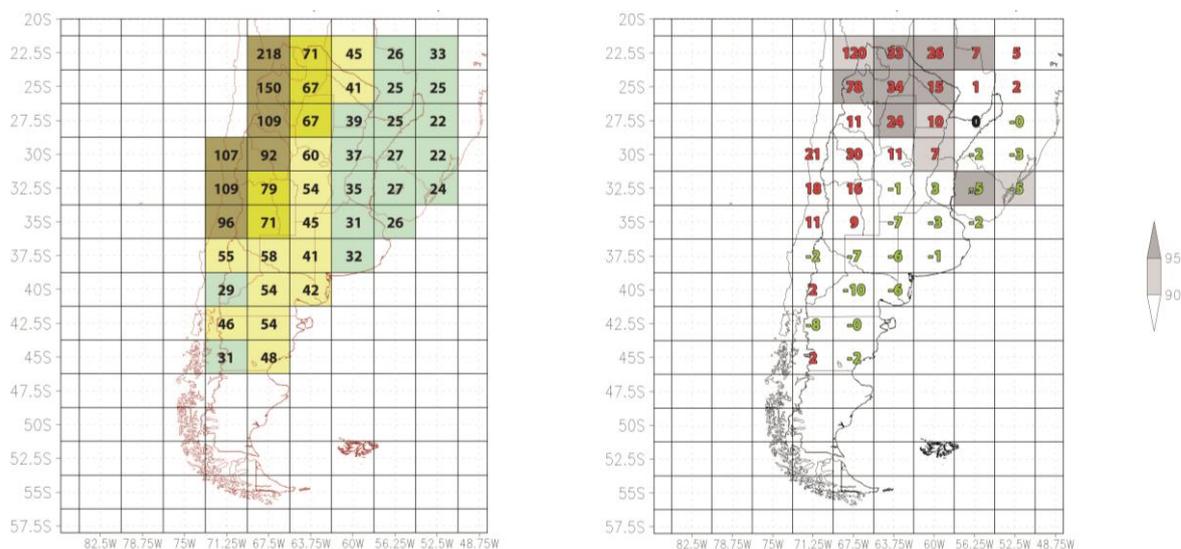
**Figura 4.2.5:** Panel izquierdo, precipitación diaria máxima del año en mm. Panel derecho, cambios en precipitación diaria máxima del año; valores negativos en rojo y positivos en verde. Los retículos grises indican cambios significativos al 90 o 95 % según el tono en la escala de la derecha.



**Figura 4.2.6:** Número de casos de precipitaciones diarias por encima del umbral de 150mm en periodos de 10 años para 4 estaciones (Observatorio Buenos Aires, Paraná, Ceres y Monte Caseros).

La consecuencia de estos cambios fue una mayor frecuencia de inundaciones urbanas, ocasionadas por una inapropiada ocupación y uso del espacio, que generó zonas con alta exposición y por la inadecuación de las obras hídricas que fueron planificadas para condiciones climáticas que ya no están vigentes.

La máxima duración de días en el año sin prácticamente precipitación (racha seca) ha disminuido en la Pampa Húmeda y la Patagonia no andina consistentemente con el aumento de las precipitaciones anuales, Figura 4.2.7.



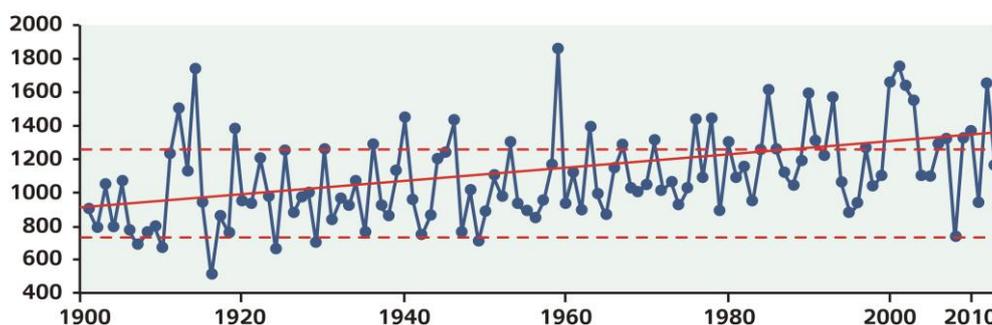
**Figura 4.2.7:** Ídem Figura 4.2.5, pero para la máxima longitud de la racha seca.

En cambio, en el oeste y notoriamente en el norte, estos periodos secos se han hecho más largos. En estas regiones, la precipitación en el invierno es escasa o nula y por lo tanto el aumento de la racha máxima de días secos está indicando un cambio hacia una prolongación del periodo seco invernal. Esto podría estar generando problemas en la disponibilidad de agua para algunas poblaciones, condiciones más favorables para incendios incontrolados de bosques y pasturas y condiciones de estrés sobre la actividad ganadera.



### ***Variabilidad interanual e interdecadal de la precipitación***

En toda la Argentina, la precipitación presenta una fuerte variabilidad interanual. La Figura 4.2.8 que muestra la lluvia anual para la ciudad de Buenos Aires es un ejemplo de esa variabilidad, en la que además se puede apreciar variaciones de la escala de décadas; así en el periodo 1960-2010 del que se mostraron las figuras 4.2.4 a 4.2.7, a pesar de la tendencia positiva, se aprecia una fuerte reducción de la precipitación anual hacia el final de ese periodo que se revierte entre 2010 y 2015, recuperando la tendencia de largo plazo. Con algunas diferencias entre distintas localidades, esta tendencia de largo plazo y sus variaciones ha sido general en el centro, norte y este de la Argentina.



**Figura 4.2.8:** *Precipitación anual. Buenos Aires 1900-2014. Las líneas horizontales indican el valor medio más y menos un desvío estándar del periodo 1900-1960.*

La mayor fuente conocida de variabilidad interanual de la precipitación es el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que en varias regiones y algunos meses está relacionado con la precipitación (Ropelewski y Halpert, 1987; Aceituno, 1988; Grimm y otros, 2000). En general, durante El Niño tienen lugar precipitaciones por encima de la media y lo opuesto ocurre durante La Niña.

## **4.3 Proyecciones del clima para el siglo XXI**

### **4.3.1 Metodología**

Los modelos climáticos globales (MCGs) son capaces de simular las características globales del clima y de sus cambios en el pasado y por lo tanto son una herramienta para el desarrollo de escenarios climáticos globales futuros. Se contó para el desarrollo de escenarios climáticos usados en esta comunicación con el conjunto CMIP5 (Taylor y otros, 2012). El conjunto CMIP5 incluye simulaciones del siglo XX y proyecciones de escenarios climáticos del siglo XXI. En la sección 4.3.2 se muestran los escenarios climáticos promedio de 42 experimentos para dos horizontes temporales: *futuro cercano* (2015-2039), de interés para las políticas de adaptación, y *futuro lejano* (2075-2099), de carácter informativo sobre el largo plazo y para dos escenarios de futuras concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) RCP4.5 y 8.4. Estos escenarios de concentración de GEI corresponden en el primer caso a un crecimiento de emisiones moderado y en el segundo a un crecimiento con las tendencias actuales.



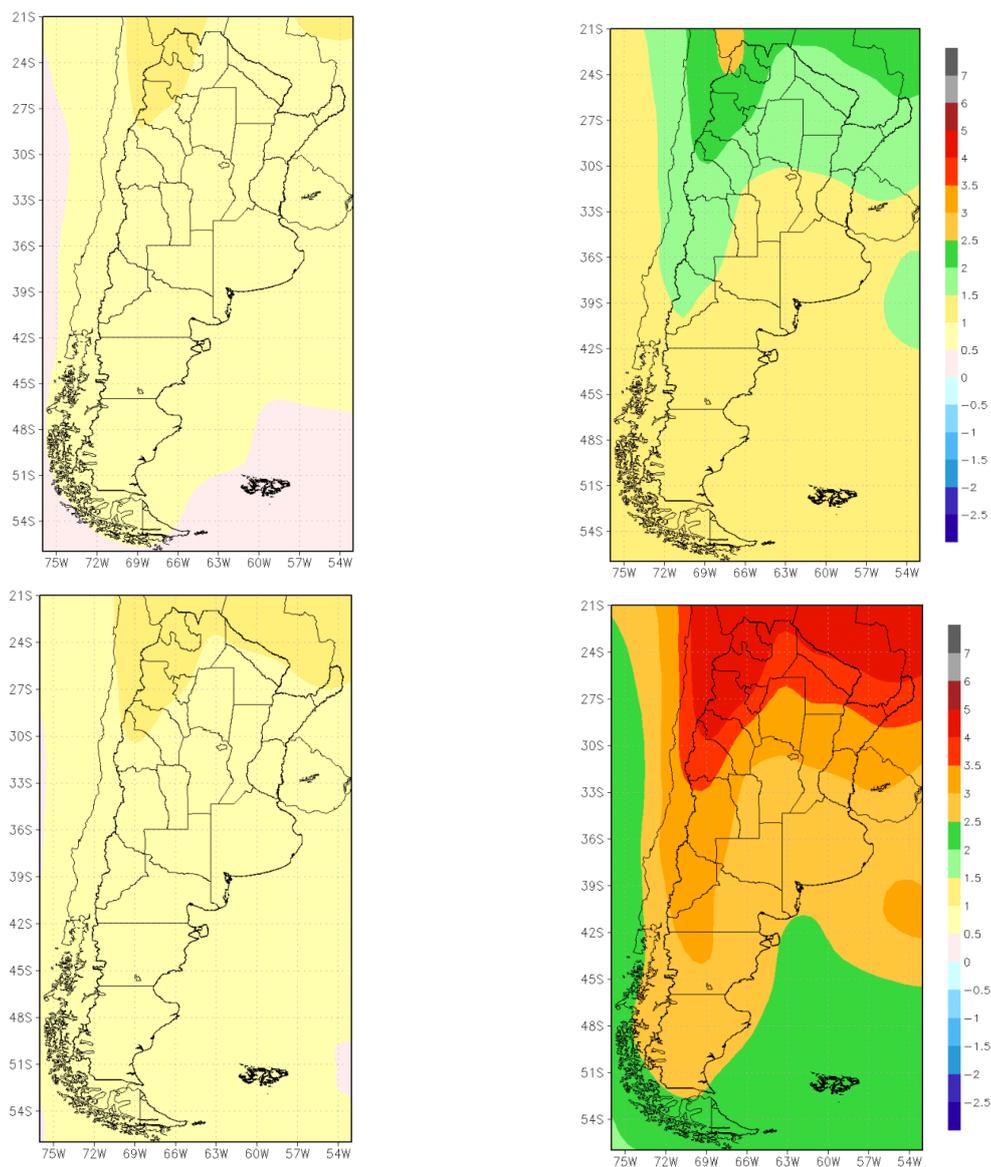
Una de las mayores limitaciones de los modelos climáticos es que algunos de ellos no representan adecuadamente el clima en algunas regiones. En particular, presentan limitaciones en la simulación de la precipitación en algunas regiones de la Argentina. Por ello, para el análisis de los impactos del cambio climático en el siglo XXI en cada una de las regiones se seleccionaron los modelos que mejor representan el clima regional. Estos fueron utilizados para el análisis de los impactos y riesgos del cambio climático en las secciones 4.4 a 4.6 y 4.8, para cada una de las cuatro regiones en las que se dividió al país para esta comunicación. Además de los 42 MCGs, la selección se hizo incluyendo otros 11 modelos climáticos regionales desarrollados por el Proyecto CLARIS-LPB (Solman y otros, 2013), para el escenario A1B de emisiones de GEI, que es un escenario de emisiones entre moderado y alto.

Como los errores sistemáticos son importantes, aún en los modelos de mejor desempeño, fue necesario elaborar correcciones de modo de ajustarlos al clima observado. El método de corrección fue el de ajuste de las distribuciones estadísticas de los modelos a las del clima observado. Se tomó el intervalo (1961-75) para el cómputo de factores de corrección (calibración) y (1976-90) para la validación de las correcciones realizadas.

Con la selección de los modelos de mejor performance y el método de corrección de sus errores sistemáticos aplicado, se logró representar los valores medios de la precipitación y la temperatura anual con error pequeño en la mayor parte del territorio continental argentino, es decir con menos del 10% en la precipitación y de medio grado en la temperatura.

#### **4.3.2 Escenarios del clima futuro (Siglo XXI)**

La temperatura media aumentaría en todo el país en los dos escenarios, tanto para el futuro cercano como para el lejano y en ambos casos los aumentos de temperatura son mayores hacia fin de siglo, Figura 4.3.1.



**Figura 4.3.1:** Cambio en la temperatura media anual con respecto al periodo 1981-2004. Promedios de 42 modelos de la base CMIP5. Panel superior escenario RCP4.5 y panel inferior RCP8.4. Izquierda, futuro cercano (2015-2039) y derecha, futuro lejano (2075-2099).

De acuerdo a lo esperado, en el futuro lejano el escenario RCP8.5 muestra mayor calentamiento que el RCP4.5. En el futuro cercano, se proyectan aumentos muy similares en los dos escenarios con valores entre 0,5 y 1°C en casi todo el país. Esto

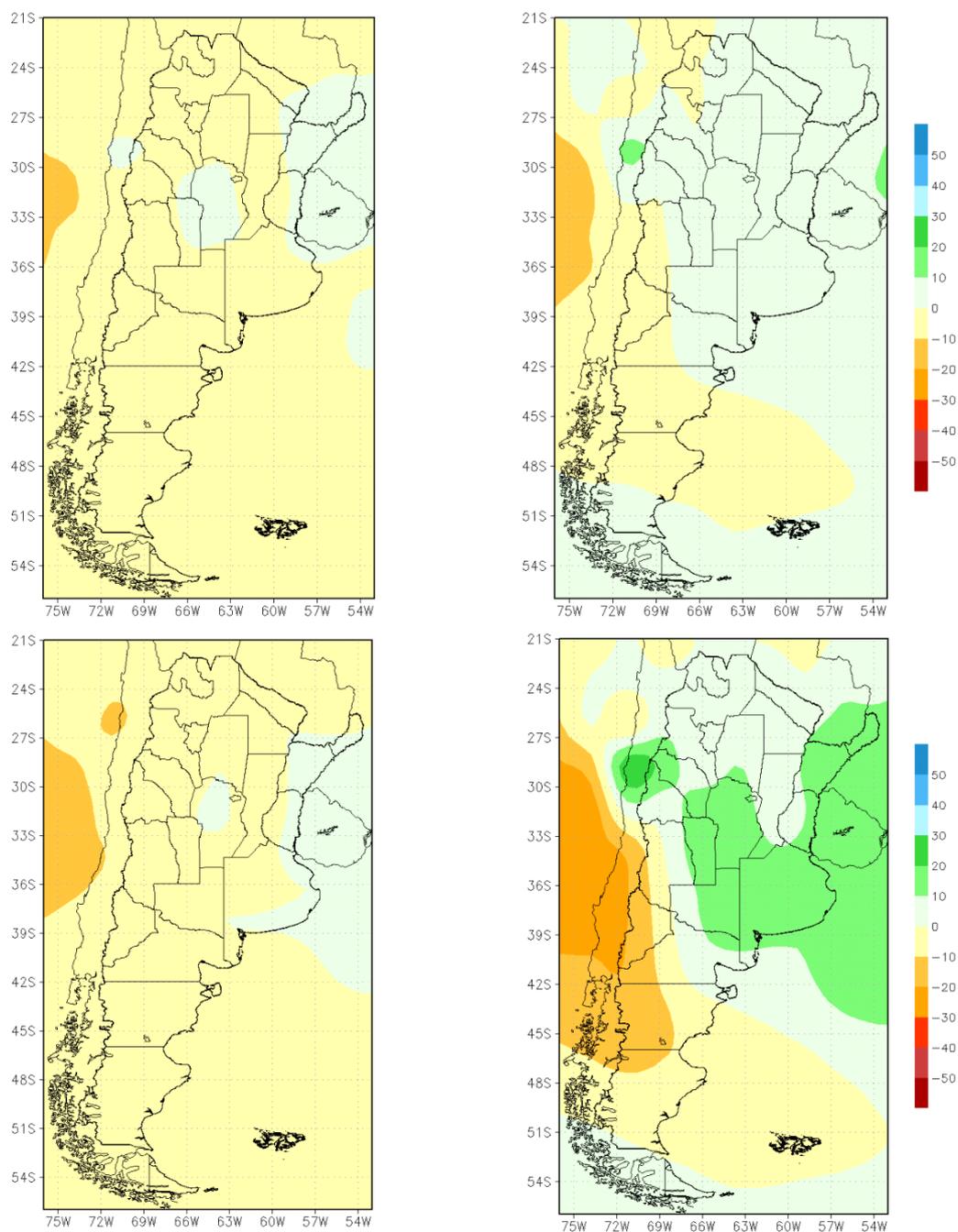


implicaría una aceleración del calentamiento observado entre 1986-2010, que en casi todo el país fue menor a 0,5°C.

El aumento de la temperatura proyectado es mayor en el norte que en el sur, con un máximo en el noroeste que se extiende hacia el sur en los escenarios de mayor calentamiento llegando hasta el centro de la Patagonia con más de 3°C. La región de máximo calentamiento sería la del noroeste que no solo está muy alejada del mar, sino que sus características continentales están agudizadas por estar encerrada entre las sierras pampeanas desde Salta hasta San Luis por el este, por los Andes al oeste y por la Puna al norte, lo que aumenta su aislamiento de las masas de aire provenientes del mar en cuyo caso el calentamiento sería menor.

En cuanto a la precipitación, los cambios proyectados no son grandes, Figura 4.3.2. Excepto para el escenario RCP8.5 en el futuro lejano, los cambios proyectados están entre -10% y 10%. Como este podría ser el rango del posible error, estos cambios proyectados son poco relevantes. Por ello, se podría asumir que no habría mayores cambios en la precipitación en todo el país en el futuro cercano, ni tampoco en el caso del escenario RCP4.5 en el futuro lejano. Esto se confirma con los escenarios regionales, calculados solo con los modelos elegidos como más representativos del clima observado (secciones 4.4 a 4.6 y 4.8). Para el escenario RCP8.5 en el futuro lejano se proyecta un descenso de 10 a 20 % sobre el oeste de la Patagonia norte y central y en la zona cordillerana de Mendoza y un aumento similar en el centro y la mayor parte del este del país. Debido a la todavía limitada calidad de los modelos climáticos para representar los procesos relacionados con la precipitación, existe una gran dispersión entre las proyecciones de diferentes modelos, especialmente en el futuro lejano.

Las proyecciones indican en promedio un aumento de los extremos de las altas temperaturas y de las precipitaciones extremas en la mayoría de las regiones del país, aunque la cuantificación de este cambio proyectado exhibe considerable niveles de incerteza.



**Figura 4.3.2:** Cambio porcentual en la precipitación anual con respecto al periodo 1981-2004. Promedios de 42 modelos de la base CMIP4. Panel superior escenario RCP4.5 y panel inferior RCP8.4. Izquierda, futuro cercano (2015-2039) y derecha, futuro lejano (2075-2099).

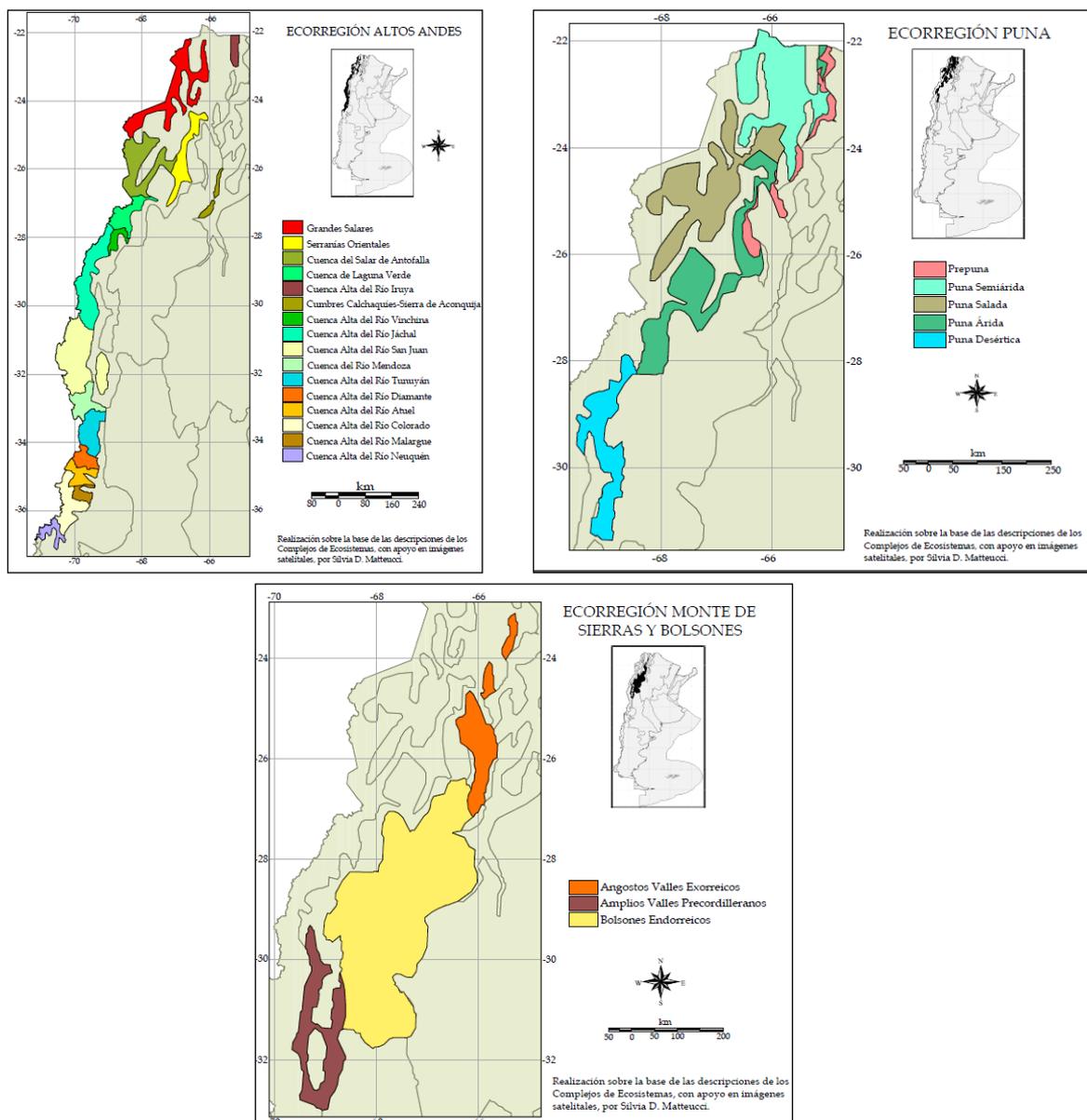
#### 4.4 Región Cordillerana



### 4.4.1 Contexto regional

Esta región abarca las zonas de los Andes, su piedemonte y los llanos a lo largo de 6 provincias de centro a norte de Argentina: Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy. De acuerdo a los estudios y a la información disponible, esta es la región de Argentina que presenta los mayores riesgos por el cambio climático. Las proyecciones de los modelos climáticos en todos los escenarios son de un calentamiento muy importante, más pronunciado en el norte con escasos cambios en las precipitaciones, lo que acentuaría el estrés hídrico y provocaría un retroceso generalizado de los glaciares cordilleranos, entre otros impactos. La región andina, junto con sus quebradas y valles del piedemonte en el centro oeste y noroeste de Argentina, con alturas sobre el nivel del mar que van de unos 700 a poco menos de 7000 m, tiene climas que van del semiárido al desértico extremo, por lo que el principal factor limitante para los sistemas ecológicos y la vida es el agua.

La región comprende tres ecorregiones, la de los Altos Andes, la Puna y Monte de Sierras y Bolsones y 24 complejos ecosistémicos.





**Figura 4.4.3:** *Ecoregiones y complejos ecosistémicos de la región andina. Morello y otros (2012).*

En los Altos Andes, los ecosistemas acuáticos con sus glaciares cumplen un rol fundamental en el abastecimiento de agua a las poblaciones y al sistema productivo de los oasis de riego aguas abajo. También en la ecorregión Puna los ecosistemas acuáticos son los que tienen mayor importancia. Si bien en esta zona no hay presencia de glaciares, se encuentra el permafrost andino (Ahumada y otros, 2009) con importantes reservorios de agua dulce para abastecer las tierras bajas del oriente. En la ecorregión de Monte de Sierras y Bolsones la actividad económica depende en gran parte de los aportes hídricos de sus ríos (para los oasis de riego) y embalses (producción hidroeléctrica) destacándose los cultivos permanentes como la vid y la fruticultura que tienen gran importancia económica.

Estas ecorregiones presentan zonas de alto valor ecológico ya que sus recursos naturales como glaciares, bosques nativos, endemismos, por citar algunos de los más importantes, brindan un gran número de servicios ecosistémicos cruciales para el funcionamiento y mantenimiento de la población regional. Otros ecosistemas importantes, como los humedales y áreas ribereñas, regulan flujos, proveen agua, aportan diferentes hábitats para la biodiversidad, y reciclan nutrientes, además de representar sistemas de elevada productividad y alta diversidad local.

#### **4.4.2 Tendencias del clima en el período 1950-2010**

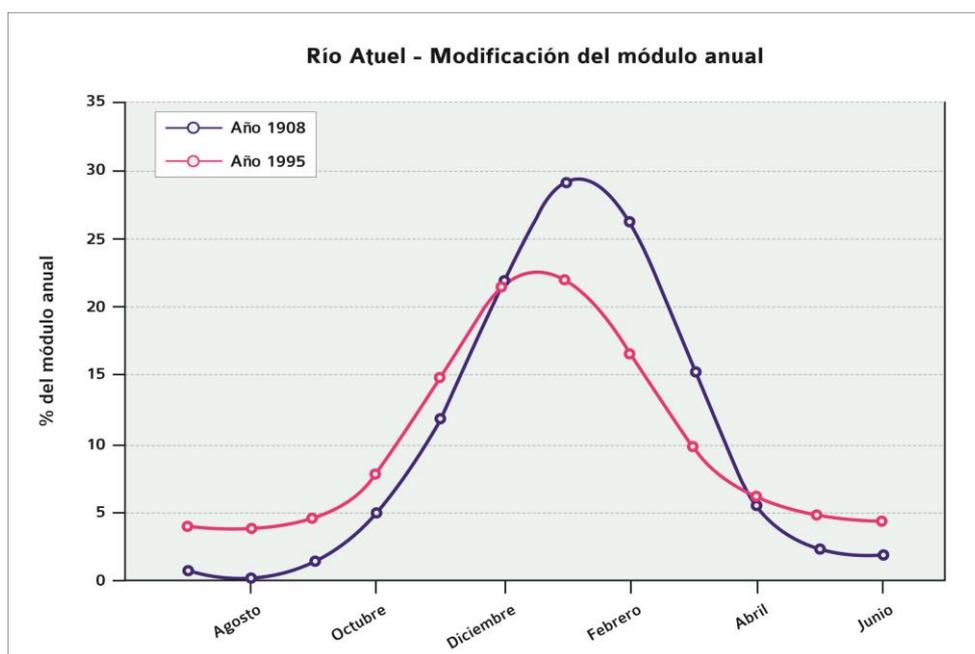
La temperatura media anual aumentó entre 1950 y 2010 sobre casi la totalidad de la región y en promedio 0,6 °C, llegando 0,7 °C en Salta y Jujuy. Este aumento se registró tanto en las temperaturas máximas como en las mínimas, pero más marcadamente en estas últimas, con una general disminución en parámetros relacionados con temperaturas extremas frías, como el número de días con heladas y la frecuencia de noches frías. El valor mínimo anual de la temperatura diaria mínima tuvo en el promedio regional un aumento de 3° C. La reducción de los extremos fríos ha sido mayor en Mendoza y San Juan que en Salta y Jujuy.

La altura de la isoterma de 0° C es un indicador aproximado del nivel inferior de glaciares y nieves perennes. Estas reservas de agua alimentan los principales ríos de la región, que sustentan los oasis de riego piedemontanos que permiten la agricultura y el asentamiento de pueblos y ciudades. Su altura promedio en la región es de 3950 m, siendo mayor en el norte que en el sur y variando desde 3500 m en San Juan y Mendoza hasta más de 4400 m en Salta y Jujuy. Consistente con el calentamiento regional observado, la altura de la isoterma de 0° C se ha incrementado en el período 1960-2010, siendo este aumento mayor en el sur (250 m) que en el norte (100 m). Este aumento de la altura de la isoterma de 0°C es consistente con el retroceso generalizado de los glaciares que ha sido documentado con numerosas fotografías. Como consecuencia de ello, la precipitación invernal, que cae por debajo de la altura de la isoterma de 0°C, en lugar de mantenerse como nieve hasta la primavera, se escurre rápidamente, modificando el régimen anual, al aumentar el caudal del invierno a expensas del de verano, Figura 4.4.1. Este efecto tiene un impacto más pronunciado en las cuencas de



los ríos de Mendoza donde el mayor uso del agua para el riego se hace en el período estival.

En el período 1950-2010 las precipitaciones en la región aumentaron levemente, excepto en la zona lindera entre Catamarca y Salta. Lo contrario ocurrió en los Altos Andes donde debido a la limitación de datos de precipitación, las tendencias solo se pueden inferir de los caudales de ríos que nacen en la cordillera y que tuvieron leves tendencias negativas durante el siglo XX en un contexto de gran variabilidad interanual e interdecadal. Los mayores caudales se registraron en la década de 1980, registrándose desde entonces una tendencia negativa que no alcanzó a revertir el aumento precedente.



**Figura 4.4.1:** Hidrograma del río Atuel (Boninsegna y Villalba, 2006).

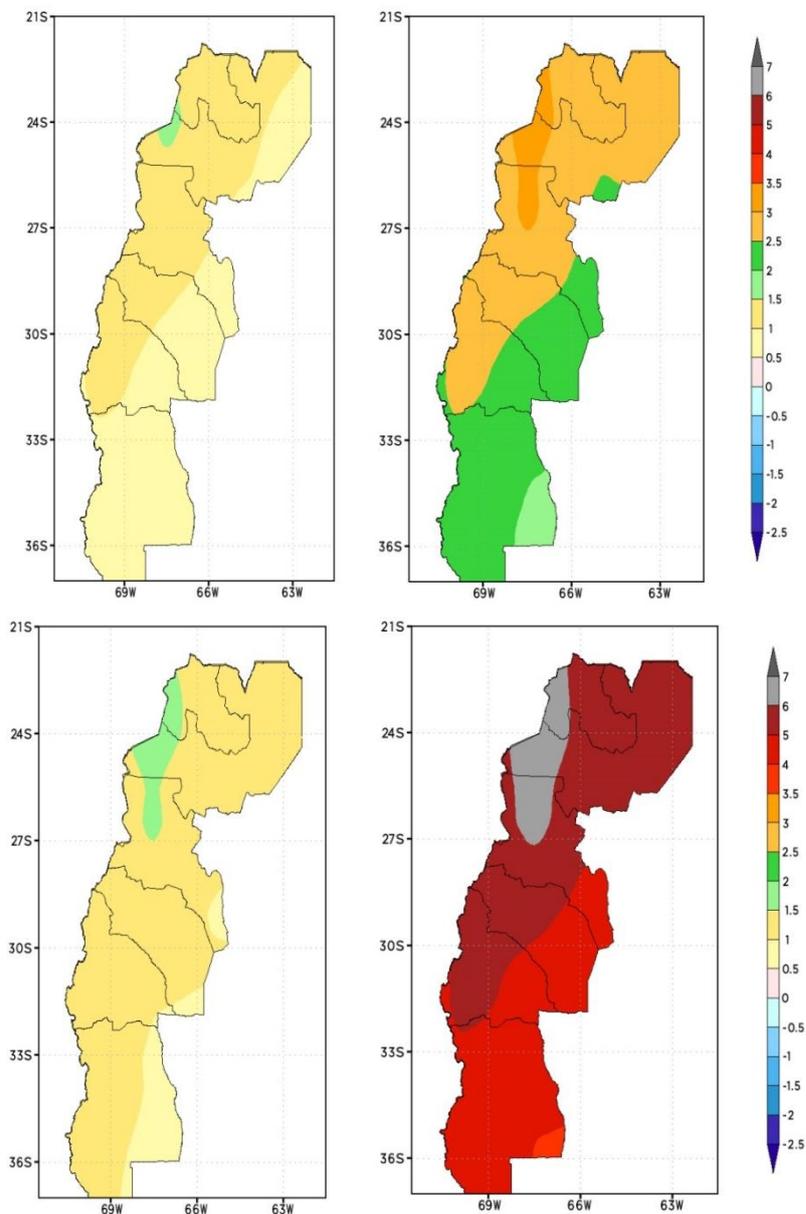
Hubo una tendencia a que las precipitaciones se concentraran en menos días con eventos más intensos, especialmente en el norte de la región. En particular, en algunas localidades hubo un leve incremento de lluvias mayores a 30 mm en un solo evento en las últimas cuatro décadas, lo que posiblemente haya aumentado la ocurrencia de aluviones. En cuanto a la estacionalidad, se han estado acentuando las diferencias entre la estación seca y la estación húmeda, con aumento de las precipitaciones de verano y otoño y decrecimiento en las de invierno y primavera. En el caso del invierno se ha estado prolongando el número de días sin precipitación, lo que unido a mayores temperaturas, ha estado agravando el estrés hídrico sobre la vegetación.

#### 4.4.3 Proyecciones climáticas para el siglo XXI

Esta es la región del país para la que se proyecta el mayor calentamiento en este siglo. En el futuro cercano el aumento de la temperatura media no dependería mucho del escenario de concentraciones y sería mayor a 1°C en gran parte de la región con una lengua de mayor calentamiento que se extiende desde el norte y a lo largo del oeste. En



el futuro lejano, el aumento de la temperatura media sigue el mismo patrón geográfico pero depende del escenario de concentraciones siendo en el RCP8.5 de entre 3,5 y 7° C, Figura 4.4.2.



**Figura 4.4.2:** Cambio en la temperatura media anual con respecto al periodo 1986-2005. Promedio de 4 modelos climáticos. Panel superior, escenario RCP 4.5 y panel inferior, escenario 8.5. Izquierda, futuro cercano (2015-2039) y derecha, futuro lejano (2075-2099)

Debido al calentamiento de la región, se proyecta un aumento de la altura de la isoterma de 0°C continuando con la tendencia observada en las últimas décadas, lo cual ocasionará una aceleración del derretimiento del permafrost y los glaciares. El aumento de la altura de la isoterma 0° C será mayor en el sur de la zona cordillerana en las provincias de San Juan y Mendoza, desde la cuenca alta del Río Jáchal hasta el de la cuenca alta del Río Colorado, donde se estima que en el escenario RCP 4.5 será de unos 260 m en el futuro cercano y de más de 500 m a fin de siglo, alcanzando para entonces



unos 4000 m. Como en la ecorregión de la Alta Montaña de estas provincias la precipitación es invernal, la reducción de la cubierta de hielo y nieve conducirá a seguir modificando el ciclo anual de los ríos, aumentando los caudales de invierno y reduciendo los del verano. En la zona norte, más precisamente en Salta y Jujuy, se proyecta que para ese mismo escenario, la isoterma de 0°C subirá 220 m en el futuro cercano y 480 m en futuro lejano. Si bien el aumento sería menor que en la zona sur, la altura de esa sería de más de 4400 m en el futuro cercano y de cerca de 5000 m en el futuro lejano, por lo que numerosas áreas de la ecorregión de los Altos Andes quedarían sin hielos perennes.

Los patrones de cambio en la precipitación media anual en los dos escenarios RCP son parecidos entre si y en los dos horizontes temporales con incrementos menores al 10 % en el este de la región y con disminuciones del mismo orden sobre la regiones de la Puna y de los Altos Andes. Este patrón de cambio es similar al que ya ha estado ocurriendo desde 1980, aunque debe señalarse que los cambios proyectados son de escasa relevancia, porque son pequeños porcentajes en precipitaciones medias anuales exiguas y porque además los valores proyectados están dentro del margen de incerteza de las proyecciones.

La proyección de similares precipitaciones junto con un rápido calentamiento en la franja cordillerana configura un escenario comprometido para la vegetación y los recursos hídricos de los oasis del piedemonte cordillerano, que se verían exigidos por una mayor demanda hídrica debido a las mayores temperaturas.

#### **4.4.4 Impactos de las tendencias del clima sobre ecosistemas, comunidades y poblaciones biológicas**

En el futuro cercano la temperatura tendría incrementos moderados y, con las fluctuaciones propias de las regiones áridas, la precipitación no tendría cambios significativos. Esto configura un escenario de creciente estrés hídrico con impactos moderados sobre el funcionamiento de los ecosistemas naturales. Es probable que hasta entonces, las perturbaciones antrópicas directas sigan siendo uno de los factores preponderantes en la interferencia del funcionamiento de los ecosistemas y de la diversidad biológica. En cambio, los fuertes incrementos de temperaturas en el futuro lejano (2075-2099), sin cambios significativos en las precipitaciones, configuran un escenario muy desfavorable para los ecosistemas de la Puna, particularmente Complejo de Puna Desértica y de los Altos Andes. Los complejos más afectados serían los más desérticos y más australes, el Complejo de Puna Desértica y el Monte Complejo de Amplios Valles Precordilleranos.

A lo largo de todo el siglo, se acelerarían los procesos de desertificación con menor eficiencia del uso del agua por los sistemas ecológicos, menor productividad, mayor fragmentación, pérdida de suelo, y de nutrientes y, posiblemente, el corrimiento o reducción del rango geográfico de algunas especies, con la consecuente extinción local de algunas de las menos tolerantes a las nuevas condiciones ambientales. El sobrepastoreo tendría efectos sinérgicos con la tendencia climática acentuando sus efectos (Adler y Morales, 1999).



En la ecorregión de los Altos Andes y de la Puna, particularmente en las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, el calentamiento podría afectar el crecimiento, reproducción y establecimiento de los bosques de keñoas del género *Polylepis*.

Los humedales alto andinos y de la Puna como vegas o ciénagas y lagunas tenderían a la reducción de sus áreas totales, a la reducción del tamaño de sus parches y a mayor fragmentación. Esto tendría repercusiones en las poblaciones de animales que utilizan estos hábitats para alimentarse, reproducirse y refugiarse, como aves acuáticas y grandes herbívoros. Otro grupo de vertebrados que podría estar directamente afectado en sus condiciones de hábitat son los anfibios.

Las condiciones de evaporación y del sustrato mineral serían los factores determinantes en los rangos de salinidad en las lagunas puneñas y alto andinas (Drago y Quirós, 1996). El aumento de temperatura ocasionaría la reducción de los cuerpos de agua, afectando las características fisicoquímicas de las mismas. Esto puede aumentar la exposición de los flamencos a su depredador, el zorro colorado, por la conectividad que se genera a través de la tierra firme. Las comunidades acuáticas responden a estas variaciones ambientales por lo que algunas especies sensibles pueden desaparecer y ser reemplazadas por grupos más tolerantes a las nuevas condiciones.

En los parches mayores de vegas y en lagunas de mayor área se dan procesos que no ocurren en humedales menores como la reproducción colonial de aves acuáticas. La tendencia a la reducción de la superficie de estos ambientes, su fragmentación por alteración de los aportes de agua puede producir ciertos impactos sobre la reproducción de las poblaciones de aves acuáticas y un decrecimiento de la oferta de alimento para los herbívoros, en particular para las especies de mayor tamaño como la vicuña, el guanaco, el piquén o guayata y de otras especies.

Las especies de herbívoros mayores como el guanaco, la vicuña, la taruca, el suri y en algunos casos los carnívoros mayores como zorros, puma y otros gatos silvestres realizan movimientos estacionales entre zonas altas y bajas entre verano e invierno, respectivamente. Esta dependencia de más de un tipo de hábitat sumada a sus grandes áreas de acción convierte a estas especies en vulnerables. La tendencia decreciente en la productividad de las zonas altas de los Altos Andes (zonas de veranada) y el incremento de disturbios antrópicos que tienden a concentrarse en las zonas más bajas y fondos de valles (zonas de invernada) pueden aumentar la vulnerabilidad de las especies mencionadas. A esto puede sumarse el aumento de la frecuencia de eventos extremos como las nevadas catastróficas o las sequías.

#### **4.4.5 Evaluación económica de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos del piedemonte cuyano**

Las provincias de Mendoza y San Juan son una de las zonas más productivas del sector primario nacional, con más del 95 % de la superficie de viñedos del país. El valor FOB de las exportaciones de vinos y mostos en el año 2013 fue de 1.105 millones de USD con el 3,5 % de participación en el comercio mundial de este producto. Por otra parte, esta es una de las zonas más vulnerables del país al cambio climático ya que es altamente dependientes del recurso agua. (Boninsegna y Villalba, 2006).



En el escenario SRES A2 habría una reducción significativa de los caudales los ríos de estas provincias. Hacia mitad de siglo habría una reducción de los caudales de casi el 30% en el caso del río San Juan, mientras que en las cuencas de los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel, las reducciones estarían entre el 10 y 13 %. En el escenario B2 esta reducción es menor y variaría desde el 12,5% en el río San Juan a 5,5% en el Atuel, (Llop, 2006). También disminuirá la superficie captadora de nieve al elevarse la isoterma 0°C, lo que afectará el hidrograma anual negativamente ya que los cultivos bajo riego requieren el agua en el periodo estival.

Las consecuencias principales de estos cambios será una menor oferta de agua en los ríos San Juan y fundamentalmente Mendoza, donde el uso del agua para el riego ya no alcanza para cubrir la demanda. Estas reducciones implican aumentos en los costos, básicamente en el sector agrícola, que es el por lejos el sector de mayor uso consuntivo del agua de estos ríos. Los costos del agua en esas cuencas son los de captación, tratamiento y distribución para el agua superficial, a los que se agregan los de extracción y aumento de salinización para el agua subterránea necesaria para sustituir los déficits del agua superficial (Llop 2006). Todos ellos se verán incrementados a medida que disminuyen los caudales superficiales hasta convertir en inviable un gran sector de las explotaciones agrícolas bajo regadío.

Se calculó el valor social del agua en las cuencas de Mendoza y San Juan considerando la oferta y la demanda. La demanda total de recursos hídricos incluye la demanda doméstica, el riego, la demanda industrial, incluida la minería, la demanda del sector público y la demanda ambiental. Por el lado de la oferta, ésta se compone de la oferta superficial y la oferta de aguas subterráneas. A partir de esta caracterización, el aumento de los costos acumulados hasta el 2050 por el efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos de estas provincias sería de algo más de 1.390 millones de dólares del año 2005 en el escenario A2, y de 400 millones en el escenario B2.

## **4.5 Región Patagonia**

### **4.5.1 Contexto regional**

En esta sección se denomina región Patagonia a las provincias de Neuquén, Rio Negro, Chubut Santa Cruz y Tierra del Fuego. Casi toda la región se caracteriza por sus fuertes vientos, mientras que la precipitación presenta grandes diferencias; en la estrecha zona andina las precipitaciones son mayores a 600 mm y tiene marcados gradientes en altura y longitud, mientras que en la amplia zona central y en la zona costera las precipitaciones son escasas y rondan en general los 200 mm y en Tierra del Fuego los 300 mm. Desde el punto de vista ecológico se la ha caracterizado en cuatro ecorregiones; la del Monte de Llanuras y Mesetas, el Espinal, los Bosques Patagónicos y la Estepa Patagónica (Morello y otros, 2012).

Las principales actividades económicas son la extracción y transporte de petróleo y gas y el turismo que es relevante en las cinco provincias. La ganadería ovina ocupa casi toda la región central y costera y las áreas cercanas al bosque patagónico. La producción



de frutas principalmente manzanas y peras, se desarrolla en los valles irrigados del río Negro y, en menor medida, del río Colorado. En los valles de estos ríos y de otros ubicados más al sur hay ganadería bovina. La pesca también ocupa un lugar de importancia entre las actividades económicas. Los ríos Limay y Neuquén en el norte de la Patagonia y el Futaleufú en Chubut son utilizados para la generación hidroeléctrica, produciendo una fracción importante de la electricidad del país. Recientemente, se inició el proceso para la construcción de dos grandes centrales hidroeléctricas en el río Santa Cruz.

#### **4.5.2 Tendencias del clima en el período 1950-2010**

La temperatura media anual aumentó significativamente entre 0,5°C y 1°C en el centro de la región y 0,4°C en promedio para toda la Patagonia. Excepto en el verano, hubo un enfriamiento significativo en el este de Chubut y Río Negro en todas las otras estaciones.

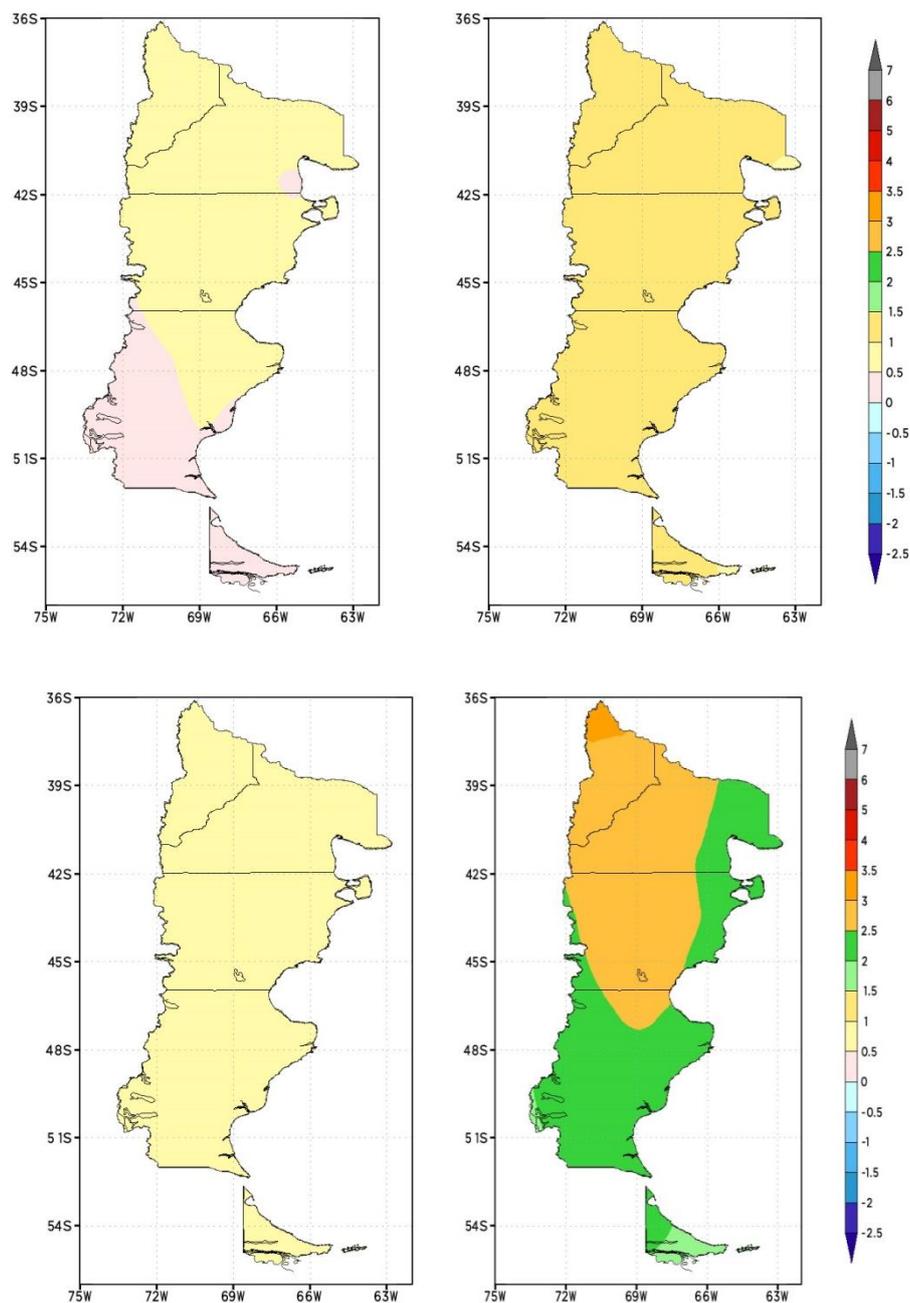
En la mayor parte de la Patagonia no hubo tendencias significativas en la precipitación entre 1960 y 2010, excepto por una disminución en la zona cordillerana en Chubut y Santa Cruz y por un aumento en algunas zonas del noreste y sudeste de la región. Sin embargo, hubo una gran variabilidad interanual e incluso interdecadal en la precipitación.

#### **4.5.3 Proyecciones climáticas para el siglo XXI**

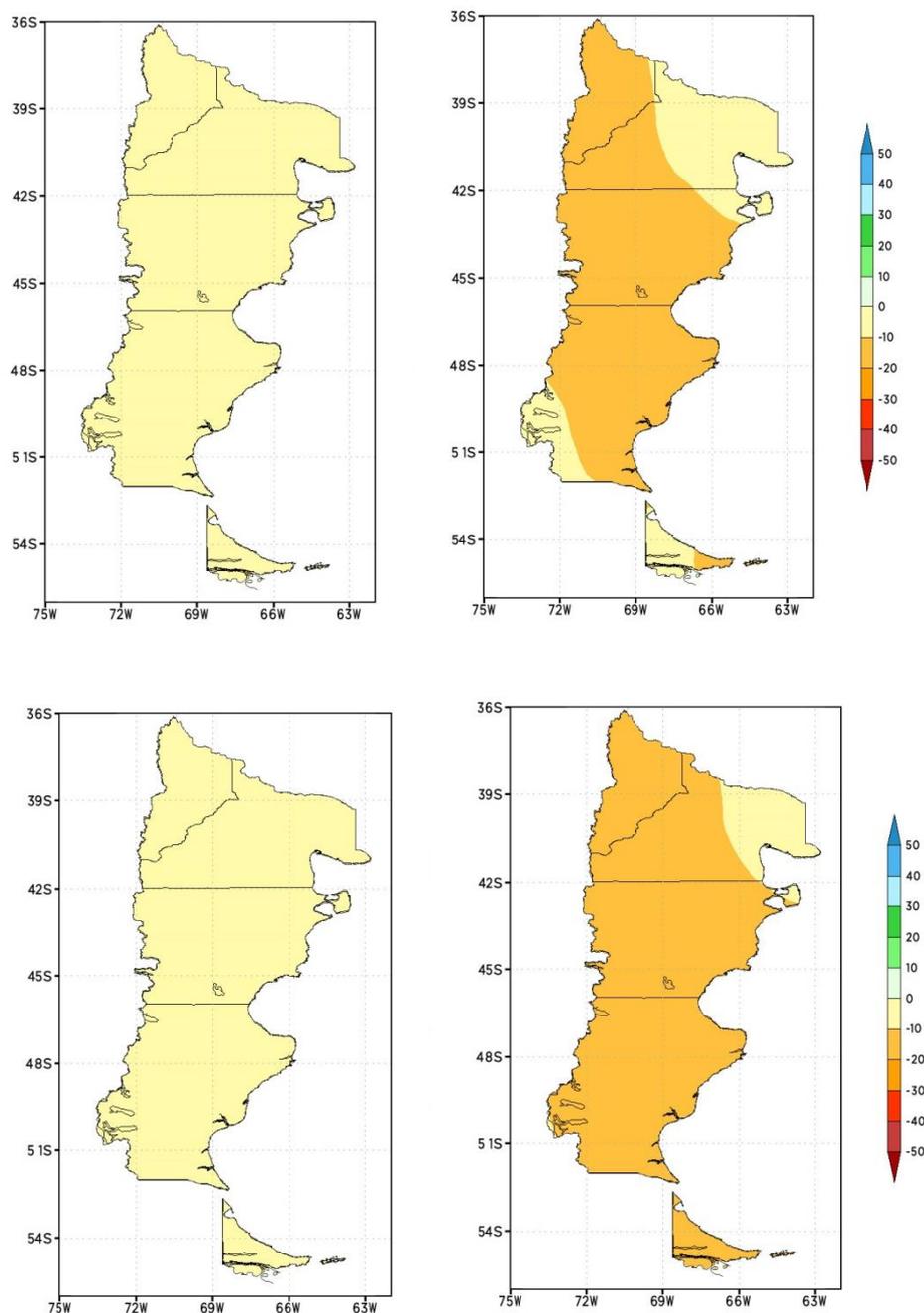
De acuerdo con los dos modelos climáticos globales de la base CMIP5 que mejor representan el clima regional, se proyecta un calentamiento moderado de +0.5 a +1°C en toda la región para este siglo, excepto en el escenario RCP8.5 hacia fin de siglo, en el que sería sustancialmente mayor, Figura 5.4.1.

Ambos escenarios RCP4.5 y RCP8.5 no tienen casi diferencia y en el futuro cercano presentan una reducción de 0 a 10%, Figura 4.5.2. Excepto sobre la cordillera y en la zona muy próxima a la misma, la Patagonia es una región árida con escasa precipitación, en consecuencia, estas reducciones porcentuales representan pocos milímetros anuales. En el futuro lejano, esta reducción se acentúa para situarse entre 10 y 20 %, Figura 4.5.2. Sobre la zona cordillerana, esta reducción de la precipitación en valores absolutos es más importante, continuando la tendencia observada entre 1960 y 2010. Esto último puede tener consecuencias desfavorables para el uso de los recursos hídricos en una zona donde la disponibilidad de agua es un factor crítico para la generación de electricidad y el riego. Por otra parte, la región comparte con el resto del país la tendencia al aumento en las precipitaciones intensas, a pesar de la proyección de una disminución generalizada de la precipitación media.

La conjunción de tendencias hacia mayores temperaturas y precipitaciones menores, aun en el caso de reducciones pequeñas, configura un escenario de tendencia hacia una mayor aridez.



**Figura 4.5.1:** Cambio en la temperatura media anual con respecto al periodo 1986-2005. Promedio de los modelos CSIRO-Mk3-6-0 y GFDL-ESM2G. Panel superior, escenario RCP 4.5 y panel inferior, escenario 8.5. Izquierda, futuro cercano (2015-2039) y derecha, futuro lejano (2075-2099)



**Figura4.5.2:** Cambio en la precipitación anual con respecto al periodo 1986-2005. Promedio de los modelos CSIRO-Mk3-6-0, GFDL-ESM2G. Panel superior, escenario RCP 4.5; panel inferior, escenario RCP8.5. Izquierda, futuro cercano (2015-2039); derecha, futuro lejano

#### 4.5.4 Impactos de las tendencias del clima sobre ecosistemas y poblaciones biológicas

Los deshielos tempranos o invernales tendrán efectos en el régimen hidrográfico en general, e impactos directos sobre la estabilidad de laderas, cauces y taludes,



particularmente en sitios no vegetados o con altas pendientes (Funes y otros, 2006). En laderas pronunciadas y en barrancos se espera una retracción de especies ante daños por la desestabilización del suelo, debido a la alternancia más pronunciada de desecamientos (Funes y otros, 2006).

Durante este siglo deben esperarse cambios en la composición y dinámica de los ecosistemas de la región debido a la ocurrencia de períodos de sequía más intensos y/o prolongados. Los ecotonos de vegetación bosque-estepa sufrirán cambios de estructura con mayor dominancia de especies más tolerantes a la desecación por lo que sería esperable una retracción de especies como el ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y la araucaria. En términos geográficos, los principales cambios en la vegetación que cabría esperar incluyen retracción y desplazamiento de los límites de la vegetación arbórea en el límite Este del bosque.

Por otra parte, en la montaña las mejores condiciones térmicas determinarían la expansión arbórea con la altitud (Funes y otros, 2004). En altura, se espera una reducción de especies criófilas (como la lenga –*Nothofagus pumilio*–) en los pisos inferiores de vegetación de montaña, por competencia con especies mesotérmicas que se expandirían a pisos más altos que los de su actual distribución (por ejemplo coihue, raulí –*N. alpina*– y caña colihue –*Chusquea culeou*).

En áreas próximas a los umbrales inferiores de sus requerimientos hídricos, se esperan pérdida de las especies más higrófilas. Entre las arbóreas, especies como el coihue (*Nothofagus dombeyi*) o el maitén (*Maitenus boaria*) serían presumiblemente las más afectadas en los límites locales de su área de distribución.

En los sistemas ribereños, se espera que en los extremos más distantes de los cauces o de los mallines se observe una pérdida de especies arbóreas, por el abatimiento de napas superficiales alimentadas por estos acuíferos, con mayor impacto en cauces de bajo caudal. Como consecuencia se observaría también una retracción y modificación de la vegetación aledaña a los mallines (Funes y otros, 2006).

En laderas pronunciadas y en barrancos se espera una retracción de especies, ante daños inducidos a individuos establecidos por la desestabilización del suelo (debido a la alternancia más pronunciada de desecamiento, congelamiento, recarga y también por dificultades en su establecimiento).

En contraposición se esperaría un aumento en el crecimiento de las especies más plásticas (como el ñire –*Notophagus antártica*– y muchas exóticas) o de aquellas poblaciones no sometidas a mayor estrés y con ello, un incremento de su capacidad competitiva y dominancia en la comunidad (Funes y otros, 2006). También se podría dar un fuerte avance de especies exóticas invasoras ya muy presentes, como la retama (*Retama sphaerocarpa*), los lupinos (*Lupinus sp.*), y la rosa mosqueta (*Rosa eglanteria*) en los bordes de bosque.

En complejos esteparios y de monte las especies presentes actualmente serían reemplazadas por pastos o arbustos más xerófitos e incremento de los procesos de desertificación. Los cambios en la vegetación de los mallines, la retracción de las fajas ribereñas y el cambio de composición de las comunidades de estepa podría afectar la



distribución de muchas especies de aves, aumentando la vulnerabilidad de especies amenazadas. En el caso de los reptiles, las noches cálidas pueden aumentar la oportunidad de actividad nocturna, compensando la obligada inactividad diurna y podría significar más horas diarias de desarrollo de huevos (Kubisch y otros 2012).

#### **4.5.5 Los glaciares patagónicos**

Los glaciares de Patagonia se caracterizan por tener muy altas tasas de acumulación y ablación, lo que los hace vulnerables a los cambios climáticos (Skvarca, P. 2006). Debido al aumento de la temperatura, y en algunos casos por la menor precipitación, casi todos los glaciares de los Andes patagónicos entre los 37° y 55° S han estado retrocediendo durante las últimas décadas (Skvarca, P. 2006).

El Hielo Patagónico Sur es la mayor masa de hielo del Hemisferio Sur fuera del continente antártico. Se extiende sobre Chile y Argentina, entre 48° y casi 52° S. Naruse y Aniya (1992) determinaron su superficie en 13.000 Km<sup>2</sup>. Durante las últimas cinco décadas del siglo pasado, 48 de los 50 principales glaciares del Hielo Patagónico Sur presentaron una creciente disminución de la superficie de hielo, que ya en 1986 era del orden de unos 200 Km<sup>2</sup> (Aniya 1999) y de 430 Km<sup>2</sup> en el año 2000 (Rignot y otros, 2003). Esto indica un creciente balance de masa negativo en el Hielo Patagónico Sur, que pudo haber sido una de las fuentes importantes del aumento global del nivel del mar (Rignot y otros, 2003).

La tendencia a la recesión de los glaciares patagónicos continuaría durante este siglo de acuerdo con las proyecciones de aumento de temperatura en todos los escenarios de concentración de GEI (Collins y otros, 2013).

### **4.6 Región Central**

#### **4.6.1 Contexto regional**

En la Región Central que comprende a las provincias de La Pampa, San Luis, Córdoba, Santiago del Estero, Tucumán, Chaco y Formosa se distinguen tres Ecorregiones: Selva de Yungas, Chaco Seco, y Monte de Llanuras y Mesetas. La selva de Yungas se extiende por el oeste de la región sobre las sierras subandinas y su piedemonte de las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca; es una región rica en términos de biodiversidad sujeta a grandes presiones y por el avance de la frontera agropecuaria sobre las tierras forestales, en especial para la producción de soja. La extensa ecorregión del Chaco, es de característica semiárida, aunque atenuada en su parte más oriental. Se extiende por la mayor parte de las provincias de Chaco, Formosa y Santiago del Estero y norte de Santa Fe y Córdoba. Su vegetación de parque se encuentra muy intervenida por la intensa explotación forestal y la ganadería extensiva y en muchas zonas por la agricultura. El Monte de Llanuras y Mesetas, es la vegetación natural de San Luis y el oeste de La Pampa. Es una región bastante antropizada con actividad ganadera y en algunas zonas, también agrícola. El este de La Pampa y sur de Córdoba es una zona de pastizales naturales donde hay ganadería vacuna y agricultura de cereales y oleaginosas.



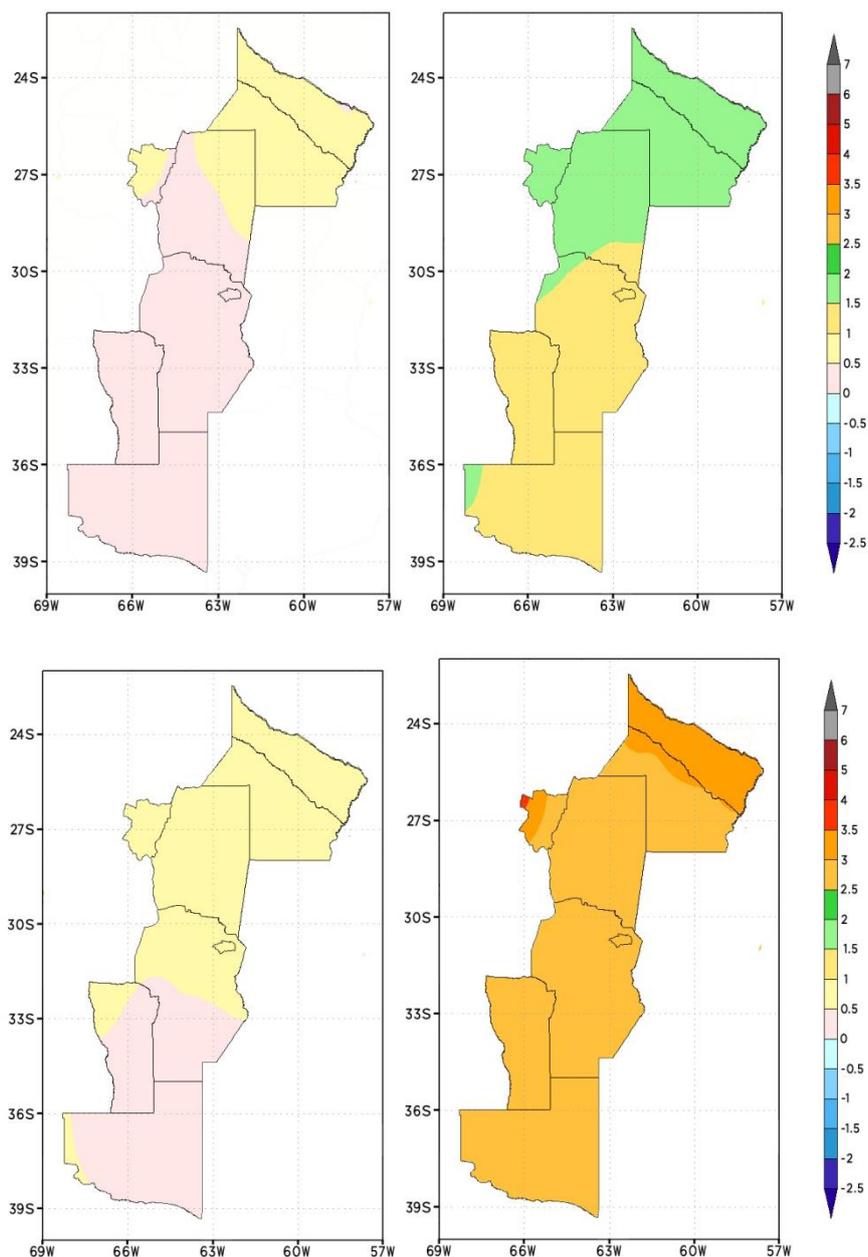
#### **4.6.2 Tendencias del clima en el período 1950-2010**

Es la región del país que tuvo el menor calentamiento en el periodo 1960/2010. La temperatura media anual tuvo un aumento de apenas 0,2°C con mucha variación geográfica; en algunas zonas del norte y sur de la región el aumento fue mayor a 0,4°C, mientras que en el centro de la región hubo incluso zonas con algún enfriamiento.

Entre 1960 y 2010, ha habido aumentos importantes en la precipitación anual y en la de las estaciones de verano y otoño. La precipitación de esta región presenta grandes variaciones en la escala de decenios. Los indicadores de precipitaciones extremas, en algunas zonas asociados con potenciales inundaciones, cambiaron moderadamente en forma consistente con las mayores precipitaciones. Sin embargo, aumentó el máximo de días consecutivos sin precipitación de cada año, lo que en esta región, con una marcada estación seca invernal, es un indicador de la prolongación de la misma. Este cambio está agravando la disponibilidad estacional de agua para algunas poblaciones, y generando condiciones más favorables para los incendios de bosques y pasturas, así como mayores condiciones de estrés sobre las actividades agropecuarias.

#### **4.6.3 Proyecciones climáticas para el siglo XXI**

En los dos escenarios RCP extremos, tanto para el futuro cercano como para el lejano, se proyecta para toda la región un calentamiento con respecto al periodo 1960-2010 que va de 0 a 1°C en el futuro cercano, sin mayores diferencias entre escenarios, y de hasta 2,5 a 3,5°C en el futuro lejano en el norte de la región en el escenario RCP8.5, figura 4.6.2.1.



**Figura 4.6.1:** Cambio en la temperatura media anual con respecto al periodo 1986-2005. Promedio de 4 MCGs. Panel superior, escenario RCP 4.5 y panel inferior, escenario 8.5. Izquierda, futuro cercano (2015-2039) y derecha, futuro lejano (2075-2099)

En todos los casos el calentamiento sería mayor en el norte que en el centro y sur de la región, coincidiendo con los escenarios promedio de 42 modelos del CMIP5, Figura 4.3.1. Las proyecciones de aumento de las temperaturas en esta región son menores que las de las regiones con las que limita al este y oeste. Este patrón geográfico continúa con lo observado en el periodo 1960-2010.

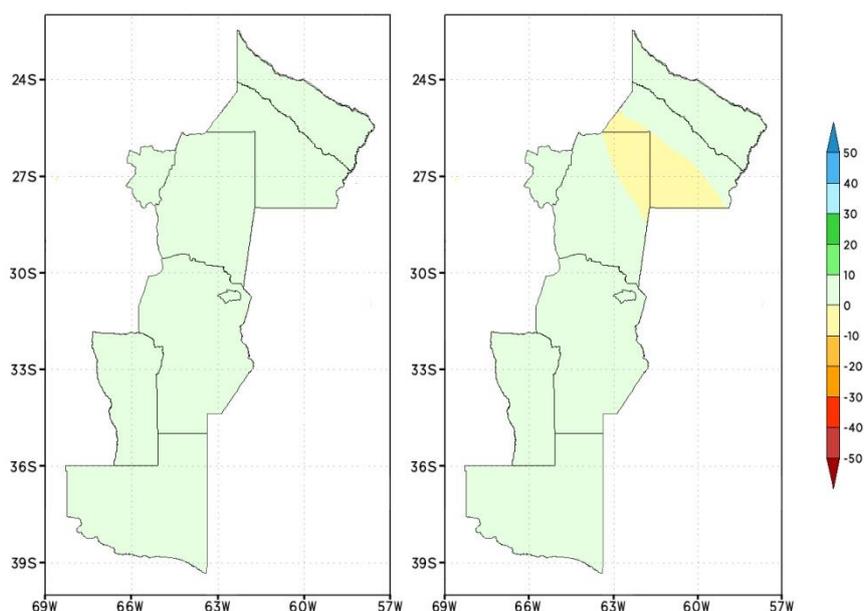
Para el futuro cercano el número de días con olas de calor aumentaría moderadamente en el sur y algo más en el norte, pero no más de 15 días. Para el horizonte temporal del

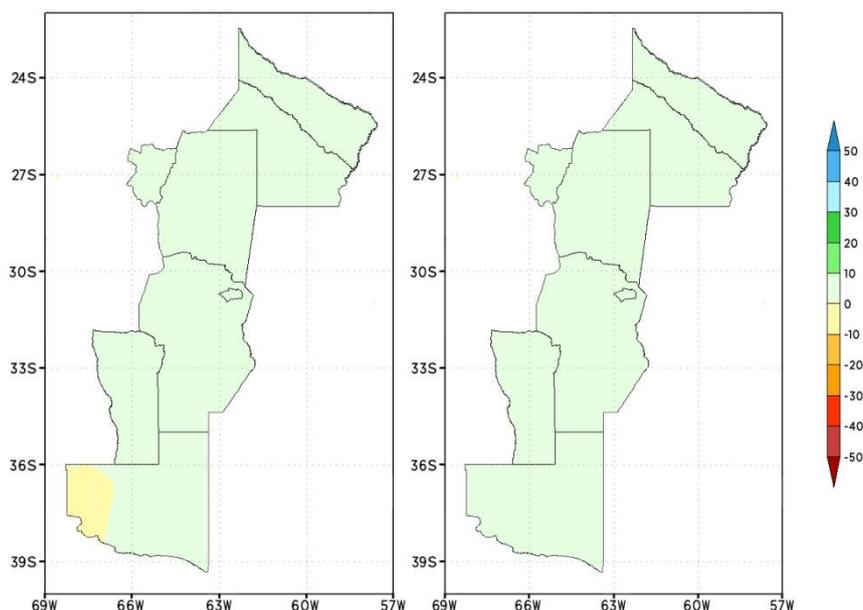


futuro lejano el aumento de días con olas de calor sería más grande en ambos escenarios y mayor en el norte que en el sur.

En cuanto a las proyecciones de la precipitación no hay mayores diferencias ni entre los dos escenarios RCP, ni entre el futuro cercano y el lejano, Figura 4.6.2. Las proyecciones en toda la región son de aumentos poco relevantes, 0 a 10%, que estarían dentro del margen de error de las mismas. Incluso, en algún caso y en zonas aisladas se proyectan ligeras disminuciones. En principio, se puede suponer que no habría mayores cambios en la precipitación media anual.

El cambio en el número máximo anual de días consecutivos secos (máxima racha seca) en el futuro cercano es hacia una reducción en el sur de la región y un aumento en el norte, pero en ambos casos de pocos días. Es notable la coincidencia de este patrón geográfico con el de los cambios observados en este índice entre 1960-2010, lo que sería indicativo de que estos últimos se debieron a un proceso asociado al calentamiento global.





**Figura 4.6.2:** Cambio porcentual de la precipitación anual con respecto al periodo 1986-205. Promedio de 4 modelos CNRM-CM5, CMCC-CM, CSIRO-Mk3-6-0 MRI/CGM3. Panel superior, escenario RCP 4.5 y panel inferior, escenario 8.5. Izquierda, futuro cercano (2015-2039) y derecha, futuro lejano (2075-2099)

#### 4.6.4 Impactos observados y proyectados

La región Central de la Argentina es la que menos calentamiento ha registrado desde 1960. Ello, junto con un aumento de la precipitación media anual, especialmente en el periodo estival, generó condiciones más húmedas que favorecieron la expansión de la frontera agrícola hacia el oeste (más de 100 Km en algunas zonas), y la productividad de los cultivos anuales. En Córdoba y el este de La Pampa las condiciones climáticas más favorables provocaron aumentos del 50% en los rendimientos de soja, 25% en trigo, 16% en maíz, y 8% en girasol (Magrín y otros, 2005).

La expansión de la frontera agropecuaria fue motivada tanto por los precios internacionales como por las nuevas tecnologías, pero se vio facilitada por las condiciones más húmedas. El avance de la agricultura se ha hecho a expensas de la ganadería, pero también mediante una importante deforestación del bosque y monte nativos. En la provincia de Córdoba, por ejemplo, la superficie cultivada pasó del 3% al 30% entre 1970 y 2000, debido a efectos sinérgicos relacionados con factores climáticos, socioeconómicos y tecnológicos (Zak y otros, 2008).

La expansión de las actividades agropecuarias y la intensificación de la agricultura con tendencia al monocultivo aumentó notablemente la productividad de la región, pero está causando cambios ambientales de importancia en el almacenaje de carbono y nutrientes, el ciclo del agua, el escurrimiento superficial, la disponibilidad de habitats, la salinidad del suelo, la acidificación de las corrientes de agua, y la expansión de inundaciones asociadas a la dinámica del agua subterránea (Jayawickreme y otros, 2011; Viglizzo y otros, 2009; Noretto y otros, 2012), que aumentan la vulnerabilidad a la variabilidad y



el cambio del clima. Sin embargo, la difusión masiva de técnicas de labranza conservacionistas (como la labranza cero) amortiguó en parte el proceso de degradación ambiental. Los impactos ambientales y el consumo de energía reportados para la agricultura de Argentina son menores que los difundidos para otros países con agricultura intensiva como los países Europeos, China, Nueva Zelanda y Estados Unidos (Viglizzo y otros, 2010).

En el futuro cercano, por el efecto de las emisiones de GEI, no se esperan grandes cambios en la precipitación y solo alguna aceleración del calentamiento, aunque menor a 1°C. Estas proyecciones no configuran un escenario de aumentos considerables en los riesgos climáticos. Sin embargo el mayor riesgo climático en la zona norte de la región provendría de la variabilidad interdecadal de la precipitación magnificado por el cambio en el uso del suelo. El gran desafío para esta región consistirá en afianzar sistemas productivos sostenibles y capaces de mantener o aumentar la producción agropecuaria conservando las cualidades ambientales.

## ***4.7 Las áreas costeras y el Mar Argentino***

### **4.7.1 La costa marítima y el Mar Argentino**

En la costa marítima de la Argentina se realizan numerosas actividades industriales, comerciales, portuarias, de navegación, de pesca y de extracción de hidrocarburos. Asimismo, esta costa se utiliza para una muy importante actividad turística y de recreación. Estas actividades hacen de esta zona costera una de las áreas más dinámicas del país. El cambio climático podría afectar este litoral marítimo por el aumento de la temperatura del agua, los cambios en la circulación de las corrientes marinas y por el ascenso del nivel medio del mar.

Las proyecciones de cambio de la temperatura del aire (estrechamente relacionada con la temperatura de la superficie del mar) para el Mar Argentino son menores que para el territorio continental del país en todos los escenarios y horizontes temporales del siglo XXI, previéndose para el futuro cercano (2015-2039) aumentos menores a 0,5°C con respecto al periodo 1981-2005. Tampoco serían muy importantes los cambios en la precipitación con proyecciones de reducciones y aumentos del 10% en las precipitaciones anuales. Bajo estos escenarios, los posibles cambios en el ecosistema oceánico estarían más relacionados con los impactos locales de actividades antrópicas, que con los efectos del cambio climático. No obstante considerando solo este último, el potencial máximo de captura pesquera de las especies marinas aumentaría entre 50 y 100 % a lo largo de todo el Mar Argentino para la década 2051-2060 respecto de 2001-2010 en un escenario de calentamiento moderado (IPCC, 2014b).

Distinta es la situación en los sistemas costeros que se verán afectados por el aumento del nivel del mar. Aunque la mayor parte de la costa marítima argentina no sufrirá inundaciones permanentes en el siglo XXI, podrían verse afectadas algunas de las planicies de marea en la costa al sur de Bahía Blanca como en el enclave Bahía Anegada y Bahía San Blas, (Kokot y otros 2004). Por otro lado, las playas acotadas por acantilados o por la ocupación y alteración de los médanos costeros (por asentamientos



urbanos y forestación), podrían perder su extensión gradualmente, e incluso desaparecer, afectando su valor productivo y turístico/recreativo

En algunos ambientes costeros como humedales costeros y marismas, los servicios ecosistémicos podrían ser afectados; destacándose sitios como la laguna costera de Mar Chiquita y el sector costero entre Bahía Blanca y Bahía San Blas/El Rincón (en la Provincia de Buenos Aires), y la costa norte del Golfo San Matías (en la Provincia de Río Negro).

Las costas también pueden ser afectadas por la erosión que depende de la combinación de varios factores como la energía cinética de las olas y las tormentas, las corrientes costeras, y la dureza de los materiales que las conforman, pero la erosión se aceleraría además por el aumento del nivel del mar originado en el cambio climático. Este proceso de erosión costera ya en desarrollo, podría incrementar el retroceso de las playas en la costa bonaerense y el de los acantilados en algunos sitios de las costas patagónicas (costas del norte de Río Negro, sur de Chubut y norte de Santa Cruz) (Codignotto 2005). Estos retrocesos de playas y acantilados afectarían al turismo que es una de las principales actividades económicas de la región costera y pondrían directamente en riesgo inversiones inmobiliarias y de infraestructura. En las costas patagónicas, es relevante el turismo de visita a las áreas protegidas donde hay colonias de pingüinos y lobos y elefantes marinos, pero la permanencia de estas especies puede ser afectada por la pérdida de algunos espacios costeros por los procesos erosivos.

#### **4.7.2 Costa argentina del Río de la Plata**

El Río de la Plata es un estuario de agua dulce con características únicas en el planeta por su ancho que va de 50 Km en su nacimiento hasta 200 Km en su desembocadura en el mar. Esta peculiaridad junto con su muy pequeña pendiente hace que las mareas y el nivel del mar se propaguen hacia su interior sin muchas modificaciones (Menéndez y Re, 2005). A pesar de que la costa argentina no es muy alta, en un escenario de aumento del nivel medio del mar de 0,50 m, muy probable en este siglo, solo una estrecha franja de uno o dos kilómetros de la costa sur de la Bahía de Samborombón sería inundada permanentemente (Barros, 2005). En esa zona, la naturaleza del suelo es poco firme, lo que puede acelerar el proceso de retroceso de la costa. Con excepción de esta zona, en el resto de la costa argentina, el aumento del nivel del mar se manifestará con el agravamiento de las inundaciones recurrentes por el efecto de las tormentas asociadas con fuertes vientos del sudeste, especialmente cuando se superponen con importantes mareas astronómicas (Barros 2005).

Un estudio de base para la Segunda Comunicación Nacional calculó la recurrencia de las inundaciones por tormenta en la costa argentina del Río de la Plata estimando los costos en el supuesto de que no se agregaran medidas estructurales a las ya existentes. Los costos de estas inundaciones recurrentes pasarían de 30 millones de USD anuales promedio a principios del siglo a unos 300 millones de USD anuales para la segunda mitad del siglo en el escenario climático A2 del IPCC (Bronstein y Menéndez, 2006).

La zona sur de la Bahía Samborombón será uno de los sitios más afectados por el cambio climático en los próximos años, porque sus efectos se sentirán no solo en la



producción, la población local, sino en la biodiversidad y los servicios ambientales del área (FVSA 2014).

## 4.8 Agricultura y Ganadería

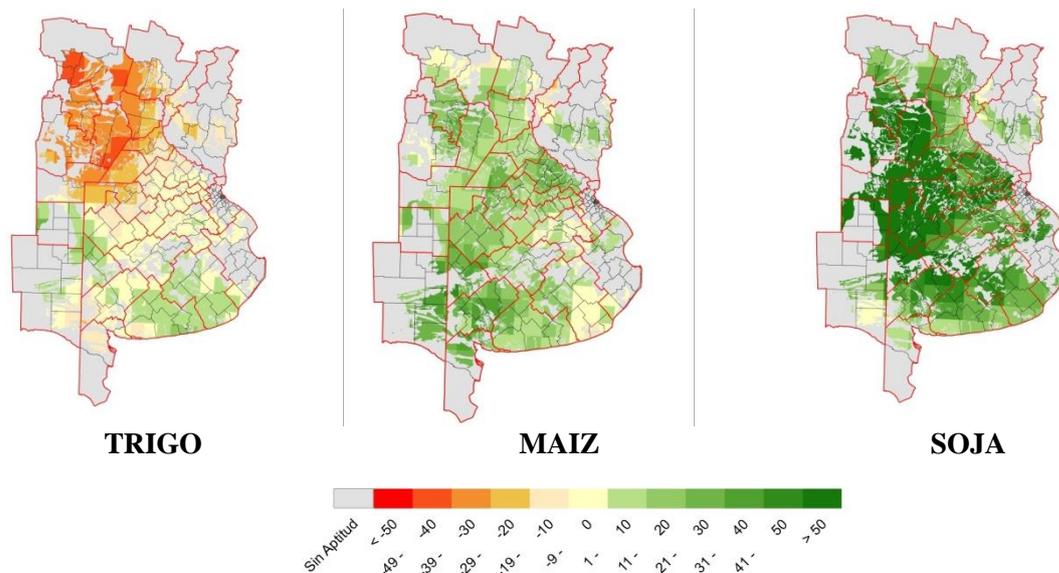
### 4.8.1 Agricultura

Se informa solo la región pampeana, que es la de mayor importancia en la agricultura nacional por los volúmenes y precios. La evaluación de los impactos de los escenarios climáticos sobre los rendimientos de los cultivos de soja, maíz y trigo se efectuó mediante el uso de modelos de simulación (CERES-Wheat, CERES-Maize y CROPGRO) previamente calibrados y validados para las condiciones locales. En el estudio se desarrolló un programa de interfase (CASANDRA) que calcula en forma automática las variables de entrada de los modelos de cultivo en base a la superposición de capas de información (clima, suelos, manejo de los cultivos, cultivar/híbrido) y generación de áreas homogéneas (3751) para las simulación de los rendimientos.

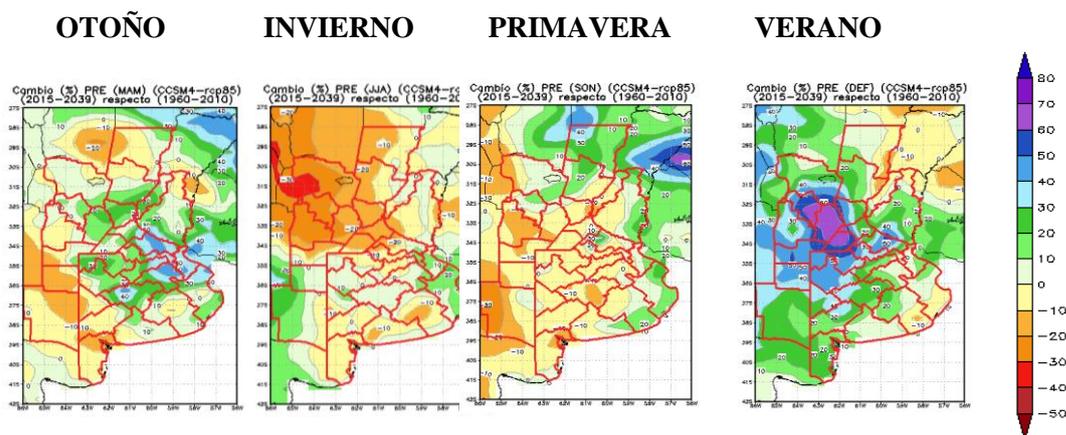
Los modelos de productividad indican que en términos medios y considerando el efecto del CO<sub>2</sub>, los rendimientos de soja y maíz aumentarían en forma considerable y moderada respectivamente, mientras que el cultivo de trigo sufriría leves reducciones de productividad (Tabla 4.8.1 y Figura 4.8.1). Este comportamiento se asocia con el aumento proyectado en las lluvias durante el período estival (diciembre a febrero) que favorecen a los cultivos de soja y maíz, y la reducción de las lluvias invierno-primaverales junto a la prolongación del período seco invernal que perjudican al cultivo de trigo en la zona centro del país (provincias de Córdoba, Santa Fe y noroeste de Buenos Aires), Figura 4.8.2. En términos medios, la zona sur y oeste de la provincia de Buenos Aires, así como la zona productiva de La Pampa se verían beneficiadas.

**Tabla 4.8.1:** Cambios porcentuales de los rendimientos de soja, maíz y trigo para los períodos 2015-2039 y 2075-2099 en relación a los rendimientos del período base (1960-2010). Las estimaciones corresponden a los escenarios climáticos CCSM4-4.5 y CCSM4-8.5.

Período	Escenario	Soja	Maíz	Trigo
2015-2039	CCSM4-4.5	+33%	+8%	-13%
	CCSM4-8.5	+43%	+12%	-13%
2075-2099	CCSM4-4.5	>50%	+8%	-8%
	CCSM4-8.5	>50%	+6%	+4



**Figura 4.8.1:** Cambios estimados en los rendimientos de trigo, maíz y soja, expresados como porcentaje de cambio entre los períodos 2015-2039 (futuro cercano) y 1960-2010 (condiciones actuales). Las estimaciones climáticas corresponden al modelo CCSM4-RCP 8.5. En todos los casos se consideró el efecto del incremento del CO2 sobre la productividad de las especies.



**Figura 4.8.2:** Cambio porcentual de las precipitaciones expresados como porcentaje de cambio entre los períodos 2015-2039 (futuro cercano) y 1960-2010 (condiciones actuales) en base a las predicciones del modelo CCSM4-RCP 8.5.

### 4.8.2 Ganadería

El impacto de los escenarios climáticos sobre la producción del ganado bovino se evaluó con el modelo GRAZE (Grase Befe Forraje Simulación Modelo) que incluye subrutinas que consideran la producción de forraje, aspectos específicos de los animales, y una interface que simula el efecto del pastoreo sobre las plantas y la ingesta animal.

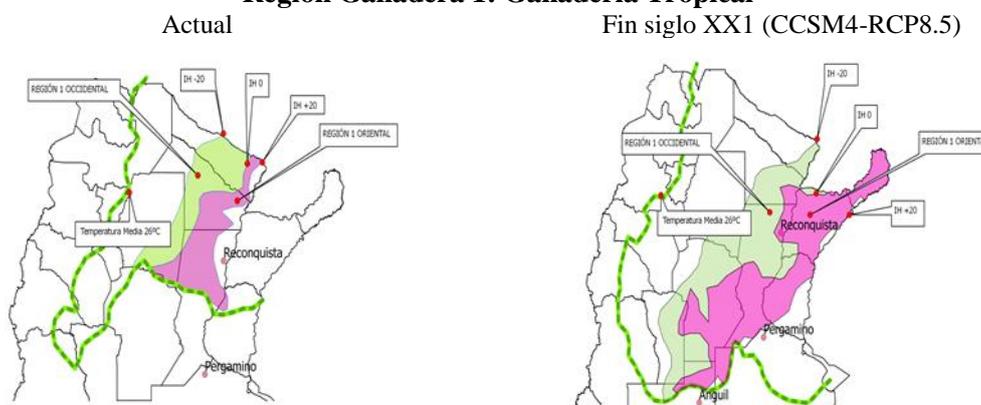
Los modelos de producción ganadera indican reducciones de la producción de carne bovina en el norte de la región Pampeana (Región ganadera 1- Reconquista), estabilidad



de la producción en el centro de la región (Región Ganadera 4, sub-región oriental-Pergamino) y aumentos en la zona oeste (Región Ganadera 4, sub-región occidental-Anguila). Los cambios se asocian principalmente a las variaciones en la producción de forraje relacionados con un aumento progresivo de condiciones más secas en el centro norte de la región, y el avance progresivo de condiciones más húmedas en el oeste.

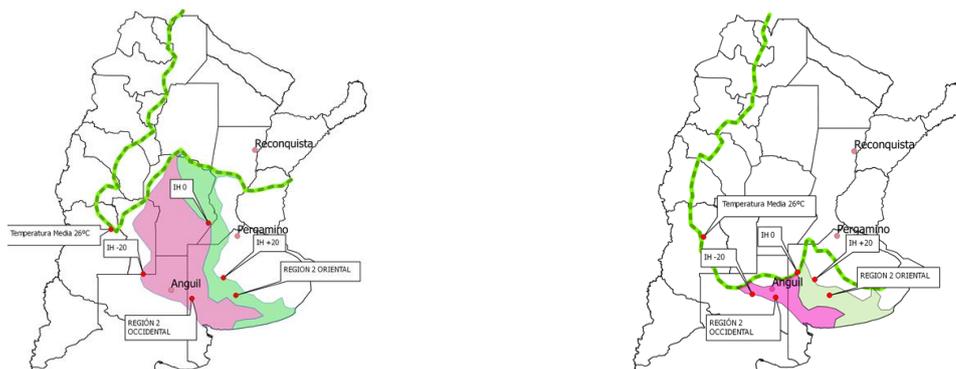
Otro impacto importante del cambio del clima sería el desplazamiento geográfico de las zonas ganaderas. La región de ganadería tropical (región ganadera 1) ubicada al norte de la isoterma de 26°C (durante el mes más cálido) que comprende las subregiones oriental (más húmeda) y occidental (más seca) se desplazaría paulatinamente hacia el este en su límite superior y hacia el sudoeste en su porción media e inferior. Hacia fines de siglo la subregión oriental abarcaría las provincias de Misiones, Corrientes, centro oeste de Entre Ríos, centro sur de Santa Fe, este de Córdoba, noroeste de Buenos Aires y noreste de La Pampa. Mientras que la subregión occidental se extendería por el este de San Luis, norte de La Pampa, gran parte de Córdoba, sudeste de Santiago del Estero, sudeste de Chaco y Formosa y el norte de Santa Fe, Figura 4.8.3. La región ganadera de clima templado (región ganadera 4), ubicada al sur de la isoterma de 26°C durante el mes más cálido, se comprimiría paulatinamente, a medida que avanzan las condiciones más cálidas, ocupando el centro-sur y centro-oeste de la provincia de Buenos Aires y el centro de La Pampa hacia fines de este siglo. Figura 4.4.3.

### Región Ganadera 1: Ganadería Tropical



### Región Ganadera 4: Ganadería de clima templado

Actual Fin siglo XX1 (CCSM4-RCP8.5)



**Figura 4.8.3:** Ubicación de las regiones ganaderas 1 (tropical) y 2 (templada en las condiciones climáticas actuales y las proyectadas por el modelo CCSM4-RCP8.5 para fines del siglo XXI (2075-2099)

El desplazamiento paulatino hacia el sur de la isoterma de 26° C (indicador de las razas adecuadas de bovinos) favorecería la expansión de la ganadería tropical con razas de mayor tolerancia al calor (como las razas Indicas) hacia el sur de la región, llegando hasta el centro de la provincia de Buenos Aires.

### 4.8.3 Vulnerabilidad

Es probable que en el mediano plazo, Argentina pueda sostener la productividad de las principales actividades agrícolas y ganaderas, en la mayor zona de producción de granos y carne del país, a pesar de los cambios proyectados en los valores medios de temperatura y precipitación. Sin embargo, existen varios riesgos que deben considerarse al estimar la vulnerabilidad del sector.

La intensificación de los eventos extremos (lluvias intensas, inundaciones, sequías, olas de calor) amplifica la variabilidad interanual de la producción y compromete la estabilidad del sistema. Durante la campaña 2008/09 se instaló un episodio de sequía muy severo que redujo cerca del 40% la producción de granos de esa campaña y de la superficie sembrada con cultivos de invierno en la campaña siguiente. En enero de 2010, la ola de calor que se instaló en el centro del país, con temperaturas máximas de 10°C por encima del promedio histórico durante 10 días, afectó severamente la producción y la calidad del cultivo de girasol. Estos eventos, que desestabilizan al sector y tienen efectos sobre la economía del país en el corto plazo, merecen una especial atención al momento de cuantificar la vulnerabilidad y planificar medidas de adaptación al cambio climático.

La variabilidad entre décadas de las lluvias es otro de los riesgos que debe enfrentar el sector. En el centro del país ocurrieron dos eventos notables relacionados con la variabilidad entre décadas del clima durante el siglo pasado. En las décadas de 1930-1940, las condiciones climáticas secas y ventosas junto al mal manejo de los sistemas productivos (deforestación, sobrepastoreo, labranza inadecuada) afectaron severamente la producción agrícola y ganadera provocando la quiebra de numerosos agricultores y un proceso importante de migración rural. A partir de mediados del siglo 20, el clima se tornó más húmedo y comenzó la conversión de tierras abandonadas en tierras agrícolas y ganaderas con una rápida y excesiva expansión. El aumento notable de la lluvias entre 1970 y 2000 desembocó en episodios recurrentes de inundaciones que afectaron



seriamente a la región. La formación de dunas y la falta de infraestructura adecuada impidieron el escurrimiento del agua y favorecieron su acumulación. Estos episodios ponen de manifiesto la vulnerabilidad de la región ante la presencia de períodos secos y húmedos, que se ve agravada por las intervenciones humanas (Viglizzo y otros, 2006).

El aumento de las lluvias durante las últimas décadas contribuyó sensiblemente a la expansión de las fronteras agrícolas, especialmente en regiones climáticamente marginales de Argentina. Si el proceso se revirtiera y ocurriera otro período de menores precipitaciones, asociado a la variabilidad entre décadas de la lluvia, la sostenibilidad económica de los productores en las zonas marginales se vería seriamente comprometida por la reducción de los ingresos y el aumento en los riesgos de producción (Podestá y otros, 2009).

Asimismo, la degradación del ambiente, entendida como la pérdida de las cualidades físicas y /o químicas del suelo y el agua, y la pérdida de cobertura del suelo y biodiversidad, aumentan la vulnerabilidad de los agro-ecosistemas al cambio en los valores medios y la variabilidad del clima, y restringen la capacidad adaptativa. La reducción de la cobertura y la degradación física de los suelos produce una alteración profunda de la dinámica hídrica de las tierras, con disminución de la infiltración y aumentos considerables en el escurrimiento y en la erosión. En los suelos más frágiles (haplustol en Anguil y haplustol-limoso en el Chaco) las monoculturas de soja y algodón reducen sensiblemente la capacidad de infiltración del agua (pérdidas por escurrimiento del orden del 70 al 90%) en relación a los suelos bajo monte o bien manejados, donde el escurrimiento es mínimo y más del 60-70% del agua recibida es retenida por el perfil del suelo (Michelena y otros, 2014).

La pérdida de materia orgánica y la exportación de nutrientes disminuye los contenidos de fósforo y tiende a acidificar los suelos, por las pérdidas de calcio y magnesio. Las compactaciones sub-superficiales contribuyen también al deterioro al limitar la infiltración y el desarrollo de raíces. (Casas, 2001).

#### **4.9 Energía**

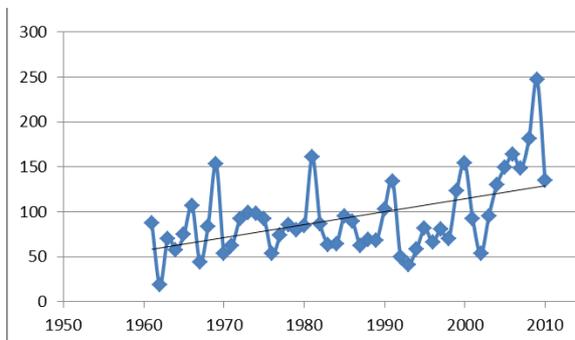
Los datos históricos y las proyecciones de la temperatura, de la población y del producto bruto interno, indican que la tendencia de la temperatura media anual prácticamente no influye a largo plazo en la demanda de energía eléctrica en la Argentina. El crecimiento económico, principalmente industrial, y el crecimiento demográfico, y el incremento del nivel de ingreso de la población, explican en gran medida la evolución de dicha demanda.

En el sistema energético argentino la demanda de electricidad y gas natural puede ser afectada sensiblemente por el cambio climático por el cambio en las condiciones térmicas extremas. La elevada demanda eléctrica puede ocasionar severos problemas a la red de distribución en centros urbanos densamente poblados. También pueden sufrir impactos significativos la generación hidroeléctrica asociada a los caudales de los ríos y la infraestructura de la red de transporte como consecuencia de vientos severos.



### 4.9.1 La demanda

El cambio climático afectaría la demanda de energía por el aumento en el consumo de electricidad debido al mayor uso de aire acondicionado en los picos de demanda por extremos térmicos cálidos que pueden conducir a severas restricciones (por ejemplo, diciembre de 2013 en el Área Metropolitana de Buenos Aires) y en consecuencia se debe trabajar en la readecuación de las redes eléctricas abarcando desde la educación,



señales económicas (tarifas) y los sistemas de gestión de demanda. La demanda de energía también se vería afectada por los cambios en los picos de demanda de gas natural residencial para calefacción en los casos de extremos térmicos fríos.

#### *Demanda de electricidad por mayores temperaturas*

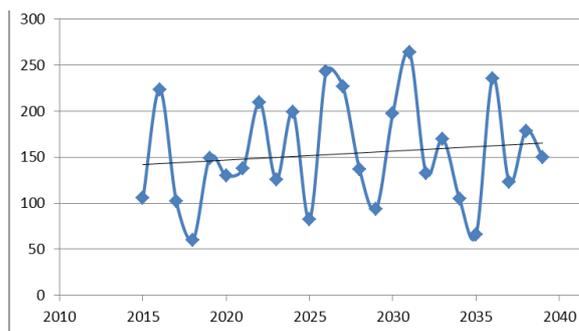
El aumento de la temperatura puede implicar un mayor consumo de electricidad, básicamente por el mayor uso de refrigeración en general y de aire acondicionado en particular. Este aumento estaría modulado por la mayor frecuencia en los excesos de los umbrales de confort térmico. En la Tabla 4.9.1 se muestra para el clima actual el número de grados-día en las principales ciudades argentinas con un umbral de 23° C. Estas ciudades concentran cerca de la mitad de la población argentina y considerando su distribución geográfica, su consumo de electricidad para refrigeración ponderado por población pueden ser un indicador aproximado del consumo total del país. A su vez, este promedio ponderado no es muy distinto al valor de Buenos Aires.

**Tabla 4.9.1:** Grados días de refrigeración con un umbral de 23° C para las principales ciudades argentinas, abril 2014 a marzo 2015<sup>41</sup>.

Ciudad	GDR
Buenos Aires	348
Rosario	410
Córdoba	329
Mendoza	524
Tucumán	590
Promedio ponderado por población	369

La base de datos [http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3c\\_inicio.php](http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3c_inicio.php) incluye resultados de modelos con temperatura, tanto para períodos históricos (1961-2010), como para el futuro cercano (2015-2039). La Figura 4.9.1 muestra los grados día de refrigeración para años calendarios históricos y proyectados según un modelo de la base del CIMA para Buenos Aires, con un umbral de 23°C.

<sup>41</sup><http://www.degreedays.net/>



**Figura 4.9.1:** Grados-día anuales por encima del umbral de 23° C para Buenos Aires, izquierda 2015-2039, derecha proyectado para 2015-2039 a partir de proyecciones de temperatura diaria del modelo climático global CCSM4, [http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3c\\_inicio.php](http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3c_inicio.php)

Se aprecia que en el período histórico el aumento ha sido más rápido a partir de 1990. La tendencia evidenciada en la Figura 4.9.1 elevaría el número de grados-día hacia 2030 en un 10 % con respecto al 2015, lo que implicaría un correspondiente aumento en el consumo anual de energía por el aire acondicionado, independientemente de otros cambios a originarse por aumento de la población y otros factores. La influencia de este crecimiento en el aumento de la demanda de electricidad total sería insignificante ya que de este último, sólo el 34 % corresponde al sector residencial, y de este porcentaje se estima que sólo el 18% se debe a refrigeración incluyendo aire acondicionado y heladeras<sup>42</sup>, lo que constituye un 6% del total. Suponiendo que el aumento de electricidad para refrigeración fuera proporcional al aumento de los grados día, lo que es en principio exagerado, el aumento respecto a 2015 sería aun así del orden de solo el 1 % del consumo total de electricidad. Por su parte, considerando que desde 2002 el consumo de electricidad se incrementó a una tasa de 4,6% anual acumulada, es muy probable que el crecimiento de la demanda de electricidad hacia 2030, impulsado por el crecimiento económico, sea superior al 50 %.

Sin embargo, tanto en el período histórico como en el proyectado, la variabilidad interanual de los grados-día es muy importante y mayor a la ocasionada por las tendencias de largo plazo como se aprecia en la Figura 4.9.1. Las olas de calor han estado en aumento en los últimos 50 años, sección 4.2.1, y han sido los eventos extremos que más han afectado a la prestación del servicio eléctrico; por ejemplo, particularmente severa fue la afectación por la ola de calor del verano 2013/14. Estas fallas en el servicio eléctrico se han producido porque la inversión en la red de distribución no ha acompañado de la misma forma el crecimiento de las demandas extremas. En cambio, no se han verificado mayores problemas en los sectores de generación y transmisión frente a este tipo de eventos, fruto de la mayor oferta debida a la inversión en generación y en el Sistema Interconectado Nacional, a lo que se suma la posibilidad de importar electricidad mediante las conexiones y acuerdos con países vecinos.

En consecuencia, el sector que necesita adaptación para evitar los cortes de servicio de electricidad por los extremos térmicos es el de la distribución, ya que se proyectan más

<sup>42</sup><http://twenergy.com/a/en-que-gastamos-la-energia-de-casa>



días con olas de calor para el futuro, sección 4.3.2. Como la calefacción se hace mayormente mediante gas natural (aunque esto puede ir cambiando con la incorporación de las bombas de calor), la demanda de electricidad para calefacción domiciliaria es menor que para la refrigeración (o similar si se utilizan bombas de calor), por lo que si la red se diseña para soportar las olas de calor, estará preparada para soportar también las olas de frío.

#### ***Demanda de gas por temperaturas frías extremas***

Aproximadamente el 50 % del consumo de gas natural residencial es utilizado para calefacción. Las olas de frío pueden incidir en los picos de la demanda para este uso. A su vez, esta demanda de gas natural para calentar agua y para cocinar no se vería afectada de manera apreciable por el cambio climático. Dado que los modelos climáticos indican menos olas de frío en el futuro en todos los escenarios, no se vislumbran riesgos para el suministro de gas natural residencial asociados a picos de demanda que sean consecuencia del cambio climático.

### **4.9.2 La oferta hidroeléctrica**

#### ***Contexto***

La potencia instalada en centrales hidroeléctricas es de 11.107 MW. La generación hidráulica depende de los caudales y de los saltos hidráulicos de las presas que son función del volumen de agua generado por las precipitaciones. La variabilidad climática influye en la hidraulicidad, de modo que el porcentaje de la generación hidráulica ha variado en los últimos años entre 29 y 35 % de la generación eléctrica total, siendo la segunda fuente en importancia dentro de la matriz de generación de energía eléctrica.

La Tabla 4.9.2 muestra la distribución de la potencia instalada y generada por regiones. Las presas sobre los ríos Paraná y Uruguay son centrales de pasada sin posibilidad de regular el agua, pero como los caudales no tienen una gran variación a lo largo del año su generación media es muy eficiente. En cambio, las centrales del oeste del país tienen, típicamente, represas que regulan los caudales ya que en parte del año estos son poco abundantes. Por ello el aporte porcentual de hidroelectricidad en la generación en el NEA y Litoral es mucho mayor que su porcentual en la capacidad instalada, mientras que en las regiones del Oeste, esta incidencia porcentual cambia en forma inversa.

**Tabla 4.9.2:** *Potencia (MW) y energía generada (GWh) por centrales hidráulicas por región, 2014. En base a datos de CAMMESA.*

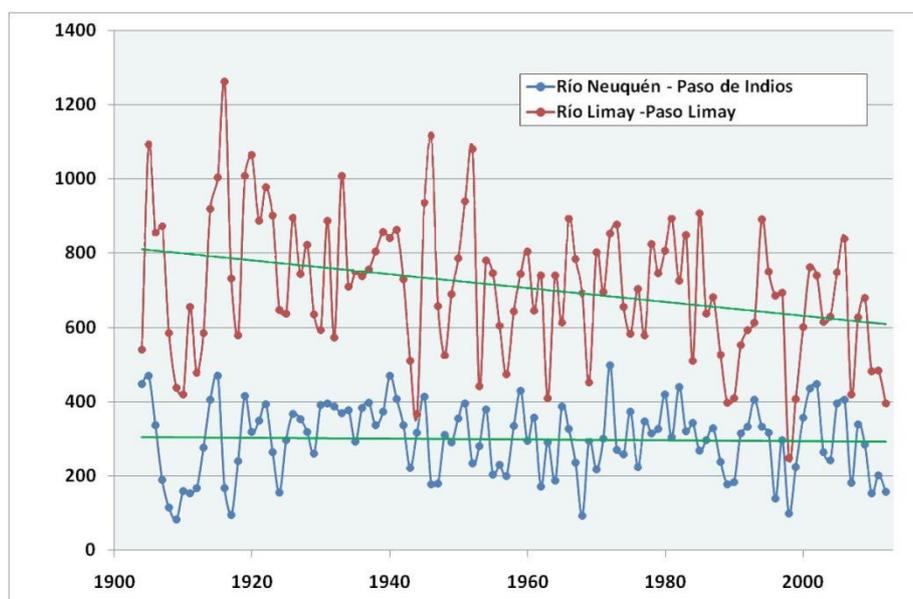


<b>Potencia Nominal y Energía Generada durante el año 2014</b>				
<b>Region</b>	<b>Potencia Nominal</b>	<b>Incidencia porcentual</b>	<b>Energía Generada</b>	<b>Incidencia porcentual</b>
	<b>MW</b>	<b>%</b>	<b>GWh</b>	<b>%</b>
NEA	2.745	24,71	18.502	45,50
Comahue	4.692	42,24	10.285	25,29
GBA, Litoral y Buenos aires Sur	945	8,51	5.668	13,94
RESTO	2.725	24,53	6.209	15,27
Cuyo	1.071	9,64		
Centro	918	8,27		
Patagonia	519	4,67		
NOA	217	1,95		
	<b>11.107</b>		<b>40.664</b>	

***Tendencias observadas en la caudales***

Los caudales anuales medios de los ríos Paraná y Uruguay aumentaron notablemente entre 1960 y 2000, en conjunto un 35 % (Barros, 2013). Desde el año 2000 estos caudales tuvieron ligeras variaciones, al principio negativas, pero siempre con caudales muy por encima de los de las décadas de 1960 y 1970. Como resultado de ello las centrales hidroeléctricas generaron energía por encima de lo proyectado antes de su construcción.

Las tendencias hidrológicas en el oeste fueron opuestas a las de la cuenca del Plata. Los caudales de los ríos de Mendoza y San Juan han tenido una tendencia negativa a lo largo del siglo XX, pero con fuertes variaciones interanuales e interdecadales. En la región del Comahue, el caudal del Limay, que es el más importante, tuvo una marcada tendencia negativa, mientras que el del Neuquén permaneció estacionario. Pero en ambos ríos los caudales se redujeron en forma acentuada desde alrededor de 1980, (Figura 4.9.3) afectando negativamente la generación hidroeléctrica. Estas tendencias fueron consistentes con las menores precipitaciones en la región andina de donde se alimentan estos ríos.



**Figura 4.9.3:** Caudales anuales de los ríos Limay y Neuquén en  $m^3/s$ . Ajustes lineales con trazo verde

#### ***Proyección de los caudales para las próximas décadas***

En la cuenca del Plata, el factor climático más importante en la modulación de los caudales es la precipitación. Pero, por otra parte, en el caso del Paraná las tendencias en los caudales desde 1960 fueron causadas en gran parte por el cambio del uso del suelo debido a una fuerte deforestación aguas arriba del territorio argentino (Doyle y Barros 2011). Este cambio en el uso del suelo es muy improbable que sea revertido en el futuro cercano, por lo que en consonancia con los cambios relativamente pequeños proyectados en la precipitación, se puede estimar que difícilmente haya cambios negativos significativos en los caudales respecto del presente y por consiguiente en la energía a generar por las centrales construidas y en la estimada para las centrales hidráulicas por construir. En el caso del río Uruguay, el cambio del uso del suelo no tuvo influencia en las tendencias de los caudales que se originaron en las mayores precipitaciones; sin embargo y aunque improbables, cambios drásticos en el uso del suelo por deforestación o forestación podrían ser tan o más determinantes en los caudales medios que los cambios del clima en el futuro cercano (Saurral y otros 2008). Si no se consideran estos cambios improbables en el uso del suelo, en un escenario de calentamiento moderado no habría mayores cambios en los caudales (Barros, 2013).

Las proyecciones de la precipitación sobre los Andes de Cuyo, Comahue y Patagonia, que es de donde se alimentan los ríos de esas regiones, son ligeramente negativas para el futuro cercano, aunque dentro de su rango de incerteza. Más clara es la disminución hacia fin de siglo en el escenario RCP 8.5. A partir de estas proyecciones no se puede descartar una afectación negativa del cambio climático sobre la generación hidroeléctrica en estas regiones, que actualmente representan el 35 a 40 % de la generación hídrica nacional.



### 4.9.3 La infraestructura de transporte y distribución de energía

En casi todo el Este del país, que se caracteriza por ser una región húmeda, las precipitaciones extremas tenderían a aumentar en el futuro cercano sin mayores diferencias entre los escenarios RCP4.5 y RCP8.5. En particular, habría una tendencia en toda la región hacia mayores valores de la precipitación anual acumulada en eventos diarios de precipitación intensa. Esta misma tendencia fue identificada para precipitaciones acumuladas mensuales por Barros y otros (2013) para dos grandes zonas de esta región.

La mayor frecuencia de precipitaciones intensas agravarán los perjuicios que éstas ya causan en el sistema de distribución eléctrica; las principales afectadas serían las redes subterráneas, en especial los centros de transformación que pueden sufrir el ingreso de agua a los recintos si no tienen un equipamiento adecuado. Los daños en las redes aéreas también se incrementarían por las más frecuentes descargas eléctricas y por la circulación de grandes caudales de agua que pueden llegar a dañar las bases de las redes aéreas.

Como las precipitaciones intensas están asociadas en muchos casos a vientos intensos, estos también serían más frecuentes, perjudicando principalmente a las redes aéreas mediante los contactos con ramas de árboles que generan puestas a tierra transitorias o el corte de fases por producto de caídas de árboles y ramas. Los más frecuentes vientos huracanados podrían agravar la caída de torres y postes de redes aéreas, sacando de servicio líneas de media tensión, de baja tensión y puestos de transformación, etc.

## 4.10 Salud

El cambio climático puede influir directamente sobre distintos determinantes de la salud y además indirectamente sobre aspectos sociales y ambientales que pueden aumentar los riesgos para la salud humana. Dentro de los impactos directos del cambio climático se pueden reconocer los efectos de eventos meteorológicos, tales como olas de calor, e inundaciones que son informados en la sección 4.12; por otro lado, los impactos indirectos son los mediados por alteraciones en los sistemas ecológicos o urbanos abarcando a las enfermedades vectoriales y transmitidas por roedores, enfermedades transmitidas por el agua o los alimentos, enfermedades respiratorias asociadas a contaminación del aire.

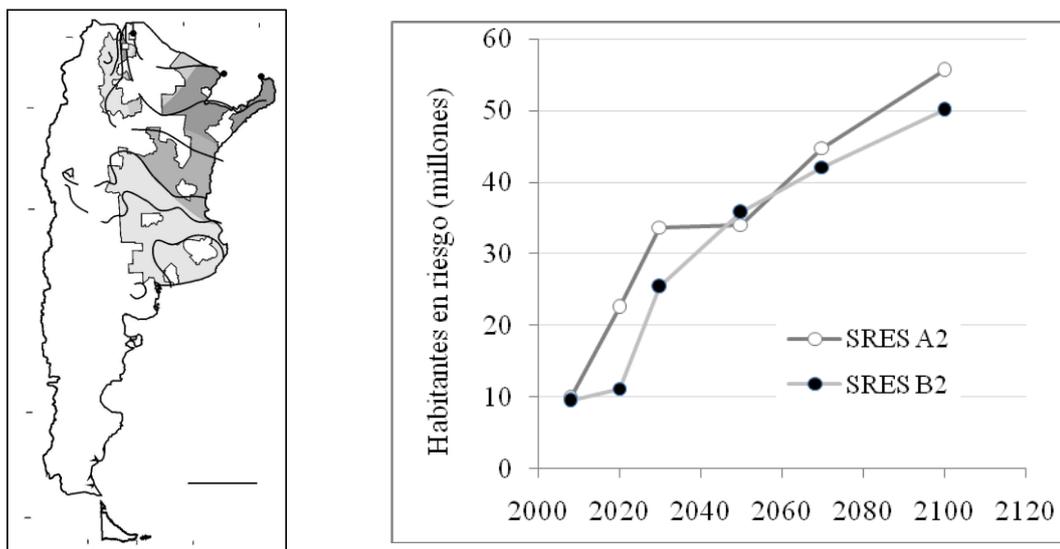
El clima de la región subtropical de Argentina es propicio para la transmisión de enfermedades a través de vectores tales como mosquitos, flebótomos y vinchucas (*Triatoma infestans*) y roedores. Las enfermedades transmisibles por estos agentes de las que hay información científica relacionada con el cambio climático son el Dengue, la Malaria y Leishmaniasis.

### 4.10.1 Dengue

El Dengue es una enfermedad emergente en la Argentina de importancia por la presencia del vector (*Aedes aegypti*) y el endemismo en países limítrofes. La temperatura (máxima, mínima y media) es uno de los factores determinantes de la



presencia del vector y del período de incubación del virus, junto con el grado de urbanización y la altitud. En el norte y noreste de Argentina el riesgo de transmisión del Dengue es elevado durante todo el año, mientras que en el centro del país el riesgo se concentra en los meses de verano (Carbajo y otros, 2001, 2012). En la Figura 4.10.1 se muestran en forma cualitativamente las áreas con diferentes niveles de riesgo de transmisión de la enfermedad.



**Figura 4.10.1:** Izquierda: riesgo de transmisión de Dengue, siendo las áreas más oscuras las más afectadas (Fuente: Carbajo y otros, 2001). Derecha: población en riesgo de contraer Dengue en varios períodos considerando los escenarios de emisión SRES A2 y B2. La información surge del número de habitantes de las ciudades en riesgo. (Fuente: basado en la información contenida en CEPAL, 2014)

Los cambios de temperatura proyectados en todos los escenarios climáticos permiten suponer que tanto la presencia del vector transmisor como la frecuencia de ocurrencia de la enfermedad y las epidemias podrían extenderse hacia el sur y oeste del país, lo que resultaría en un aumento de la población expuesta a la enfermedad. Igualmente, con el calentamiento del clima se espera una intensificación de la transmisión en las áreas endemo-epidémicas actuales. Para la década del 2030 la cantidad de habitantes en riesgo de contraer la enfermedad podría triplicarse, mientras que a fines del siglo la población en riesgo sería casi seis veces mayor que en la actualidad (Figura 4.10.1), aunque se estima que solamente el 0,22% de los potenciales afectados contraería la enfermedad (CEPAL, 2014).

Los costos económicos de cada enfermo, que incluyen costos médicos, de transporte, comida, alojamiento del paciente y los costos indirectos para los familiares y los trabajadores durante la enfermedad, serían cercanos a 400 dólares (CEPAL, 2014).

#### 4.10.2 Malaria, Chikungunya y Leishmaniasis

Si bien la incidencia de malaria ha disminuido en el país, la densidad del vector se ha incrementado en el noreste, junto con el cambio de las variables climáticas (Dantur Juri



y otros, 2010, 2011). Se estima que en el futuro cercano la población en riesgo se mantendría como una fracción constante de la población total (entre 9 % y 11 %), y es probable que se expanda el área de distribución del mosquito *Anopheles darlingi* (uno de los tres vectores de la enfermedad), situación que requiere adecuada atención.

Otra enfermedad vectorial que ha mostrado sensibilidad al clima es la Fiebre Chikungunya, transmitida por mosquitos (*Aedes aegypti* al igual que el Dengue), Esta patología es originaria de África y actualmente cuenta con transmisión vectorial en Sudamérica. En la Argentina se han registrado casos importados de esta patología durante el año 2008, no existiendo aún la transmisión vectorial, pero se han activado los planes de vigilancia epidemiológica dada la presencia del vector en nuestro país<sup>43</sup>.

La abundancia de los vectores de Leishmaniasis en el norte de la Argentina muestra en algunos meses de verano una asociación positiva con la temperatura y en algún caso también con la humedad relativa, mientras que en abril la asociación mayor es con la humedad (Salomón y otros, 2012).

#### 4.10.3 Altas temperaturas

La capacidad humana de adaptarse a las altas temperaturas podría verse excedida en algunas regiones, haciendo imposible el realizar trabajos al aire libre sin protección especial en las épocas más cálidas, como por ejemplo, para los trabajadores de la construcción o de la agricultura en algunas regiones de norte del país, en las que las proyecciones indican aumentos de 3 a 7 °C hacia fin de siglo según el escenario RCP 8.5. A ello se suma el aumento observado y proyectado de los días con olas de calor en toda la región subtropical. Almeida y Rusticucci (2014) investigaron la relación entre temperatura y mortalidad general para las ciudades de Rosario y CABA, encontrando para ambas ciudades que la relación sigue una forma de U con incrementos de muertes en los extremos de temperatura, tanto frío como calor.

#### 4.10.4 Efectos indirectos de los eventos climáticos extremos

Pasado el momento crítico inmediatamente posterior a un evento climático extremo, hay una diversidad de consecuencias a corto y medio plazo que pueden ser muy significativas para la salud de las personas. Por ejemplo, la dispersión de residuos, la disposición de excretas, la contaminación de aguas estancadas, proliferación de insectos y alimañas, etc. Las condiciones de hacinamiento y precariedad de la higiene en los centros de evacuados suelen ser propicias para el desarrollo de diversas enfermedades. En general, las mujeres son más vulnerables a estas condiciones de precariedad. Tanto la salud física como mental de las personas puede verse afectada en el mediano y largo plazo luego de un evento extremo. La experiencia de las últimas décadas indica que Argentina no se encuentra exenta de estas consecuencias.

---

<sup>43</sup> <http://www.msal.gob.ar/images/stories/epidemiologia/chikungunya/pdf/22-09-2014-actualizacion-situacion-chikungunia.pdf>



### **4.11 Turismo**

En algunas zonas del país, como la costa marítima de Buenos Aires, la Patagonia, ciertas áreas serranas y las cataratas del Iguazú, el turismo es una de las principales actividades económicas; en algunas de estas zonas el porcentaje de la población activa dedicada a las actividades turísticas supera el 50% (Bosque Andino Patagónico: 73%, Cataratas del Iguazú: 65%).

Las condiciones climáticas constituyen un factor de atracción decisivo en los destinos turísticos al condicionar el calendario de las actividades, el funcionamiento de la infraestructura y las situaciones de disfrute y bienestar de los visitantes. Por ello, los cambios en el clima pueden modificar el desarrollo del turismo en algunos de los destinos actuales, alterando gradualmente en sentido positivo o negativo la rentabilidad del sector, la demanda turística, la inversión y el empleo.

En los ambientes más cálidos del norte del país, el aumento de la temperatura podría acrecentar las condiciones de estrés y la falta de confort y aumentar el riesgo de enfermedades cardíacas, especialmente en los individuos que se exponen a temperaturas elevadas y cambios de altitud o que practican deportes extremos. Otro riesgo asociado a las mayores temperaturas es la posible proliferación de algas y cianobacterias que pueden afectar el consumo y el uso recreativo del agua.

En las áreas cordilleranas dedicadas a los deportes de invierno, la disponibilidad de nieve incide notablemente en el turismo durante la temporada invernal. Para el futuro se esperan reducciones en la cantidad y en los periodos con nieve que afectarían varias actividades (esquí, snowboard) y por lo tanto a los destinos turísticos que dependen de la presencia de la misma durante el invierno (Junín de los Andes, San Martín de los Andes, Copahue-Caviahue, Villa La Angostura, San Carlos de Bariloche, El Bolsón, Esquel, Las Leñas). La viabilidad de los centros de esquí situados en cotas bajas dependerá inicialmente de los cañones de nieve artificial. Sin embargo, con el tiempo, y a medida que aumente la temperatura, la producción de nieve artificial será cada vez menos eficiente, más costosa y menos rentable, y la actividad se deberá desplazar a áreas de mayor altitud.

Se estima que en el futuro cercano la demanda turística general no se va a ver afectada por el cambio climático, aunque es muy probable que se afecten determinados destinos y ocurra un re-direccionamiento hacia diferentes ofertas turísticas y en la estacionalidad de ciertos destinos turísticos. En Patagonia por ejemplo, podría favorecerse una mayor afluencia turística en la estación primavera-verano asociada con el ecoturismo, y una reducción del turismo dedicado a la práctica de deportes invernales. Por otra parte, es posible que se incremente el turismo en los ambientes acuáticos, particularmente ello puede ocurrir en las playas de la provincia de Buenos Aires y del norte de la Patagonia, entre otros cambios, alargando la temporada en la primavera y el otoño.

### **4.12 Extremos climáticos e impactos sociales**

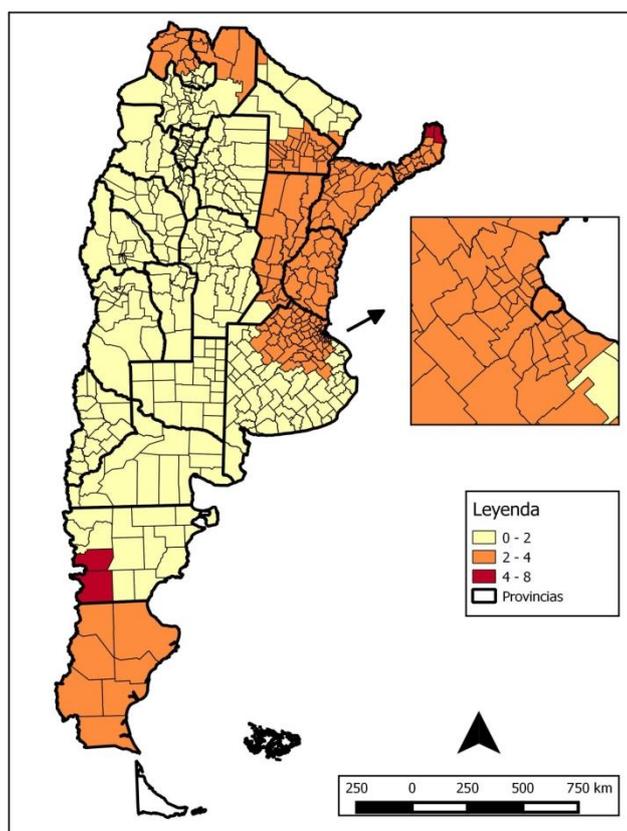


Varios extremos climáticos han estado en aumento tanto en intensidad como en frecuencia desde 1960 en gran parte de Argentina; en muchos casos se estima que esta tendencia continuará en el futuro cercano sin distinción de escenarios. Algunos de los impactos observados o proyectados de estos extremos sobre las distintas regiones y sectores fueron tratados en las secciones previas de este capítulo. El enfoque en esta sección se centra en los aspectos sociales de estos episodios, focalizando en las dos amenazas que se han revelado como más severas en el país: las olas de calor y las inundaciones y otros daños provocados por las lluvias intensas.

#### 4.12.1 Olas de calor

Las olas de calor han ido en aumento en la Argentina. Ello se comprueba independientemente de los varios índices con las que se las suele definir. Por ejemplo, cuando se las caracteriza a través del índice WSDI, definido como el número de días con al menos 6 días consecutivos en que la temperatura máxima supera el respectivo valor local del percentil 90, en la Figura 4.12.1 se aprecia que ha estado en aumento en todo el país.

El índice WSDI se calculó a partir de datos del conjunto CLIMDEX (Donat y otros 2013). Los mayores incrementos de este índice se registraron en el Noroeste y en el Este del país. Los aumentos de días por encima del percentil 90 en la Patagonia son poco o nada relevantes por sus impactos, por cuanto son sobre temperaturas no muy elevadas.





**Figura 4.12.1:** *Cambio en el número de días con olas de calor de acuerdo al índice WSDI calculado de <http://www.climdex.org/>, 1960-2010.*

El 13 de diciembre de 2013 comenzó una intensa ola de calor que perduró con pocas interrupciones hasta casi mitad de enero. Fue la más larga e intensa registrada en la región (Rusticucci y otros 2014), abarcando el centro de Argentina, desde Buenos Aires hasta Córdoba y Mendoza, con temperaturas máximas por encima de 40° C y mínimas sobre 24° C. La distribución de energía eléctrica colapsó en muchos sectores del área metropolitana de Buenos Aires, debido al record de consumo por el intenso uso de los equipos de aire acondicionado y por las dificultades de los transformadores para disipar el calor

Los impactos de las olas de calor se potencian por varios aspectos de la vulnerabilidad social relativos a las condiciones habitacionales y la salud y la educación como factor de respuesta. En la Figura 4.12.2 se muestra la combinación del índice de vulnerabilidad social presentado en la Figura 2.3 (capítulo sobre las circunstancias nacionales) con el cambio en el número de días con olas de calor de la Figura 4.12.1. Las categorías más altas corresponden a los departamentos que teniendo alta vulnerabilidad social han tenido el mayor incremento en la duración de las olas de calor para el período 1960 – 2010 y *mutatis mutandis* para las más bajas. El riesgo por las olas de calor aumentó en todo el país entre 1960 y 2010 por el cambio en las condiciones térmicas extremas y este aumento fue mayor en el norte y este del país.

Las proyecciones climáticas indican un aumento en los días con olas de calor en la mayoría de las regiones del país que sería mayor en el escenario RCP8.5 y hacia fin del siglo. El aumento proyectado sería mayor en el norte del país alcanzando en el futuro cercano, aún en el escenario de moderado forzamiento radiativo RCP4.5, más de 15 días en Formosa y de 60 días en el extremo noroeste del país. Como el norte del país es igualmente la región de mayor vulnerabilidad social ante desastres, en el futuro cercano sería la región con el mayor agravamiento en los impactos de las olas de calor.

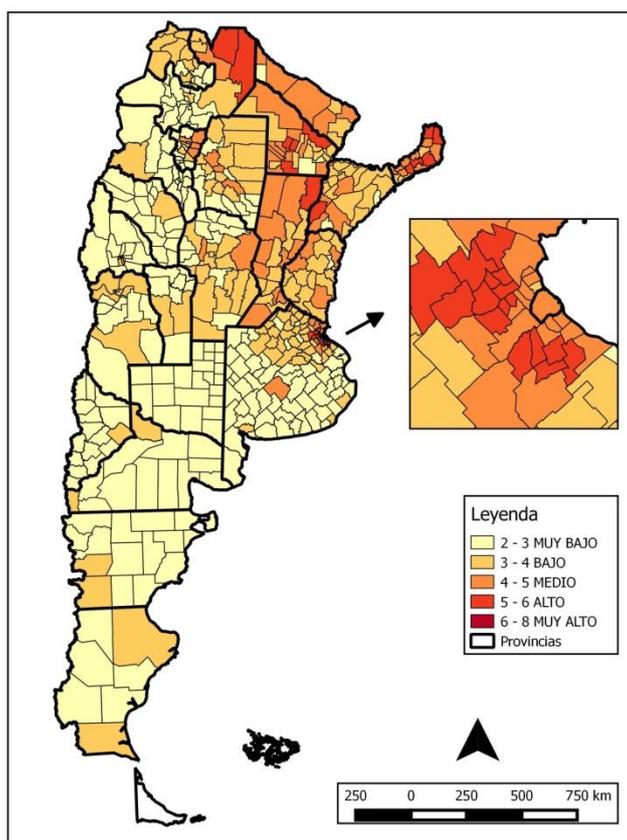
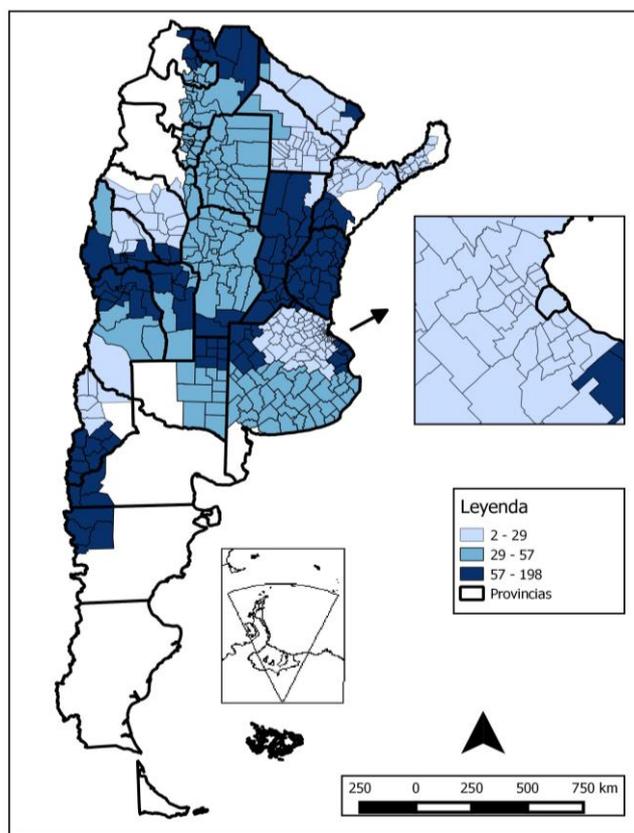


Figura 4.12.2: Cambio en el riesgo por olas de calor, 1960-2010.

#### 4.12.2 Precipitaciones intensas

Las lluvias torrenciales con su secuela de inundaciones y vientos destructivos causan daños a las viviendas y a la infraestructura, pero lo que es más preocupante producen daños a la salud e incluso pérdidas de vidas. Las cada vez más frecuentes inundaciones son las catástrofes de origen natural que mayores daños causaron en la Argentina en las últimas décadas.

Una medida del aumento de la torrencialidad de la lluvia es el índice R95pT que es la precipitación total anual de los días en que la precipitación es mayor al percentil 95 de la lluvia local. El cambio de este índice tomado de la base CLIMDEX entre 1960 y 2010 se muestra en la Figura 4.12.3. En todas las regiones del país donde se contó con datos, hubo aumentos de este índice, de hasta 200 mm en algunos casos, lo que refleja la creciente concentración de la lluvia en pocos días con muy altos valores. Esto mismo se ha observado en precipitaciones acumuladas de 5 días y en los acumulados mensuales (Doyle y otros, 2012) que están asociadas a inundaciones en grandes áreas de llanura.



**Figura 4.12.3:** *Cambio en la precipitación total anual de los días en que la precipitación es mayor al percentil 95 en mm, 1960-2010.*

Aunque el asentamiento inicial de los centros urbanos ocupó generalmente zonas altas, en algunos casos la expansión posterior se hizo sobre zonas bajas e inundables. Esto configura una situación de exposición a las inundaciones causadas por las lluvias locales intensas o por los desbordes de los ríos. Como resultado, al menos 32 ciudades han estado afectadas por inundaciones y más de un millón de personas están expuestas a este riesgo (Kullock, 2007).

Este riesgo se ha materializado en numerosas localidades durante las últimas décadas, incluso en importantes sectores de varias de las más grandes ciudades argentinas, incluida la ciudad de Buenos Aires. Pero los casos más trágicos ocurrieron en dos oportunidades en la ciudad de Santa Fe y en La Plata. Entre febrero y abril de 2003 se produjeron lluvias que superaron los 1000 mm en varias localidades de la cuenca del Salado del norte, que desemboca en el río Paraná frente a la ciudad de Santa Fe. Estas lluvias, sumadas a la escasa escorrentía de la cuenca generaron una enorme masa de agua que drenó hacia la ciudad de Santa Fe. Las condiciones se agravaron con las precipitaciones intensas de la segunda quincena de abril, que fueron determinantes para la inundación de la ciudad. Desgraciadamente, además de haber sido inundada la tercera parte de la ciudad hubo que lamentar decenas de muertos y desaparecidos. En el otoño de 2007 se volvieron a registrar grandes precipitaciones que causaron inundaciones desde el este de Córdoba hasta Uruguay, afectando también gran parte de Santa Fe y algunas localidades de Entre Ríos; En este caso, la ciudad de Santa Fe fue inundada mayormente por las precipitaciones in situ.



En abril de 2013 sobre la ciudad de La Plata se produjo una lluvia sin precedentes con un máximo de 400 mm en cuatro horas. Gran parte de la ciudad fue inundada, resultando directamente afectado uno de cada cuatro habitantes, con una cantidad de muertes causadas por la inundación. Contribuyeron a esta tragedia varios factores, como la alta urbanización de zonas inundables, la falta de obras hidráulicas y de canales de desagüe, si bien el factor determinante fue la magnitud sin precedentes del agua precipitada sobre una gran extensión en muy poco tiempo.

Los excesos hídricos producidos por prolongados periodos de precipitación intensas generan inundaciones por desbordes de lagunas o de cursos de agua de variado tamaño o simplemente han ocupado grandes zonas en las áreas más bajas de las grandes llanuras que se extienden por el Este del país generando cuantiosas pérdidas en el sector agropecuario. La cuenca del río Salado del Sur en la provincia de Buenos Aires es una gran extensión de unos 170.000 Km<sup>2</sup> que sufre inundaciones recurrentes en gran parte de la misma. Desde 1980 hubo un incremento en la recurrencia de los eventos extremos de inundación, siendo desde entonces de uno cada cuatro años, el triple que en el período 1884-1960. Las lluvias de agosto y setiembre de ese 2001 produjeron la inundación de casi 50.000 Km<sup>2</sup>, no solo en la provincia de Buenos Aires sino también en el sur de Córdoba y de Santa Fe y en el oeste de La Pampa (Maydana y otros 2003). Las inundaciones más recientes ocurrieron en 2002/03, 2012, 2014 y 2015.

Hacia el futuro, las proyecciones de los modelos climáticos indican que en general en toda la Argentina al norte de la Patagonia, las precipitaciones extremas de uno y cinco días serán cada vez más intensas y frecuentes, No habría mucha diferencia entre los distintos escenarios de forzamiento radiativo en el futuro cercano, pero para el futuro lejano los cambios serían mayores en el escenario RCP8.5. Esto mismo fue encontrado para precipitaciones acumuladas mensuales por Barros y otros (2013) para grandes zonas de la llanura de esta región. De acuerdo con estas proyecciones se debería descartar la posibilidad de que las frecuentes inundaciones recientes disminuyan en lo que resta de este siglo, a menos que se adopten o completen las medidas estructurales y/o de manejo de las cuencas con ese propósito.

### **4.13 Trabajo**

El cambio climático es un nuevo factor de riesgo que al afectar al conjunto de las actividades económicas influye en el mundo del trabajo en general y más directamente en aquellas ramas de actividad sensibles al clima. Los trabajadores que desempeñan su actividad laboral al aire libre tendrán un aumento en sus riesgos ocupacionales ante la mayor frecuencia o intensidad de eventos extremos, mayor exposición a temperaturas elevadas, o mayor ocurrencia de enfermedades transmitidas por vectores. En estos casos la pérdida de días de trabajo por enfermedad o lesiones puede representar una merma importante de ingresos. De acuerdo a los escenarios climáticos, estos perjuicios serán mayores en el norte del país.

En 2011 la cantidad de asalariados en el sector agropecuario llegaba a cerca de 212.000. De ellos, el 19% cumplía trabajo temporario o no permanente (Ohaco, 2012). En el



futuro cercano, como se describió en las secciones 4.4.4 a 4.4.6 y 4.3.8, las actividades agropecuarias pueden tener afectaciones negativas o positivas por el cambio climático según regiones y cultivos. Aunque el impacto sobre la fuerza laboral sería neutro a escala nacional, si la adaptación se limitara al desplazamiento geográfico o al abandono de algunas actividades, el impacto sobre los trabajadores sería en general negativo al contribuir localmente a la pérdida de empleos o a la migración.

El cambio climático puede tener efectos diferenciados sobre la salud de los trabajadores de diversas ramas de actividad en función de su mayor o menor exposición frente a determinados factores de riesgo en razón de su actividad laboral. Por ejemplo, algunas de las enfermedades de vector que se podrían ver potenciadas por el cambio climático están incluidas en el Listado de Enfermedades Profesionales (LEP) reconocidas por la legislación argentina, Ley N° 24.577 y normas complementarias, Tabla 4.10.1.

**Tabla 4.13.1:** *Enfermedades incluidas en el LEP y que podrían aumentar su incidencia por los cambios proyectados en el clima.*

<b>Enfermedad</b>	<b>Inclusión en Ley</b>	<b>Trabajadores contemplados</b>
Hantavirus	Decreto 1167/2003	Trabajadores del ámbito rural (agricultores, cría de ganado, desmalezadores, hacheros, maestros rurales, gendarmes, guardaparques), operarios de mantenimiento de edificios urbanos, cartoneros, reparadores de calefacción, trabajadores de garajes, plomeros, “changarines”, y profesionales expuestos (veterinarios, médicos, personal de la salud de nosocomios y personal de laboratorios).
Leishmaniasis	Decreto 658/96	Trabajadores rurales, desmalezadores, trabajadores de la caña de azúcar, y trabajadores en la construcción de caminos que realizan sus labores dentro de la zona endémica: Tucumán, Salta y Jujuy.
Chagas	Decreto 1167/2003	Trabajadores rurales que vivan en viviendas provistas por el empleador dentro del predio del establecimiento, y que no haya contraído la enfermedad con anterioridad; personal de laboratorio y cirujanos por infección accidental en laboratorios médicos; y trabajadores que realizan la desinfección de la vinchuca.

Como se indicó en la sección 4.11, como consecuencia del cambio climático, es posible que haya redireccionamientos de la demanda turística entre los destinos turísticos. Como en la mayoría de los destinos turísticos, el porcentaje de la población activa dedicada directa o indirectamente a la actividad es muy alto, puede haber impactos locales sobre el nivel del empleo y de ingreso de la población.

Pero no solo los impactos del cambio climático pueden tener consecuencias sobre los trabajadores sino también las medidas que se adopten para mitigarlo o para la adaptación al mismo. En este marco, la Argentina adhiere al concepto de Transición Justa, reivindicado por el movimiento sindical mundial en las negociaciones del clima



desde 2008<sup>44</sup>. Transición Justa implica que las acciones de adaptación y mitigación del cambio climático deban considerar las posibles consecuencias sobre el sector laboral, de manera de generar políticas y medidas que garanticen la protección de los puestos de trabajo en condiciones de trabajo decente. Gracias al apoyo de Argentina y otros países, este concepto quedó finalmente plasmado en la Decisión 1/CP.16 de Cancún en la COP 16 de la CMNUCC, en 2010.

---

<sup>44</sup>El concepto de Transición Justa es un marco desarrollado por el movimiento sindical a nivel internacional explicitado en un documento de posición consensuado en 2008 <http://www.ituc-csi.org/el-movimiento-sindical-obtiene?lang=es>



## CAPÍTULO 5. ADAPTACIÓN

### 5.1 Necesidades y respuestas de adaptación de corto plazo a los cambios climáticos observados

La ocurrencia con frecuencia creciente de eventos extremos, especialmente relacionados con las lluvias torrenciales e inundaciones con daños a la población y a la producción agropecuaria, ha despertado la atención pública, por lo que se han comenzado a instrumentar medidas de adaptación a esta nueva realidad climática. En muchos casos la mayor frecuencia de precipitaciones intensas requiere de la adecuación de la infraestructura de la energía, de los recursos hídricos, vial y ferroviaria e incluso de las viviendas.

#### 5.1.1 Progresos y avances

La mejora en las condiciones socioeconómicas de los sectores más humildes, evidenciada por la reducción del índice de vulnerabilidad, como se mostró en la sección 2.7, obedeció a propósitos más amplios que los de la adaptación al cambio climático, pero también contribuyó a reducir los impactos desfavorables de los eventos climáticos extremos como es de esperar de acuerdo a la literatura universal (IPCC, 2014).

Uno de los impactos más desfavorables de los cambios del clima en las últimas décadas han sido las inundaciones. La Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal e Infraestructura ha estado ejecutando el Plan Federal de Control de Inundaciones a través de los recursos del Fideicomiso de Infraestructura Hídrica (Fondo Hídrico) que se costea con una tasa a las ventas de nafta y gas natural para los automotores, Decreto 1.381/2001. Los recursos de este fideicomiso se deben aplicar a morigerar los efectos de las inundaciones y al desarrollo de los proyectos de infraestructura de obras hídricas para recuperación de tierras productivas, mitigación de inundaciones en zonas rurales y avenamiento y protección de infraestructura vial y ferroviaria en zonas rurales y periurbanas. Su mayor limitación, es que se trata de una tasa fija y no de un porcentaje del precio de los combustibles por lo que su monto se ha ido reduciendo en términos reales.

En el caso de la cuenca del Salado de la provincia de Buenos Aires, las recurrentes inundaciones han motivado proyectos, algunos implementados, siendo el más importante el Plan Maestro Integral de la Cuenca del Río Salado. Debido a que los estudios iniciales no contemplaban el cambio climático, ello ha sido reconsiderado en posteriores estudios de revisión. El plan establece una serie de medidas estructurales para brindar protección contra inundaciones y un mayor nivel de drenaje que incluyen obras principales (regulación, control, canalización, bombeo, sistematización), proyectos hídricos a nivel parcelario, proyectos de protección urbana y proyectos de mejoras de caminos y de otras obras de infraestructura. El plan se comenzó a desarrollar en algunas localidades, pero requiere de mayores fondos para su completa implementación.



La Argentina cuenta con un sistema de alerta temprana para reducir los perjuicios de las inundaciones. El Servicio Meteorológico Nacional es el responsable en el caso de las precipitaciones intensas, mientras que el Servicio de Hidrología Naval lo es para las crecidas del Río de la Plata y sus inundaciones costeras; el alerta de crecidas de los grandes ríos del Litoral lo suministra el Instituto Nacional del Agua. Existen también sistemas de alerta temprana focalizados en algunas localidades y provincias. Un sistema muy coordinado es el de la provincia de Santa Fe donde, después de las trágicas experiencias del comienzo del siglo, la gestión del riesgo de inundaciones integra varias áreas de gobierno y la población en peligro, cubriendo aspectos de planificación, medición, alerta, respuesta y educación pública. (Dirección de Gestión de Riesgos de la Ciudad de Santa Fe, 2014). El Servicio Meteorológico Nacional produce otros alertas sobre las inclemencias del tiempo; debido a la mayor frecuencia e intensidad de las olas de calor, las alertas que al respecto brinda el Servicio Meteorológico Nacional son seguidas con interés y son ampliamente difundidas en los medios periodísticos junto con consejos sobre las conductas a seguir para prevenir sus efectos negativos.

En el contexto de cambio de las condiciones climáticas, los pronósticos climáticos, con anticipación de uno a tres meses, son una importante herramienta orientadora para las actividades productivas, en particular para el sector agropecuario. Cada mes, el Servicio Meteorológico Nacional y el CIMA emiten pronósticos para el trimestre siguiente utilizando los pronósticos de varios institutos extranjeros especializados y el conocimiento experto local, en particular del fenómeno ENSO que tiene un gran impacto en las precipitaciones sobre la mayor parte del país.

Las mayores/menores lluvias durante la primavera de los años El Niño/La Niña aumentan la perspectiva de obtener rindes elevados/bajos en los cultivos de verano, especialmente de soja y maíz, y en el trigo en las zonas menos húmedas. Conocer de antemano esta situación permite adaptar el manejo productivo (cultivo, fecha de siembra, dosis de fertilizante, tipo de cultivar) para optimizar la productividad en años más húmedos y reducir las pérdidas en los años más secos (Magrin y otros, 1998; Podestá y otros, 1999; Bert 2007). Si bien estos pronósticos aún presentan una considerable incerteza, son muy demandados por el sector agropecuario.

Adicionalmente, para el sector agropecuario existen varios sistemas de alerta temprana basados en el uso de modelos predictivos de la ocurrencia de enfermedades de cultivos (fusarium de la espiga en trigo, roya de la hoja en trigo y cebada, y cancrrosis de los cítricos) Las alertas anticipan la ocurrencia de condiciones ambientales propicias para la multiplicación de las enfermedades y se utilizan para extremar la vigilancia sobre los cultivos y decidir la aplicación de plaguicidas (Moschini y otros, 2013 a, b).

En un contexto de cambio del clima, el monitoreo del suelo y la vegetación adquiere una mayor relevancia. La evolución del índice de vegetación, muy asociado a las condiciones del clima, ayuda a la toma de decisiones durante las campañas agrícolas. El índice permite conocer el estado de la biomasa (forrajes, cultivos, pasturas y ecosistemas naturales) y facilita las decisiones relacionadas por ejemplo con la carga animal, la conveniencia de aplicar insumos (fertilizantes, plaguicidas) y la asignación diferencial de recursos de acuerdo a las expectativas de productividad. El INTA ofrece



una página web de libre acceso y actualización permanente<sup>45</sup> con varios productos derivados de este índice. La evolución del estado hídrico de los suelos, considerando variables climáticas y edáficas, es otra herramienta de apoyo a las decisiones, especialmente las relacionadas con la conveniencia de aplicar riego suplementario. Existen varios de estos productos difundidos por la Oficina de Riesgo Agropecuario del MAGyP, la Facultad de Agronomía de la UBA, y el INTA entre otros.

Los seguros ligados a índices climáticos (lluvia, temperatura y granizo) se han comenzado a desarrollar en Argentina y aparecen como una opción promisoriosa para la transferencia del riesgo climático. En el país existe información sobre desarrollos de coberturas basadas en índices de precipitación para el sector lechero (Gastaldi y otros, 2009 y Galetto y otros, 2011) y para los cultivos de maíz (Gallacher, 2011) y soja (Gastaldi y otros, 2011).

### **5.1.2 Necesidades de corto plazo en materia de adaptación**

La frecuente ocurrencia de precipitaciones intensas y sus consecuencias, particularmente inundaciones, están indicando la necesidad de acelerar la concreción de obras de infraestructura, muchas ya previstas como en el caso del Plan Maestro Integral del Río Salado, para lo cual habría que destinar recursos del Fondo Hídrico o adicionales.

Sea porque una zona no esté defendida por infraestructura o porque casi nunca estaría totalmente defendida, la alerta temprana es fundamental para minimizar los daños de los episodios extremos del clima y de sus secuelas. Mientras muchas de las obras de defensa no se construyan y aun después de ello, el fortalecimiento y la adecuación de los sistemas de alerta temprana para ajustarlos a las nuevas condiciones es una necesidad prioritaria dentro de las acciones de adaptación al cambio climático. Para ello, se necesitaría contar con un mucho mayor equipamiento que el actual en estaciones hidrológicas y meteorológicas automáticas y en radares meteorológicos, y complementarlos con modelos hidrológicos que permitan anticipar el desplazamiento de los excedentes hídricos, de acuerdo con los pronósticos meteorológicos, o apenas estos comienzan a producirse por las lluvias intensas. Igualmente, es necesario mejorar la preparación de las medidas de defensa y otras resultantes de planes de contingencia incluyendo la capacitación de los actores involucrados y de la población potencialmente afectada.

Al contrario del caso de las precipitaciones intensas y sus consecuentes inundaciones, no hay mucha conciencia pública sobre los daños que causan las olas de calor, a pesar que aparentemente el número de muertes que ocasionan es mayor. Al respecto, el procesamiento y acceso a la información sobre muertes de cada distrito del país facilitaría los estudios y como resultado de ello la difusión de la real dimensión de este flagelo, que todo parece indicar se intensificará en el futuro cercano. Asimismo, falta conocer cuál es la efectividad de los avisos y consejos difundidos a través de los medios, es decir en qué medida modifican las conductas individuales para reducir los riesgos. De este estudio resultaría eventualmente la necesidad de mejorarlos o reformularlos para hacerlos más efectivos. Las olas de calor también provocan

---

<sup>45</sup><http://sepa.inta.gov.ar/sepa/productos/#>



dificultades en el sistema de distribución eléctrica, cuya mejora está en curso para el Área Metropolitana de Buenos Aires y cuyo costo de adaptación a largo plazo hasta el 2030 se informa en la sección 5.2.6.

## **5.2 Respuestas y necesidades de adaptación de mediano plazo a los cambios climáticos observados y proyectados para el futuro cercano (2015/2039)**

### **5.2.1 El uso del suelo**

La expansión de la frontera agropecuaria, en respuesta a las condiciones climáticas más húmedas, ha sido un fenómeno concretado por iniciativas individuales de los productores agropecuarios. Este proceso, con buenos resultados económicos en el corto plazo, produjo efectos colaterales que alteraron sensiblemente la calidad del ambiente en las zonas agriculturizadas, agravaron el proceso de deforestación, generaron conflictos sociales por la tenencia de la tierra y aumentaron la vulnerabilidad climática. En los últimos años se plasmaron dos iniciativas gubernamentales, la ley de bosques (26.331/07) y la política de estado de desarrollo territorial de la Argentina para el mediano y largo plazo (MINPLAN, 2004), con la intención de revertir esta situación. Ambas iniciativas tienen el potencial de ordenar el uso del territorio y promover sistemas productivos sostenibles evitando la sobreexplotación de los recursos en áreas con menor aptitud agrícola y marcada variabilidad interanual de las lluvias.

La ley N° 26.331/07 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos si bien tiene directas implicancias sobre la mitigación del cambio climático es fundamentalmente un instrumento para impulsar políticas y programas nacionales de protección, conservación, recuperación y utilización sustentable de los bosques nativos dentro de un mecanismo de consulta y concertación con los gobiernos provinciales, el sector forestal y las comunidades, en línea con los mecanismos de salvaguarda exigidos.

#### ***Necesidades de adaptación***

El fomento y los incentivos para incrementar los sistemas sostenibles de producción, que ya están siendo aplicados por una considerable fracción de los productores, es una estrategia primordial de adaptación que además puede contribuir a la mitigación del cambio climático. Ciertas prácticas de manejo como las rotaciones de cultivos, las rotaciones agrícola-ganaderas, el uso de cultivos de cobertura, y las labranzas conservacionistas entre otras, permiten conservar los recursos productivos y ambientales, sostener o incrementar los niveles de productividad y reducir la vulnerabilidad asociada al clima y al cambio del clima. Varias de estas prácticas favorecen la retención de agua por parte de los suelos y reducen el impacto de las sequías. Los cultivos de cobertura, por ejemplo, pueden aumentar hasta en un 60-70% la infiltración del agua de lluvia (Michelena, 2014).

### **5.2.2 Sistemas naturales**

Los humedales son en general sistemas muy amenazados por el cambio climático y por lo tanto su protección es parte de la adaptación al mismo. Las leyes 23.919 y 25.335 aprueban la convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional cuyo



objetivo es fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquéllos y tomando medidas adecuadas para su custodia. En el contexto de este compromiso se desarrolla la Estrategia Regional de Conservación y Uso sostenible de los Humedales Altoandinos con la finalidad de promover su conservación y uso sostenible a través de la implementación de un proceso de gestión regional de largo plazo entre los países involucrados, En el mismo sentido se adhirió a la Estrategia de Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Fluviales de la Cuenca del Plata, la cuál establece una cooperación técnica entre los países que integran la Cuenca del Plata para promover la conservación y el uso sustentable de los humedales fluviales de esta cuenca.

En algunos ecosistemas naturales se utilizan técnicas de manejo del agua para conservar la biodiversidad y los hábitats. Por ejemplo, en la región Cordillerana se llevan a cabo dos experiencias con activa participación comunitaria y aplicación de técnicas basadas en el conocimiento local y de bajo costo, que tienden a elevar los niveles de agua, evitar la escorrentía y la erosión y aumentar la infiltración. Uno de estos proyectos es el de manejo activo de vegas y ciénagas por parte de la Comunidad Kolla-Quechua de Lagunillas del Farallón (Jujuy) para incrementar la productividad de los hatos de llamas; el otro proyecto es sobre la reactivación de lagunas, mediante la reconstrucción de sistemas naturales de diques para aumentar la disponibilidad de agua en las Lagunas de Guanacache (entre Mendoza, San Juan y San Luis).

En el marco de CYTED<sup>46</sup> (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) se han implementado varios proyectos regionales que incluyen a nuestro país y contemplan la adaptación basada en ecosistemas y la conservación de los servicios ecosistémicos para restaurar los ecosistemas mediante un uso sostenible de los recursos naturales. Otras iniciativas con enfoque similar son el proyecto REGATTA (Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción frente al Cambio Climático) para el Gran Chaco Americano (Argentina, Bolivia y Paraguay) que propone medidas basadas en agricultura conservacionista, sistemas agro-forestales y silvo-pastoriles, y cosecha del agua como parte de medidas de adaptación basada en ecosistemas (Cabello y Scribano, 2014) y el proyecto EcoAdapt llevado a cabo en tres bosques modelo (uno en Jujuy, Argentina) y enfocado básicamente en la gestión del agua, que propone asistir a las comunidades para que desarrollen sus estrategias de adaptación basadas en ecosistemas.

### *Áreas protegidas*

Las áreas protegidas y corredores ecológicos en ecosistemas vulnerables son necesarios para reducir el riesgo climático en los sistemas naturales. De acuerdo a las estadísticas del Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP<sup>47</sup>), Argentina cuenta con algo más de 33,5 millones de hectáreas de superficie protegida, que representan el 12 % de la superficie continental del país. Figura 5.2.1. A principios del año 2008, 39 de las áreas eran administradas por el estado nacional (3,7 Mhas) y el resto dependía de

---

<sup>46</sup>Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo, disponible en: [http://www.cytcd.org/cytcd\\_investigacion/areas\\_tematicas.php?a=4&lang=es](http://www.cytcd.org/cytcd_investigacion/areas_tematicas.php?a=4&lang=es).

<sup>47</sup><http://www.ambiente.gob.ar/?IdArticulo=12195>



administraciones provinciales o municipales aunque sólo el 20% contaba con un grado de protección suficiente.

En el caso de la zona cordillerana, de los 24 complejos ecosistémicos identificados, doce cuentan con menos del 20 % de su territorio conservado. Cabe destacar las iniciativas provinciales en Mendoza y San Juan que han logrado implementar destacables sistemas de gestión de áreas conservadas con la presencia de guardaparques e inspectores activos, y una clara reglamentación para el cuidado de la naturaleza y el control del territorio.

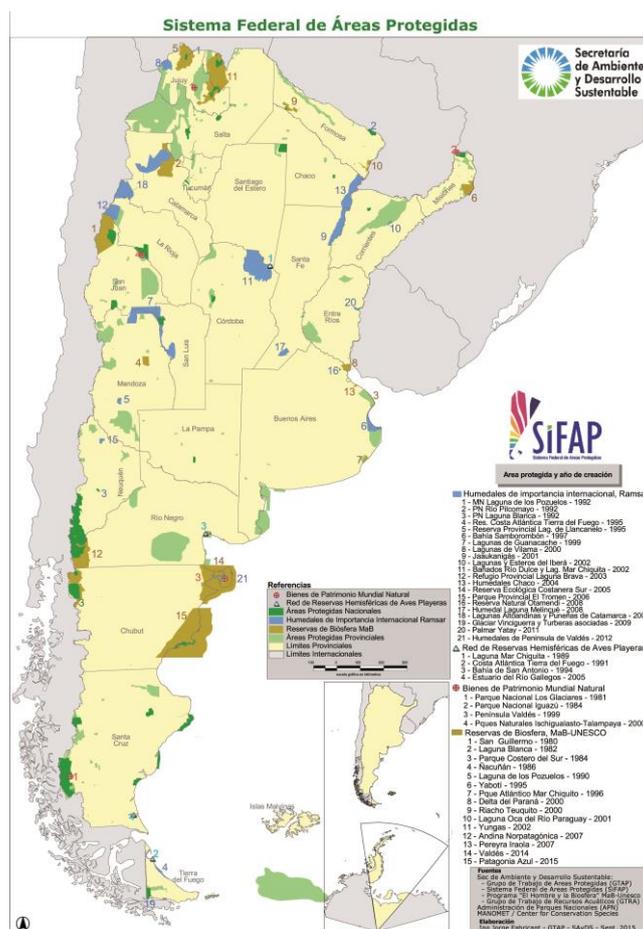


Figura 5.2.1: Áreas protegidas en Argentina. Fuente: SIFAP<sup>48</sup>

Si bien las áreas protegidas son primordiales para mantener la biodiversidad en todas sus formas, resultan insuficientes para la conservación y el desplazamiento de las especies que se ve obstaculizado por la fragmentación de los hábitats naturales. La incorporación de áreas intermedias o corredores adecuados para el tránsito y permanencia de las especies puede fortalecer la protección regional, reducir los efectos del cambio climático y minimizar los efectos de la fragmentación. Esto ya se ha comenzado a implementar en Argentina. El Corredor verde de Misiones<sup>49</sup> tiene el fin de

<sup>48</sup> <http://obio.ambiente.gob.ar/areas-protegidas-52>

<sup>49</sup> <http://www.ecologia.misiones.gov.ar/ecoweb/index.php/descgen-corredor-verde>



establecer un equilibrio entre las actividades agroforestales y el mantenimiento del bosque nativo para salvaguardar las especies en peligro; abarca una superficie de alrededor de 1,1 millones de hectáreas y comprende un mosaico de paisajes que incluye áreas protegidas, propiedades privadas, colonias, comunidades aborígenes y áreas de conflictos de uso y tenencia de la tierra. También existen iniciativas para implementar este tipo de corredores en la región del Gran Chaco Argentino donde se diseñaron corredores ecológicos que conectan áreas consideradas núcleos de conservación y que corresponden a áreas protegidas o zonas prioritarias de conservación y que actualmente no están transformadas (Figura 5.2.2). En Corrientes se propone la creación de un corredor biológico entre el Parque Nacional Mburucuyá y la Reserva Natural Iberá dentro del marco de la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para los Bosques Nativos<sup>50</sup>.



**Figura 5.2.2:** Ubicación de los corredores definidos en base a la matriz de costo de paisaje en la región chaqueña de Argentina. Fuente: Subsecretaría de Planificación y Política Ambiental de la Nación<sup>51</sup>.

La ley de bosques considera (en el artículo 12 del capítulo 4) fomentar la creación y mantenimiento de reservas forestales suficientes y funcionales, por cada eco región forestal del territorio nacional, a fin de evitar efectos ecológicos adversos y pérdida de servicios ambientales estratégicos. Las citadas reservas forestales deben ser emergentes del proceso de ordenamiento territorial de los bosques nativos en cada eco región y podrán incluir áreas vecinas a los bosques nativos necesarias para su preservación.

### 5.2.3 Los glaciares y las áreas nevadas

El avance de la minería a cielo abierto en áreas de periglaciares ha generado preocupación y ello ha conducido a la promulgación en el año 2010 de una ley N° 26.639 de Protección de los Glaciares y el Ambiente Periglacial. La ley “establece los presupuestos mínimos para la protección de los glaciares y del ambiente periglacial con

<sup>50</sup>Propuesta para la creación de un Corredor Biológico entre el Parque Nacional Mburucuyá y la Reserva Natural Iberá [http://www.proyectoibera.org/download/tierras/propuesta\\_corredor\\_ecologico.pdf](http://www.proyectoibera.org/download/tierras/propuesta_corredor_ecologico.pdf)

<sup>51</sup> <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/OrdTerrBN/file/documentos%20tecnicos/Corredores.pdf>



el objeto de preservarlos como reservas estratégicas de recursos hídricos para el consumo humano; para la agricultura y como proveedores de agua para la recarga de cuencas hidrográficas; para la protección de la biodiversidad; como fuente de información científica y como atractivo turístico”<sup>52</sup>. Una de las provisiones de la ley es la realización del inventario de glaciares y periglaciares que está siendo realizado por el Instituto de Nivología y Glaciología (IANIGLA) del CONICET. En el artículo 6 de la ley se detallan las actividades prohibidas que incluyen: liberación de sustancias contaminantes, construcción de obras de arquitectura o infraestructura, exploración y explotación minera y de hidrocarburos e instalación de industrias o desarrollo de obras o actividades industriales. Esta iniciativa es de crucial importancia para adaptarse a las consecuencias del cambio climático, favorecer el mantenimiento de los recursos hídricos, y conservar el atractivo natural del paisaje que ofrece grandes posibilidades para el sector turístico.

Cabe destacar asimismo, que dicha ley establece en su artículo 10 inciso h que los principales resultados del Inventario Nacional de Glaciares (ING) deberán informarse en las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático. En ese sentido, el ING se encuentra en pleno proceso de relevamiento inicial, de acuerdo a lo planificado oportunamente por el IANIGLA, organismo responsable del mismo. Se destaca que a la fecha de elaboración de esta Comunicación obra un avance significativo de las áreas (sub-cuencas) a ser inventariadas. El Inventario Nacional de Glaciares sentará las bases para un estudio de largo plazo de los cuerpos de hielo de Argentina, establecer el estado actual de las reservas hídricas cordilleranas, su dinámica, hidrología y relación con el ambiente, definiendo metodologías de mapeo y monitoreo sistemáticos aplicables a las diferentes regiones y condiciones ambientales existentes a lo largo de la Cordillera de los Andes, los requerimientos científico-técnicos que plantea la concreción de un Inventario Nacional y los posibles impactos de los cambios climáticos futuros sobre estos recursos estratégicos (Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, 2010).

La falta de nieve amenaza la sostenibilidad de los centros turísticos basados en los deportes invernales. En algunos de ellos, que utilizan superficies nevadas para la práctica de deportes ya se ha adoptado la estrategia de producción artificial de la nieve. Pero un efecto posible asociado a la disminución de la cantidad de nevadas, es el cambio estructural en las placas de nieve lo que puede dar lugar a su inestabilidad y al aumento de riesgo de avalanchas. La viabilidad de los centros de esquí situados en cotas bajas dependerá inicialmente de los cañones de nieve artificial, pero con el tiempo, el aumento de temperatura hará que la producción de nieve sea cada vez menos eficiente, más costosa y se torne menos rentable. Esto implicará que finalmente la adaptación posible pase por el abandono de las estaciones de esquí de cotas más bajas y su traslado a zonas de mayor altura.

#### **5.2.4 Las costas y áreas marinas**

Las emisiones de GEI y el consecuente cambio climático están alterando la temperatura, las corrientes marinas, el dióxido de carbono, el oxígeno y los nutrientes que son los factores determinantes del funcionamiento de los ecosistemas marinos. Ante esta

<sup>52</sup> <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/170000-174999/174117/norma.htm>



circunstancia, las áreas marítimas y costeras protegidas son importantes para no amplificar los efectos del cambio climático en áreas de importante valor ecológico.

Mediante la ley de Áreas Marinas Protegidas (Ley Nacional 27.037) se creó el Sistema Nacional de Áreas Protegidas Marinas en el año 2014, aumentando las áreas protegidas costeras y marinas de 43 a 56 en número, y de 16.000 Km<sup>2</sup> a 54.000 km<sup>2</sup> en superficie. El 85% de esa superficie está en áreas marinas y un 15% en áreas terrestres. Cuatro reservas provinciales “Bahía de Samborombón”, “Rincón de Ajó”, “Campos del Tuyú” y “Punta Rasa”, se encuentran en el Río de la Plata y sus costas.

Estos logros aumentan la protección del Mar Argentino y ubican al país más cerca de los objetivos propuestos bajo el “Convenio sobre la Diversidad Biológica” (CDB) de 1992 del cual la Argentina es signatario, del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi del CDB; y de la “Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad y su Plan de Acción 2015-2020

Las costas del Río de la Plata serán afectadas por el aumento del nivel del mar. Como se explicó en la sección 4.7, en el sur de la bahía de Samborombón habrá intrusión del mar en una faja costera y en gran parte del resto de la costa habrá una mayor recurrencia de las inundaciones causadas por tormentas. Dado que el conocimiento técnico está ya desarrollado, para no comprometer inversiones y asentamientos que puedan ser riesgosos en el futuro, está pendiente la regulación del espacio costero en relación al aumento del nivel de las aguas.

### **5.2.5 Agricultura y ganadería**

En gran parte del norte argentino y de la región central del país, la mayor temperatura proyectada para las próximas décadas, junto con la continuación de la variabilidad interdecadal de la precipitación y la prolongación del periodo seco invernal, hacen imprescindible un mejor manejo y gestión de los recursos hídricos. Igualmente, ello será necesario en la región pampeana para reducir las zonas y duración de los periodos de anegamiento e inundación. En los oasis de riego, existe el riesgo de que la oferta de agua se reduzca y cambie desfavorablemente en cuanto a su disponibilidad estacional. Todo ello está indicando que el manejo y la gestión adecuada de los recursos hídricos será un aspecto central de la adaptación al cambio climático en la Argentina.

Las condiciones más cálidas y la reducción del período de heladas previstos para la próximas décadas prolongarían la estación de crecimiento permitiendo no solo el adelanto de las siembras, sino también la implantación de dos cultivos por campaña en las zonas más australes de la región subtropical, actualmente limitadas por las bajas temperaturas, con el consiguiente incremento de la productividad por unidad de superficie (Monzón y otros, 2007). Se estima que en gran parte de la región Pampeana sería posible adelantar las fechas de siembra de maíz y trigo (alrededor de 20-40 días) con beneficios sobre los rindes que revertirían total o parcialmente las pérdidas de productividad provocadas por el aumento de las temperaturas. Ante los cambios climáticos proyectados será también necesario disponer de materiales genéticos adaptados y con mayor tolerancia a factores de estreses bióticos y abióticos. Recientemente investigadores del CONICET han identificado un gen del girasol que otorga resistencia a la salinidad y a la sequía. Este gen incorporado en cultivos de trigo,



soja y maíz sería capaz de sostener o aumentar los rendimientos otorgando a los materiales resistencia a la sequía y la salinidad (Cabello y Chan, 2012).

### ***Sistemas de secano***

En los cultivos de secano ciertas prácticas de manejo, como barbechos, secuencia de cultivos, labranza reducida y cultivos de cobertura, aumentan la disponibilidad de agua y mejoran la adaptación a condiciones de estrés hídrico (Quiroga and Gaggioli, 2011). La agricultura conservacionista, basada en la mínima perturbación del suelo, la inclusión de rotaciones de cultivos y/o cultivos de cobertura, y el mantenimiento de la cobertura del suelo con residuos; son técnicas reconocidas para conservar la cantidad y calidad del agua y contribuyen a la adaptación a la escasez hídrica, especialmente en zonas áridas y semiáridas (Delgado y otros, 2011; Quiroga y Gaggioli, 2011; Alvarez y otros, 2013). Este conocimiento técnico no se está aplicando en todos los casos y los programas de adaptación al cambio climático serán una oportunidad para incrementar su utilización.

### ***Sistemas de riego***

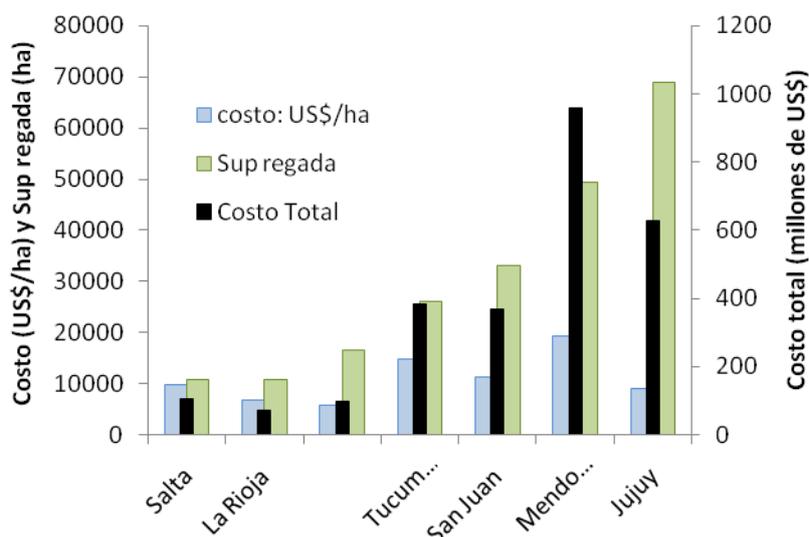
El PROSAP informa que los sistemas irrigados en todas sus formas abarcan más de 64.000 explotaciones (21% de los establecimientos agropecuarios del país) que cubren una superficie de 1.355.600 hectáreas (cerca del 4% del área agrícola) y aportan entre el 25 y el 38% del valor total de la producción sectorial. La mayor parte de los cultivos de vid, arroz, olivo y los frutales de carozo y pepita, y más del 75% del resto de las frutas y las hortalizas se cultivan bajo regadío. El país cuenta con un gran potencial para el riego en cualquiera de sus formas y se estima que dispone de 6 MHa. con suelos aptos y cerca de 22.000 m<sup>3</sup>/s de disponibilidad de agua, lo que permite suponer que algunas posibles reducciones de las áreas de riego en algunas regiones por el efecto del cambio climático podrían ser compensadas, al menos en superficie, por la habilitación de nuevos regadíos.

El sistema de riego más difundido es el gravitacional (69,8%) seguido por el riego por aspersión (20,8%), el goteo (7,7%) y el de microaspersión (1%). Esto indica que hay un amplio potencial para la mejora de los sistemas de riego como una acción de adaptación que podría triplicar la eficiencia de uso del agua y aumentar entre 30 y 40% el potencial de rendimiento. Por otro lado, se estima que si no se realizan inversiones en los sistemas actuales de riego de las provincias del NOA y Cuyo, las pérdidas de superficie cultivada ascenderían a 190 mil hectáreas (Banco Mundial, PROSAP, FAO, 2014). Actualmente el PROSAP, financiado con fondos nacionales e internacionales (BID, BM, CAF), es el principal ejecutor de proyectos de riego en Argentina; cuenta con 123 proyectos en diversos grados de avance enfocados en regadío, infraestructura rural y otros. En la zona cordillerana, por ejemplo, se destinaron algo más de 541 millones de USD, de los cuales cerca de 441,7 millones de USD se enfocaron en proyectos de regadío.

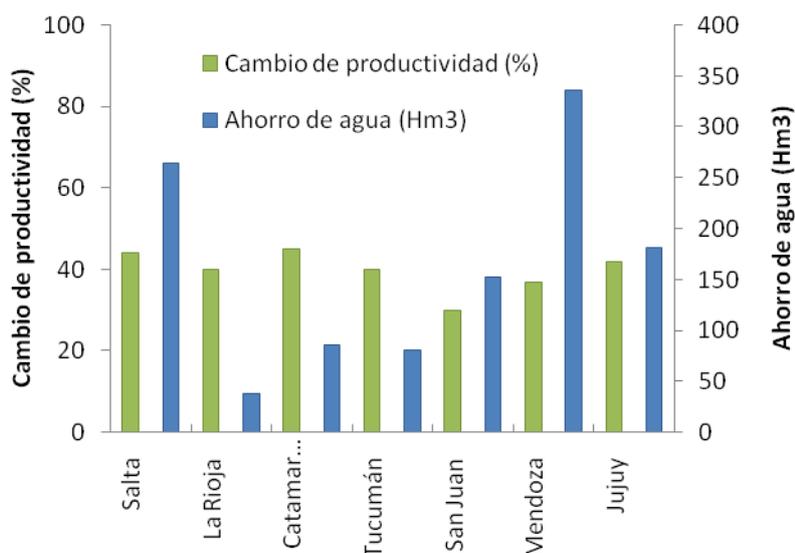
Recientemente se realizó un estudio sobre el “potencial de ampliación del riego en la Argentina” (PROSAP, FAO, 2014) que analiza la superficie que habría que incorporar a los sistemas de regadío como consecuencia del cambio climático, así como los costos implicados y los beneficios previstos. En las provincias de Jujuy, Salta, La Rioja, Catamarca, Tucumán, San Juan y Mendoza deberían incorporarse algo más de 215 mil hectáreas al sistema de regadío con un costo promedio de alrededor de 11.000 USD/Ha y un costo total cercano a 2.613 millones de USD, Figura 5.2.3. Los mayores costos



estarían en Mendoza y Jujuy donde se debería incorporar la mayor superficie. Los beneficios expresados como aumento de la productividad y ahorro de agua alcanzarían valores medios de 39,7% y 162,7 Hm<sup>3</sup> respectivamente, Figura 5. 2.4.



**Figura 5.2.3:** Costo estimado para implementar sistemas de regadío adicionales en la zona árida-semiárida



**Figura 5.2.4:** Beneficios esperados en términos de incremento de productividad y ahorro de agua por la implementación de sistemas adicionales de regadío en la zona árida-semiárida

En los oasis de los ríos Mendoza y San Juan, y particularmente en el del río Mendoza se va a requerir una adaptación anticipatoria para evitar efectos socioeconómicos negativos significativos. Durante las décadas de 1960 y 1970 hubo una disminución importante de los caudales de los ríos cordilleranos de Cuyo, que luego se recuperaron, pero en ese momento, además de que en algunos casos se adoptaron medidas de optimización del riego, se comenzó con la incorporación masiva del uso del agua subterránea. Los caudales de agua subterránea son importantes, pero también se originan como los de los



ríos en las precipitaciones sobre la cordillera y podrían ser vulnerables si estas se redujeran en el futuro. El uso del agua subterránea no está regulado como el de las aguas superficiales y hay evidencias de sobreexplotación y afectación de su calidad por creciente contaminación (Llop 2006), por lo que una primera medida de adaptación sería la de avanzar en su regulación.

La menor disponibilidad de agua en verano en los ríos cordilleranos de Cuyo y la mayor variabilidad interanual de los caudales requerirán de una ampliación de los reservorios de modo de trasladar el agua del invierno y de la primavera temprana al verano y amortiguar la variabilidad interanual de los caudales disponibles.

### **5.2.6 Energía**

La población argentina hace un uso muy extendido del aire acondicionado en los días de calor. En los casos de calor extremo, esto puede provocar el colapso del servicio eléctrico que es vulnerable por la sobrecarga de la demanda sobre redes de distribución. Por ello, las olas de calor han sido los eventos extremos que más han afectado a la prestación del Servicio Eléctrico. Esto se ha producido como consecuencia de que la inversión en las redes de distribución no ha acompañado de la misma forma los crecimientos de la demanda pico como lo han hecho los sectores de generación y transmisión.

Este desajuste con la demanda en el sector de distribución ha obedecido al crecimiento de la demanda por procesos de aumentos concentrados o distribuidos. Entre los primeros se destaca el crecimiento inmobiliario de determinadas zonas, centros comerciales, industrias, supermercados. Entre los aumentos distribuidos, están el incremento del uso de equipos acondicionadores de aire y cambios de tendencias en el modo de consumo que han llevado a un crecimiento de la demanda eléctrica, y lo mismo con otros electrodomésticos.

## **5.4 Otras medidas concurrentes con la adaptación al cambio climático**

El Programa de Desarrollo Rural Incluyente tiene por finalidad promover la mejora de las condiciones sociales y productivas de las familias rurales pobres y el incremento de sus ingresos, como resultado del aumento de su producción, la inserción en cadenas de valor y la creación de oportunidades de trabajo. El Programa es de alcance nacional, con prioridad para las provincias del noroeste y alcance progresivo al resto del país, con una extensión temporal de seis años. Es financiado por el Estado Nacional a través de fondos directos y de créditos tomados con organismos internacionales. A su estrategia general, se le suman tres estrategias de carácter transversal: la Estrategia de Género, la Estrategia de Atención al Medio Ambiente y Adaptación al Cambio Climático y la Estrategia para Pueblos Indígenas.

La Estrategia de Atención al Medio Ambiente y Adaptación al Cambio Climático incorpora la noción de cuidado del medio ambiente, con especial interés en la mitigación de impactos locales y medidas de adaptación al cambio climático. Algunas de las acciones posibles desde esta perspectiva es la incorporación de medidas para la



mejora de prácticas agrícolas y la mitigación de impactos ambientales en los planes de negocios y proyectos, desarrollo de sistemas piloto de seguros climáticos, fondos de contingencia y sistemas de alerta temprana, entre otros.



## CAPÍTULO 6. CAPACIDAD DE MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI

### 6.1 Introducción

En los últimos años la República Argentina ha llevado a cabo planes, programas y acciones relacionados de manera directa e indirecta con la mitigación de GEI en varios sectores productivos y de consumo.

A su vez, se encuentran en proceso de análisis opciones de mitigación específicas a nivel sectorial que podrían ser eventualmente implementadas en los próximos años, en caso de contar con financiamiento internacional adecuado y predecible y apoyo a la transferencia, la innovación y el desarrollo de tecnologías, así como a la creación de capacidades.

Cabe aclarar que, de acuerdo a IPCC (1996), se entiende por “opción de mitigación” a las diversas tecnologías y prácticas específicas que están o estarán disponibles, que pueden utilizarse para reducir emisiones de GEI con referencia a un escenario de base.

Tempranamente, el IPCC (1996) distinguía las “opciones de mitigación” -que usualmente son luego implementadas por agentes privados- de las “políticas y medidas de mitigación”, es decir, aquellos instrumentos de política y medidas establecidas por los gobiernos para promover acciones de mitigación (impuestos, subvenciones, estándares, cuotas, permisos negociables, entre otros). Sin embargo, esta distinción conceptual no excluye una fuerte interrelación entre ambas nociones, en cuanto las opciones tecnológicas se apoyan en condiciones creadas por las propias políticas y medidas. Más aún, cuando se consideran las acciones de mitigación que los agentes productivos podrían ejecutar de aquí en adelante, se incluyen entre ellas medidas y utilización de instrumentos que, pese a su carácter indirecto (por ejemplo, programas de entrenamiento, capacitación y difusión, incentivos, estándares, eliminación de subsidios, etc.), también contribuyen a la reducción de emisiones, al crear las condiciones habilitantes para la implementación de las propias “acciones de mitigación”.

Las acciones de mitigación constituyen los esfuerzos que realiza un país para mitigar el cambio climático, usualmente a escala nacional, de toda la economía o de un sector de ésta, poniendo en valor acciones para la reducción de emisiones que implican un intento deliberado, planeado y de costo incremental, respecto del escenario tendencial (*business as usual – BAU*,) para desviarse de la línea de base y que no se agota en la mera reducción cuantitativa de emisiones sino que conlleva un cambio estructural que hace que su ejecución transforme en la práctica la estructura preexistente.

En el presente capítulo se describen, en primer lugar, las principales leyes, planes, programas y acciones vigentes en la República Argentina, relacionados de manera directa o indirecta con la mitigación. Seguidamente, se presenta una síntesis de las principales opciones de mitigación, incluyendo, para varias de ellas, estimaciones de potencial de mitigación, costos y un análisis sintético de las barreras y oportunidades para implementarlas. Este análisis debe considerarse como un ejercicio de aproximación a las opciones potenciales de mitigación de los diferentes sectores nacionales.



## 6.2 Leyes, planes, programas y acciones de mitigación en implementación en la Argentina

El país ha venido impulsando desde hace varios años diversas acciones de mitigación en los diferentes sectores productivos. En el sector Energía las acciones han priorizado dos ejes fundamentales: la diversificación de la matriz energética y la promoción del uso racional y eficiente de la energía. En este sentido, se han desarrollado marcos normativos y programas orientados a fomentar una mayor participación de fuentes renovables no convencionales, la energía hidroeléctrica, la energía nuclear, la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles y la reducción de la intensidad energética del consumo.

En el sector Transporte los esfuerzos se han concentrado principalmente en la optimización del sistema de transporte ferroviario.

En el sector de Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (CUSS) se ha desarrollado el marco normativo e institucional para fomentar la plantación y el manejo sustentable de los bosques implantados y para establecer los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de los bosques nativos así como de los servicios ambientales que estos brindan a la sociedad. Este marco institucional permitió a las provincias llevar adelante un proceso de ordenamiento territorial de los bosques nativos (OTBN) existentes estableciendo diferentes categorías de conservación. En este marco, se creó el Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos con el fin de compensar a los privados cuyas tierras albergan bosques nativos para su conservación y manejo sustentable.

Finalmente, en el sector Agricultura un hecho relevante ha sido la adopción acelerada de la “siembra directa” como sistema predominante en cultivos extensivos. En 2012, aproximadamente el 78% del área agrícola del país se encontraba bajo siembra directa, alcanzando casi 28 millones de hectáreas. La siembra directa contribuye al cuidado de los suelos mediante la reducción de labranzas y controles mecánicos de malezas, lo que reduce las emisiones energéticas.

Los principales planes, políticas y medidas relacionadas con la mitigación del cambio climático que se encuentra impulsando la Argentina se muestran resumidamente en la siguiente tabla:

**Tabla 6.1: Planes, políticas y medidas relacionadas con la mitigación del cambio climático**

Leyes/Planes/Programas/Acciones en implementación	Sector	Descripción/objetivo (relativo a emisiones de GEI)
<b>Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles (Ley N° 26.093/06)</b>	Energía	Establece el corte obligatorio de naftas y gasoil con bioderivados (corte de al menos un 5% en las naftas con bioetanol y en gasoil con biodiesel a partir del 1 de enero de 2010). Este porcentaje se incrementó al 10% en 2014.



<p><b>Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica (Leyes N° 26.190, 26.093 y 27.191)</b></p>	<p>Energía</p>	<p>Se busca alcanzar el 8% del consumo de energía eléctrica nacional a partir de fuentes renovables (*) para el año 2017 y el 20% en el 2025.</p> <p>(*) A efectos de la ley se definen como fuentes renovables de energía: energía eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz, de las corrientes marinas, hidráulica (menor a 50 MW), biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración, biogás y biocombustibles.</p>
<p><b>Programa nacional de obras hidroeléctricas (Resolución SEN 762/2009)</b></p>	<p>Energía</p>	<p>El Programa Nacional de Obras Hidroeléctricas tiene como objetivo incentivar y sostener la construcción de Centrales Hidroeléctricas, a fin de incrementar la participación de fuentes no fósiles en la matriz energética. En el marco del programa se encuentran proyectos en distintas fases de desarrollo por un total de 9.530 Mw de potencia.</p>
<p><b>Contratos de Abastecimiento entre el Mercado Eléctrico Mayorista (Resoluciones SEN 712/2009 - 108/2011 - 280/2008)</b></p>	<p>Energía</p>	<p>Tiene como objetivo habilitar la realización de Contratos de Abastecimiento de Energía Eléctrica entre la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico en representación del mercado, y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada a fuentes renovables en el marco de la Ley N° 26.190. Se han instalado 280 Mw de potencia. En el caso de la resolución 280/2008 habilita a pequeños generadores (menor a 2 Mw) a despachar energía a la red.</p>
<p><b>Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa (PROBIOMASA)</b></p>	<p>Energía</p>	<p>Incrementar la producción de energía térmica y eléctrica derivada de biomasa a nivel local, provincial y nacional para asegurar un creciente suministro de energía limpia, confiable y competitiva, y a la vez, abrir nuevas oportunidades agroforestales, estimular el desarrollo regional y contribuir a mitigar el cambio climático. El objetivo es contar con 1,325 MW eléctricos y 1,325 MW térmicos en el año 2030.</p>
<p><b>Plan nacional nuclear (Ley N° 26.566)</b></p>	<p>Energía</p>	<p>Programa para el corto y mediano plazo sobre la base de dos ejes principales: la consolidación de la opción nuclear como fuente de generación eléctrica y la ampliación del desarrollo de las aplicaciones de la tecnología nuclear a la salud pública, el agro y la industria. En el marco del programa se retomaron y finalizaron las obras de la tercer central nuclear (745 Mw), se están realizando las obras de extensión de vida útil de la central</p>



		<p>“Embalse” (700 Mw). También se encuentra en proceso de licitación una cuarta central (745 MW) y en fase prospectiva una quinta central (1.000 Mw). Por otra parte el Proyecto CAREM tiene por objeto la construcción y puesta en marcha de un prototipo del reactor nuclear de baja potencia (25 Mw)</p>
<p><b>Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía</b>  <b>- PRONUREE (Decreto N° 140/07 – Resoluciones SEN 7/2008 - 8/2008 - 682/2013 - 684/2013 - 814/2013 - 228/2014) - Prohibición Lámparas Incandescentes (Ley N° 26.473)</b></p>	<p>Energía</p>	<p>El objetivo principal es promover el uso racional y eficiente de la energía. En el marco del programa se llevan adelante los siguientes ejes de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normalización, etiquetado y estándares de eficiencia energética.</li> <li>- Fondo argentino de eficiencia energética (FAEE) como instrumento financiero.</li> <li>- Alumbrado Público: Proyectos aprobados en 199 municipios por un total de 590.132 luminarias a marzo de 2014. Ahorro promedio de energía de los proyectos 35%.</li> <li>- Eficiencia energética sector industrial: Desarrollo de diagnósticos energéticos en industrias PYMES. Se estiman realizar 325 estudios</li> <li>- Eficiencia energética en el sector residencial: plan de recambio de equipamiento doméstico.</li> <li>- Eficiencia energética en iluminación residencial: plan canje de luminarias.</li> <li>- Redes inteligentes: programa piloto de automatización de la red de distribución (1.000 puntos de medición inteligente) y la inserción de micro-generación renovable y programas de gestión de demanda y eficiencia energética en el área del proyecto.</li> <li>- Difusión y capacitación en la temática de eficiencia energética.</li> </ul>
<p><b>Programa de Energía Renovable en Mercados Rurales (PERMER)</b></p>	<p>Energía</p>	<p>Tiene como objetivo acceso a electricidad de origen renovable en zonas aisladas rurales, incluyendo escuelas, puestos de salud, centros comunitarios, seccionales de Parques Nacionales, puestos de vialidad y puestos fronterizos, entre otras instituciones de servicios públicos</p> <p>La primera etapa del programa incluyó a 27.422 usuarios, 1.900 escuelas, y 361 servicios públicos.</p>



		La segunda etapa prevé el abastecimiento a 46.000 viviendas y 1.500 instituciones de servicios públicos y aproximadamente 4.200 usos productivos.
<b>Reactivación de los ferrocarriles de pasajeros y de cargas, renovación y mejoramiento de la infraestructura ferroviaria, incorporación de tecnologías y servicios (Ley N° 27.132)</b>	Transporte	La Ley declara de interés público nacional la política de reactivación de los ferrocarriles de pasajeros y de cargas, la renovación y el mejoramiento de la infraestructura ferroviaria y la incorporación de tecnologías y servicios que coadyuven a la modernización y a la eficiencia del sistema de transporte público ferroviario.
<b>Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Ley 26.331)</b>	CUSS	La normativa busca impulsar políticas y programas nacionales de protección, conservación, recuperación y utilización sustentable de los bosques nativos dentro de un mecanismo de consulta y concertación con los gobiernos provinciales y el sector forestal, con una alta participación de organizaciones de la sociedad civil y comunidades. El Ordenamiento territorial de los bosques nativos (OTBN) está basado en esta ley.
<b>Plan Nacional de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada</b>	CUSS	El objetivo del plan es contribuir al uso sustentable de los bosques nativos como una alternativa frente al cambio de uso del suelo. Esta iniciativa interinstitucional (MAGyP y las SAyDS) apunta a que las actividades ganaderas en zonas de bosques nativos sean incorporadas a la matriz productiva cumpliendo criterios sustentabilidad ecológica, económica y social, a fin de establecer un marco general que esté en concordancia con la Ley N° 26.331.
<b>Ley de inversiones para bosques cultivados (Leyes N° 25.080 - N° 25.432)</b>	CUSS	Prevé exenciones impositivas y créditos no reembolsables a las inversiones que se realicen en nuevos emprendimientos forestales, la instalación de nuevos proyectos foresto-industriales y la ampliación de los existentes, siempre y cuando éstos impliquen la implantación de nuevos bosques. En el marco de la ley se ha alcanzado 1 millón de hectáreas de superficie con bosques implantados.

Adicionalmente, se destacan las siguientes estrategias, programas y proyectos sectoriales de mitigación:



En el sector Agricultura y CUSS el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal (PEA), se vincula con la mitigación al cambio climático dado que busca impulsar la forestación y reforestación, la siembra directa, la rotación de cultivos con gramíneas anuales y perennes y reducir la erosión de suelos mediante la promoción de la labranza conservacionista y la implantación de pasturas perennes, forestales, cultivos en franja y líneas de nivel. Asimismo, cabe mencionar los esfuerzos tendientes a prevenir incendios en las actividades de quema programada de pastizales y biomasa (Ley N° 26.562 de Presupuestos mínimos de protección ambiental para control de actividades de quema en todo el territorio nacional) y el impulso a la Agricultura Inteligente (MAGyP 120/2011), que busca consolidar una agricultura productiva con enfoque sistémico que tienda a conservar e incrementar los servicios de los ecosistemas y procurar la mejora continua y el manejo adaptativo y sustentable de los sistemas productivos.

En el sector Procesos Industriales y Uso de Productos se puede destacar el Programa “Fonapyme Eficiencia Energética”, el cual apoya a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPyMEs) que presenten proyectos de inversión que contribuyan a una mejora de la eficiencia energética mediante la adquisición de nuevas tecnologías más eficientes, cambios en los procesos productivos y acciones que conlleven a una reducción en el consumo de energía. Adicionalmente, son relevantes de destacar las Normas Técnicas de Etiquetado de Eficiencia Energética, especialmente las normas para motores eléctricos de inducción trifásico (Norma IRAM 62405), la etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios (Norma IRAM 11900) y el etiquetado de eficiencia energética para bombas centrífugas (Norma IRAM 62408).

Finalmente, en el sector Residuos la SAyDS ha desarrollado la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), la cual busca promover la reducción de la cantidad de residuos generados a lo largo de todo el ciclo de vida de productos y servicios, la eficiencia de los circuitos de recolección y el transporte y el estudio de alternativas para minimizar la emisión de biogás a la atmósfera, incluyendo el estudio de posibilidades de su valorización energética. Mediante dicha Estrategia se fomenta que los gobiernos provinciales y locales desarrollen sus Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, basados en un enfoque regional y de planeamiento estratégico, con establecimiento de objetivos priorizados, metas y la implementación de mecanismos que garanticen el costo-efectividad y la sostenibilidad en el tiempo.

### **6.3 Opciones de mitigación evaluadas**

En el marco de la TCN se ha realizado un análisis de potenciales opciones de mitigación que la Argentina podría desarrollar, si contara con el apoyo necesario tanto en materia financiera como tecnológica y para el fortalecimiento de capacidades. Estas opciones, si bien han sido evaluadas con un enfoque de factibilidad técnica, poseen barreras a la implementación, adicionales a las cuestiones económicas y financieras. Debido a ello, este listado de opciones se presenta como un menú de medidas posibles que requieren de un mayor desarrollo incluyendo a partes interesadas.

Es importante destacar que las opciones de mitigación fueron identificadas a partir de la revisión de bibliografía especializada, así como de antecedentes de iniciativas en la



materia en los diferentes sectores productivos nacionales. Posteriormente, fueron priorizadas en función de las áreas o sub-categorías que presentan mayores emisiones, su potencial de reducción de emisiones y la accesibilidad de información. Finalmente, fueron validadas en talleres llevados a cabo con representantes y expertos sectoriales.

En el sector Energía las opciones de mitigación analizadas se focalizan en alternativas de energías renovables, reducción del consumo energético residencial e industrial y cambios modales en el transporte. Adicionalmente, se han realizado análisis exploratorios sobre el potencial de captura y almacenamiento de carbono en reservorios geológicos (CCS).

En el sector Agricultura las opciones de mitigación evaluadas están relacionadas fundamentalmente con las fuentes de nitrógeno (N) usadas como fertilizante. Estas opciones permiten incrementar la eficiencia en el uso del N, asumiendo que no existe otra limitante nutricional o hídrica (cualquier deficiencia producida por cualquier tipo de stress determina una limitación en el uso del N y, por lo tanto, una menor eficiencia). Las opciones analizadas poseen un efecto de “disminución relativa de emisiones”, es decir, permiten obtener mayores cantidades de producto a igual tasa de emisión, expresada en términos de emisiones por tonelada producida. También se incluyeron medidas relacionadas con la rotación de cultivos.

El análisis de opciones de mitigación en el sector ganadero se ha concentrado en la ganadería bovina de carne, por ser éste el subsector más relevante en términos de la contribución a las emisiones sectoriales totales. En lo que concierne a la ganadería de leche, debido a la escasa información disponible, sólo ha sido posible al presente identificar una lista de opciones que sería necesario implementar para reducir los valores actuales de emisiones de GEI por litro de leche.

En el sector forestal pueden plantearse dos grandes líneas de acción frente al cambio climático. Por un lado, la protección del bosque nativo (lo que incluye acciones para evitar su degradación o destrucción). Por el otro, la creación de nuevas áreas forestales a través de plantaciones comerciales. Las opciones de mitigación analizadas abarcan ambas alternativas.

En cuanto a las opciones de mitigación que podrían ser implementadas en el sector industrial argentino, se incluyen no sólo opciones de reducción de emisiones de proceso sino también alternativas ligadas al ahorro de energía y el cambio de combustible, por ser éstas altamente significativas para propiciar un ahorro de emisiones sectorial. Sólo para algunas de estas opciones ha sido posible al momento estimar potenciales de mitigación. Para otras, debido a la falta de datos, sólo ha sido posible realizar una evaluación cualitativa exhaustiva, identificando las brechas de información sobre las cuales es necesario avanzar en materia de investigación a nivel país.

Finalmente, las opciones de mitigación evaluadas en el sector Residuos involucran la adopción de nuevas estrategias de gestión y/o el mejoramiento de las existentes en materia de manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Aguas Residuales Domésticas/Comerciales (ARD), en las diferentes escalas de municipios a nivel país. Asimismo, se han analizado opciones para el tratamiento de Aguas Residuales Industriales (ARI) en determinados sectores identificados como relevantes. Las



opciones de mitigación evaluadas involucran un conjunto de procesos, prácticas y tecnologías que permiten lograr reducciones de emisiones de GEI a la vez que generan impactos positivos sobre el ambiente y la salud de la población.

La Tabla 6.2 presenta el listado de opciones de mitigación que se encuentra bajo análisis en la Argentina. En cada caso se aclara si se cuenta al momento con una estimación cuantitativa de los respectivos potenciales de mitigación o si sólo ha sido posible al momento efectuar un análisis cualitativo preliminar de la opción.

**Tabla 6.2: Opciones de mitigación**

Sector	Subsector	Opción de mitigación	Estimación cuantitativa de potencial de mitigación
<b>Energía</b>	Energías renovables	Energía renovable conectada a la red en el mercado mayorista.	SI
		Generación renovable distribuida conectada a la red.	SI
	Consumo energético residencial	Sustitución de calefones convencionales por equipos con pilotos electrónicos.	SI
		Calefactores solares para calentamiento de agua sanitaria.	SI
		Sistemas economizadores de agua caliente.	SI
		Reemplazo de calefactores tiro balanceado por bombas de calor.	SI
	Transporte	Eficiencia en el transporte carretero de carga.	SI
		Plan canje automotor con vehículos más eficientes.	SI
		Recuperación del sistema ferroviario de pasajeros y carga.	SI
	Consumo energético industrial	Sustitución de gas natural por combustibles alternativos en la industria.	SI
		Eficiencia energética en PyMEs industriales.	SI
	CCS	Captura y almacenamiento de carbono en reservorios geológicos.	SI
	<b>Agricultura, Ganadería y Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura</b>	Agricultura	Rotación de cultivos.
Mayor eficiencia en el uso del N (foco sobre inhibidores de liberación de N).			SI
Uso de promotores de crecimiento y fijadores biológicos de N en gramíneas.			SI
Fertilización variable.			NO



		Cosecha integral de caña de azúcar en verde.	NO
	Ganadería	Programas de cambio rural para mejorar prácticas y procesos ganaderos.	SI
	Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura	Reducción de la deforestación.	SI
		Mejora de los sumideros de carbono forestales.	SI
<b>Procesos Industriales y Uso de Productos</b>	Industria	Eficiencia en motores eléctricos.	SI
		Cogeneración en base a combustibles fósiles.	SI
		Implementación de sistemas de gestión de la energía (SGEn)	NO
	Industria petroquímica	Recuperación de gases de antorcha.	NO
	Industria siderúrgica	Reciclado de chatarra.	NO
<b>Residuos</b>	Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	Rellenos sanitarios con captura de gases de relleno sanitario.	SI
		Generación de energía eléctrica a partir de la captura de gases de relleno sanitario.	SI
		Generación de energía térmica a partir de la captura de gases de relleno sanitario.	SI
		Separación en origen.	NO
		Compostaje.	NO
	Aguas Residuales Domésticas (ARD)	Tratamiento de efluentes domésticos con captura de metano.	NO
	Aguas Residuales Industriales (ARI)	Tratamiento de aguas residuales industriales con captura de metano.	NO

A continuación se presentan en tablas-resumen las características salientes de las opciones de mitigación analizadas. Para aquellas que ha sido posible estimar cuantitativamente su potencial de mitigación, éste se presenta, en algunos casos, como un valor acumulado para un período determinado (por ejemplo, reducciones acumuladas en 2020-2030). En otros casos se presentan las reducciones de emisiones potenciales estimadas para un año específico (2030). Y en otros casos se presenta el promedio anual de reducción posible. Estas diferencias en el modo de presentación de los resultados responden a las características particulares de las diferentes opciones evaluadas, al procedimiento de cálculo aplicado, así como a la información que ha estado disponible al momento de efectuar los cálculos. En todos los casos, la reducción de emisiones ha sido estimada respecto de un escenario tendencial (*BAU*).



### 6.3.1 Opciones de mitigación analizadas en el Sector Energía Energías renovables

<b>Energía renovable conectada a la red en el mercado mayorista</b>				
Descripción: Incrementar la participación de las energías renovables conectadas a la red hasta alcanzar una participación del 15% en 2030.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
Se busca impulsar la penetración de las energías renovables (*) en la matriz energética de la generación de electricidad, reduciendo el consumo de combustibles fósiles. Esto redundará en una mejor calidad del aire, reducción de costos a mediano plazo y menores emisiones de GEI asociadas a la generación de electricidad.  (*) De acuerdo a las definiciones de las leyes N° 26.190/06, y 27.191/15.	Generación pública de calor y electricidad	CO <sub>2</sub>	Contemplando el ingreso progresivo de energías renovables se podría reducir 38 millones de tCO <sub>2</sub> en el período 2018-2030.	Factor de emisión de la red; Porcentaje de generación renovable.
<b>Generación renovable distribuida conectada a la red</b>				
Descripción: Promover la instalación de equipos solares y eólicos de baja potencia conectados a la red en el sector residencial.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
Se busca alcanzar una potencia instalada de 30 MW en equipos solares y 43 MW en eólicos a lo largo de 2020-2030.	Generación pública de calor y electricidad y Residencial	CO <sub>2</sub>	Contemplando una progresión anual del 10% en la instalación de los equipos a partir del año 2020 se podrían reducir 560.000 tCO <sub>2</sub> en el período 2020- 2030.	Factor de emisión de la red; Porcentaje de generación renovable.

### Consumo energético residencial

<b>Sustitución de calefones convencionales por equipos con encendido electrónico</b>			
Descripción: Reemplazar gradualmente los equipos convencionales por equipos con encendido electrónico en la medida en que los usuarios necesiten adquirir un nuevo artefacto por caducidad del anterior, reduciendo así el consumo de gas natural debido al piloto permanente encendido.			
Naturaleza de la acción	Cobertura	Reducción posible de	Indicadores



	Sector	Gases	emisiones	de progreso
Según estudios realizados por especialistas del INTI <sup>53</sup> junto con ENARGAS <sup>54</sup> y UNSAM <sup>55</sup> , el consumo pasivo de los pilotos de los calefones es en promedio 0,5 m <sup>3</sup> por día por artefacto. Por lo tanto, el reemplazo de calefones convencionales por equipos con encendido electrónico permitiría ahorrar una cantidad considerable de gas natural.	Residencial	CO <sub>2</sub>	Contemplando una penetración anual del 10% a partir del año 2018, acompañando al crecimiento de la población sobre la cual actuaría la medida, se podrían reducir 35 millones de tCO <sub>2</sub> en el período 2018-2030.	Emisiones del sector residencial por consumo de combustibles per cápita.
<b>Calefactores solares para calentamiento de agua sanitaria</b>				
Descripción: Promover la instalación de equipos solares para calentamiento de agua para uso sanitario doméstico en funcionamiento híbrido con equipos que utilizan combustibles fósiles				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
Los calefactores solares para calentamiento de agua son equipos muy eficientes en cuanto a la conversión de energía solar en energía térmica. Los equipos disponibles incluyen distintas tecnologías de paneles solares y de tipo de instalación, desde colectores de placa plana con cubierta, colectores concentradores parabólicos compuestos estacionarios y colectores de placa plana sin cubierta hasta colectores de tubos de vacío, ya sean de flujo directo o con tubo de calor.	Residencial	CO <sub>2</sub>	Contemplando el ingreso progresivo de los equipos a partir del año 2020 se podrían reducir más de 7 millones de tCO <sub>2</sub> en el período 2020-2030.	Emisiones del sector residencial por consumo de combustibles per cápita.
<b>Sistemas economizadores de agua caliente</b>				
Descripción: Promover la instalación de dispositivos para reducir el flujo de agua en grifos (aireadores) generando un ahorro directo en el consumo de combustible para calentar el agua				

<sup>53</sup> Instituto Nacional de Tecnología Industrial

<sup>54</sup> Ente Nacional Regulador del Gas

<sup>55</sup> Universidad Nacional de San Martín



y ahorros indirectos en todo el sistema de captura, purificación, distribución y tratamiento de agua.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
Los sistemas de ahorro de agua son dispositivos que permiten reducir el flujo de aguas en grifos y duchas y mejorar la distribución y efectividad de agua para lavado. Estos dispositivos reducen significativamente el caudal y, por medio de la dispersión del agua, dan una prestación al usuario de mayor confort con respecto a un flujo continuo. Son dispositivos que pueden ser instalados a bajo costo en los sistemas de provisión de agua existentes en las viviendas. Permiten ahorros de 25% - 50% en el consumo.	Residencial	CO <sub>2</sub>	Contemplando un plan de penetración anual del 10% a partir del año 2020 se podrían reducir 18 millones de tCO <sub>2</sub> en el período 2020-2030.	Emisiones del sector residencial por consumo de combustibles per cápita.

**Reemplazo de calefactores tiro balanceado por bombas de calor**

Descripción: Promover los sistemas de calefacción domiciliarios basados en equipos de aire acondicionado frío/calor (BC-bombas de calor) en reemplazo de los tipo tiro balanceado (TB) basados en gas natural.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
Los equipos de aire acondicionado frío/calor pueden aportar calor suficiente para calefaccionar un ambiente con un consumo equivalente menor al consumo de una estufa tiro balanceado. El consumo de combustible de un TB es superior al consumo de combustible que se requeriría para producir la electricidad que consume una BC para aportar las mismas calorías al ambiente. La relación	Residencial y comercial	CO <sub>2</sub>	Contemplando el reemplazo progresivo de la calefacción TB por BC a partir del año 2018 se podrían reducir 110 millones de tCO <sub>2</sub> en el período 2018-2030.	Emisiones del sector residencial por consumo de combustibles per cápita.



aproximada de consumos energéticos entre TB y BC es que se puede ahorrar el 60% del consumo de un TB si se opta por utilizar BC.				
--	--	--	--	--

## Transporte

### Eficiencia en el transporte carretero de carga

Descripción: Promover la mejora de la eficiencia del transporte carretero de carga, mediante el uso de motores más eficientes, mejoras aerodinámicas, uso de neumáticos de bajo rozamiento, mejora de carreteras y eficiencia de gestión logística.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
Dentro de las actividades bajo análisis se encuentran dos tipos de iniciativas: i) las relacionadas con el aumento de eficiencia en el uso de combustibles (motores más eficientes, neumáticos de menor rozamiento, diseño aerodinámico, mejora de superficie de carreteras, entre otras) y ii) las relacionadas con la mejora en el manejo logístico (aumento de carga promedio, reducción de falso flete, bolsas de carga).	Transporte de carga	CO <sub>2</sub>	Contemplando la implementación progresiva lineal de 10% anual a partir del 2020 se podrían reducir 35 millones de tCO <sub>2</sub> en el período 2020-2030.	Consumo específico del transporte carretero de carga.

### Plan canje automotor con vehículos más eficientes

Descripción: Promover un plan de reemplazo y desguace de automotores particulares con una antigüedad mayor a 15 años por unidades nuevas más eficientes.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
Esta iniciativa se sustenta en la existencia de vehículos con un alto grado de obsolescencia que no solamente contaminan el medio ambiente sino que también son frecuentemente la causa de graves accidentes. Se busca	Transporte privado	CO <sub>2</sub>	Contemplando un plan para ser implementado en dos años a partir del 2020 con una progresión del 50% cada año se podrían reducir unas 5 millones de tCO <sub>2</sub> en el período 2020- 2030.	Emisiones de automóviles para transporte de pasajeros per cápita.



<p>impulsar una opción tecnológica de vehículos más eficientes incentivando la sustitución de automóviles con más de 15 años de antigüedad, los cuales pasarían a desguace.</p>				
<b>Recuperación del sistema ferroviario de pasajeros y carga</b>				
<p>Descripción: Promoción del modo de transporte ferroviario, impulsando una mayor utilización en sus distintos segmentos de actuación.</p>				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
<p>La participación ferroviaria en la matriz modal de cargas es del orden del 4% de las ton-km transportadas en el país (el camión da cuenta del 95%). En el movimiento de pasajeros en el Área Metropolitana de Buenos Aires solo el 5% de los viajes se realizan por tren. Por su parte, la participación ferroviaria en el transporte interurbano de pasajeros es inferior al 1%. La estrategia apunta a reducir las emisiones de GEI mediante el cambio modal, logrando a su vez otros importantes beneficios, particularmente la reducción de costos y tiempos de transporte, la eficiencia energética y la reducción de accidentes viales. La estrategia se expresa a través de líneas de acción específicas para cada uno de sus segmentos básicos de actividad: servicios metropolitanos e interurbanos de pasajeros y ferrocarriles interurbanos de carga.</p>	<p>Transporte</p>	<p>CO<sub>2</sub></p>	<p>La reducción de emisiones podría alcanzar en el año 2030 las 15-21,5 millones de tCO<sub>2</sub> según el escenario considerado de participación del ferrocarril en la matriz modal de transporte.</p>	<p>Emisiones para transporte de pasajeros per cápita; Consumo específico del transporte carretero de carga.</p>

### Consumo energético industrial



<b>Sustitución de gas natural por combustibles alternativos en la industria</b>				
Descripción: Promover la utilización de energía derivada de biomasa, ampliando la matriz de oferta primaria y garantizando una fuente de energía limpia, confiable y competitiva que sustituya la utilización de combustibles fósiles.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
El uso de combustibles alternativos para satisfacer las necesidades energéticas de la industria tiene una larga historia, aunque su utilización ha quedado relegada por las facilidades del uso de combustibles fósiles. La medida bajo análisis se incluye en el Programa PROBIOMASA.	Industria manufacturera	CO <sub>2</sub>	Contemplando una implementación progresiva lineal, la reducción de emisiones en el período 2018-2030 podría alcanzar las 55 millones de tCO <sub>2</sub> .	Consumo de combustible fósil por unidad de producción.
<b>Eficiencia energética en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) industriales</b>				
Descripción: Promover la eficiencia energética para consumo de electricidad y gas natural en las PyMEs industriales del país.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
Del total de la energía consumida por las PyMEs argentinas, 21% deriva de la electricidad. Se asume una penetración anual del 17,5% y que el máximo potencial de la opción se alcanza a partir del 4to año de implementación del plan de promoción de esta opción, a partir del cual en el 70% del universo de PyMEs industriales la opción estaría implementada. Para el consumo de gas natural, se asume un ahorro energético promedio del 5% y una penetración máxima del 70%.	Industria	CO <sub>2</sub>	La reducción de emisiones de GEI acumulada en 2016-2030 podría alcanzar los 34,4 millones de tCO <sub>2</sub> e por ahorro de energía eléctrica y 32 millones tCO <sub>2</sub> e por ahorro de energía térmica.	Energía eléctrica consumida por PyMEs; energía térmica consumida por PyMEs; Factor de emisión de la red.

### **Captura y almacenamiento de carbono (CCS)**

#### **Captura y almacenamiento geológico de carbono en reservorios geológicos**



Descripción: Captura de las emisiones provenientes de centrales de generación eléctrica térmica fósil y su almacenamiento en los reservorios geológicos de la industria del petróleo y gas.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sector	Gases		
La captura y secuestro de carbono surge como una importante actividad de mitigación a nivel mundial. En particular, la utilización de formaciones geológicas asociadas a la industria del petróleo y gas presentan oportunidades por estar íntimamente relacionadas a temas operativos y acceso a la tecnología de dicha industria. La captura en la industria de generación de electricidad favorece la implementación debido a la concentración de las emisiones, con la consecuente reducción de tuberías de transporte en comparación con otras industrias más atomizadas.	Generación pública de calor y electricidad	CO <sub>2</sub>	Contemplando una implementación progresiva a partir del año 2020 se podrían reducir 290 millones de tCO <sub>2</sub> en el período 2020-2030.	Factor de emisión de la red; Porcentaje de captura en generación eléctrica.

### 6.3.2 Opciones de mitigación analizadas en el Sector Agricultura, Ganadería y Cambios en el Uso del Suelo y Silvicultura

#### Agricultura

Rotación de cultivos				
Descripción: Promoción de rotaciones equilibradas con una participación importante de gramíneas de invierno (trigo, cebada) y/o de verano (maíz y sorgo) en lugar la predominancia de leguminosas y/o oleaginosas (soja y girasol).				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
La rotación de cultivos, además de reducir emisiones de GEI, protege suelos, diversifica el riesgo productivo y mejora márgenes económicos.	Agricultura	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	La reducción de emisiones en 2020-2030 podría alcanzar 39 millones tCO <sub>2</sub> eq.	Emisiones de CO <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> O en explotaciones donde se implementa la opción; Emisiones de CO <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> O en explotaciones donde



				no se implementa la opción (grupo de control).
<b>Mayor eficiencia en el uso de nitrógeno (con foco sobre los inhibidores de liberación de N)</b>				
Descripción: Promoción del uso del polímero inhibidor de la acción de la ureasa NBPT, el cual disminuye 10 veces la volatilización de la urea aplicada superficialmente.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
La Urea-NBPT puede retrasar la hidrólisis hasta 14 días, aumentando las probabilidades de que una lluvia la incorpore al suelo.	Agricultura	N <sub>2</sub> O	La reducción de emisiones en 2020-2030 podría alcanzar 5,1 millones tCO <sub>2</sub> eq.	Emisiones de N <sub>2</sub> O en explotaciones donde se implementa la opción; Emisiones de N <sub>2</sub> O en explotaciones donde no se implementa la opción (grupo de control).
<b>Uso de promotores de crecimiento y fijadores biológicos de N en gramíneas</b>				
Descripción: Promoción del uso de fijadores biológicos, libres y simbióticos, de nitrógeno atmosférico en los cultivos de trigo y maíz y en praderas consociadas. La opción genera un impacto sobre las emisiones de GEI a través del reemplazo relativo de fertilizantes sintéticos, incrementando la productividad.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Metas cuantitativas	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
El desarrollo de fijadores biológicos y su expansión a otros cultivos permite disminuir la cantidad de fertilizante sintético agregado al sistema y, por lo tanto, reducir el total de las emisiones provenientes de su uso.	Agricultura	N <sub>2</sub> O	La reducción de emisiones en 2020-2030 podría alcanzar 11,6 millones tCO <sub>2</sub> eq.	Emisiones de N <sub>2</sub> O en explotaciones donde se implementa la opción; emisiones de N <sub>2</sub> O en explotaciones donde no se implementa la opción (grupo de control).
<b>Tecnologías de aplicación de fertilizantes (con foco en fertilización variable)</b>				
Descripción: Promoción de estrategias de fertilización variable para ajuste de dosis de N.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Los Sistemas de Fertilización Variable permiten una localización más ajustada de las dosis de fertilizante de acuerdo a las necesidades del	Agricultura	N <sub>2</sub> O	Se podría incrementar el rendimiento en grano en un 17% y podría haber	Emisiones de N <sub>2</sub> O en explotaciones donde se implementa la opción; Emisiones de N <sub>2</sub> O en



cultivo en ambientes con mayores o menores restricciones. Por lo tanto, se reducen las pérdidas por lixiviación del N residual del fertilizante luego de la cosecha.			reducciones del 7% en las emisiones expresadas en kg CO <sub>2</sub> e/tn de grano.	explotaciones donde no se implementa la opción (grupo de control).
<b>Cosecha integral de caña de azúcar en verde</b>				
Descripción: Prevenir la quema de caña de azúcar mediante el uso de la cosecha integral de caña en verde y aprovechar el potencial de cogeneración de energía utilizando los residuos de cosecha (RAC) y molienda (bagazo) de la caña.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Se busca expandir el uso de tecnologías de cosecha en verde en el país y concientizar sobre el impacto de la quema en la comunidad y en el medio ambiente, resaltando el interés económico y ecológico de utilizar energéticamente los residuos. En Argentina la quema de caña en pie y de residuos de pos-cosecha (RAC) está prohibida por ley. Sin embargo, la quema de caña cosechada en forma semi-mecánica tolerada a los pequeños productores. A pesar de la tendencia a la disminución de la quema, en algunas zafra después de heladas y sequías, los vientos, favorecen la propagación del fuego en los cañaverales.	Agricultura	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	No disponible.	Emisiones en explotaciones donde se implementa la opción; Emisiones en explotaciones donde no se implementa la opción (grupo de control).

## Ganadería

<b>Opciones de mitigación identificadas para el subsector Ganadería de leche</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tratamiento de efluentes en tambos.</li> <li>2. Aumento de la digestibilidad promedio del forraje suministrado a las vacas en producción.</li> <li>3. Reducción de las tasas de descarte y mortandad de animales de producción por problemas de enfermedades relacionadas al peri-parto (infecciosas, metabólicas, podales, mastitis y otras).</li> <li>4. Mejora de la concentración energética del alimento promedio.</li> <li>5. Uso de aditivos Inhibidores de metanogénesis.</li> </ol>

*Nota: Se precisa disponer de recursos específicos para poder evaluar con mayor precisión y profundidad los impactos cualitativos y cuantitativos en términos de potencial de reducción de*



*emisiones de GEI que cada una de estas opciones tendría sobre las emisiones asociadas a la ganadería de leche a nivel nacional.*

<b>Mejoras en las prácticas y procesos ganaderos (ganadería de carne)</b>				
Descripción: Promoción de buenas prácticas y mejora de procesos mediante la implementación de planes y programas públicos de extensionismo rural. Se trata de una opción de mitigación de carácter sistémico, que abarca al subsector entero.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Estos planes y programas incluirían tanto, protocolos de procesos (registros productivos, capacitación, asociativismo), así como tecnologías de insumos (pasturas, verdes, financiamiento, estructura) e irían acompañados de políticas y medidas orientadas a mejorar el contexto macroeconómico para el sector (políticas específicas de estímulo, eliminación de distorsiones en la estructura de formación de precios, mejoras en el ambiente de inversión y negocios). La opción posibilita una mejora en la eficiencia sistémica, reduciendo las emisiones por producto respecto del escenario tendencial. El cálculo de la reducción de emisiones se realizó aplicando el siguiente criterio: se consideró que la reducción en la intensidad de emisiones que se obtiene en el escenario de mitigación se aplica sobre la producción que se obtendría en el escenario de línea de base, ya que no sería posible obtener una producción como la que se obtiene en el escenario de mitigación siguiendo las prácticas de la línea de base.	Ganadería de carne	N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	Podría lograrse una reducción de emisiones de 51 millones tCO <sub>2</sub> eq. en 2015-2030.	Stock total (cabezas); Faena total (ton eqRcH); Emisiones totales (ton CO <sub>2</sub> e/año); Intensidad de emisiones (ton CO <sub>2</sub> e/kg PV); Emisiones por producto (ton CO <sub>2</sub> e/ton eqRcH).

### **Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura**



<b>Reducción de la deforestación</b>				
Descripción: Promover la conservación de las áreas agriculturizables en el marco de la Ley Nacional N° 26.331/07 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
La Ley N° 26.331/07 establece que no pueden autorizarse desmontes de bosques nativos clasificados en las Categorías I (rojo) y II (amarillo) y que cada provincia debe realizar el Ordenamiento Territorial de sus bosques nativos (OTBN) con el fin de zonificar territorialmente el área de los bosques existentes.	Cambio de uso del suelo y silvicultura.	CO <sub>2</sub>	Si se conservara el 100% de las ha agriculturizables bajo los OTBN (unas 4,7 millones de ha) se evitaría la emisión de 1.300 millones tCO <sub>2</sub> .	Cambios anuales en la cubierta forestal; Emisiones y absorciones anuales por cambios en la cubierta forestal.
<b>Mejora de los sumideros de carbono forestales</b>				
Descripción: Promover el aumento de la superficie de las plantaciones forestales.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Se considera una forestación anual promedio de 61.000 ha/año a partir de 2015.	Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO <sub>2</sub>	La ampliación de la superficie nacional forestada a 2 millones de ha en 2015-2030 podría resultar en una fijación de CO <sub>2</sub> acumulada en ese período de unos 230 millones de tCO <sub>2</sub> .	Evolución de la cubierta forestal; Cambios en sus reservorios de carbono; Indicadores de impactos ambientales, sociales y económicos generados por los proyectos forestales que se desarrollen (cantidad de puestos de trabajos generados, etc.).

### 6.3.3 Opciones de mitigación analizadas en el Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

<b>Eficiencia en motores eléctricos</b>				
Descripción: Promover la utilización de motores eléctricos más eficientes en el sector industrial argentino con foco sobre los motores eléctricos trifásicos de inducción.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		



Por un lado, se considera que se reemplazan entre 2017-2021 todos los motores eléctricos existentes en operación (que se asumen como correspondientes al nivel IE1) por motores de nivel IE3. Por otro lado, se considera que a partir del año 2017 y hasta 2030 toda ampliación del parque de motores eléctricos industriales (es decir, toda incorporación de motores nuevos) será del tipo IE3 en lugar del tipo IE2. La opción de mitigación, tal como está definida tendrá impactos en materia de reducción de emisiones hasta el año 2044.	Industria	CO2	Reemplazar entre 2017-2021 el parque actual de motores IE1 por motores IE3 y ampliar el parque existente con motores IE3 en lugar de hacerlo con motores IE2 entre 2017 y 2030 podría reducir 22,3 millones tCO2e en el período 2017-2044.	Potencia del motor, elementos accionados por el motor, consumo de energía, rango de potencia en que el motor era utilizado antes y después de la implementación de la opción.
--	-----------	-----	--	---

**Cogeneración en base a combustibles fósiles**

Descripción: Promoción de la recuperación de calor residual producto de la combustión (que hubiera sido liberado a la atmósfera) y su utilización como calor de procesos o para generar electricidad.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Se considera la instalación entre los años 2017 y 2030 de 1.736 MW adicionales de cogeneración a partir de la combustión de fósiles, lo que sumado al parque actual lo llevaría a un total de 2.836 MW.	Industria	CO2	La instalación de 1.736 MW adicionales de cogeneración a partir de la combustión de combustibles fósiles entre 2017 y 2030 podría generar una reducción de emisiones de GEI de 64,2 millones de tCO2e en 2017-2054.	Consumo de gas natural en la planta de cogeneración del proyecto; Energía eléctrica neta suministrada por la planta de cogeneración; Energía suministrada en forma de calor / frío por la planta de cogeneración.

**Recuperación de gases de antorcha en la industria petroquímica**

Descripción: Promover los sistemas de recuperación corriente de gases residuales de antorcha y su empleo para la generación de calor de proceso dentro de la misma industria.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
La recuperación de gases de antorcha permite reducir las emisiones de GEI al recuperar estos gases antes de que se quemem en la antorcha y	Industria petroquímica	CO2	Para estimar el potencial de mitigación de esta opción en el sector petroquímico	Consumo de energía eléctrica; Uso de combustibles fósiles para la generación de calor para procesos;



desplazar de esta manera, en forma parcial o total, el consumo de combustibles fósiles, normalmente utilizados para la generación de calor de proceso. También se reducen emisiones debido a la disminución del consumo de vapor necesario para evitar la presencia de humo en la antorcha, reduciendo así la energía necesaria para producir este vapor. En ausencia de esta opción, los gases residuales se quemarán en la antorcha y los procesos de generación de calor y vapor continuarán operando con combustibles fósiles.			argentino se precisan datos relacionados con la cantidad de gas que puede recuperarse, su composición y si existen inertes y/o alto contenido de CO <sub>2</sub> .	Presión/poder calorífico de gases residuales; Composición, densidad y caudal de los gases residuales recuperados; Cantidad de gas recuperado y recirculado; Combustible fósil desplazado; Cantidad promedio anual histórica de gas residual enviado a antorcha previo a la implementación de la opción.
--	--	--	--	---

**Reciclado de chatarra en la industria siderúrgica**

Descripción: Promoción del uso intensivo de chatarra ferrosa para la producción de acero.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Se busca reemplazar parcialmente la producción primaria de metal por producción secundaria. En el proceso primario el metal se obtiene a través de la reducción del mineral metálico por medio de reductores como el carbón. Este proceso se realiza a altas temperaturas, con un elevado consumo de energía. En el proceso secundario, el metal es obtenido básicamente de la fusión del metal ya usado (“chatarra”). El consumo de energía es menor y, por ende, se reducen las emisiones de GEI asociadas.	Industria siderúrgica	CO <sub>2</sub>	Existen brechas de información para estimar el potencial de mitigación de esta opción, relacionadas con factores de emisión, potencial de reciclado de chatarra por ruta y niveles de ahorro de mineral por cada unidad de chatarra a emplear.	Cantidad del material reciclado que se vende a los centros de fabricación; Calidad de la chatarra a reciclar; Consumo de electricidad y de combustibles fósiles en toda la logística de recuperación de materiales.

**Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn)**

Descripción: Promoción de Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn) en las organizaciones industriales argentinas.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		



Los SGEN permiten gestionar el uso y consumo de la energía de manera sistematizada, independizando las acciones de la rotación de personal y los cambios de funciones, así como organizar y priorizar medidas de eficiencia, desde las más rápidas y efectivas hasta las más costosas y con mejor margen de ahorro energético. Una posibilidad es impulsar esta opción mediante la certificación de la norma ISO 50001.	Industria	CO <sub>2</sub>	Para estimar el potencial de mitigación de la implementación de SGEN a nivel nacional se precisan datos (nacionales o al menos internacionales) respecto del porcentaje de ahorro de energía que puede alcanzarse gracias a la implementación de sistemas de este tipo.	El propio SGEN constituye un sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV).
---	-----------	-----------------	---	---

### 6.3.4 Opciones de mitigación analizadas en el Sector Residuos

#### *Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*

Para todas las opciones evaluadas se han considerado dos escenarios. En uno, la opción se implementa de forma completa en 2017-2026. En el otro, la opción se implementa progresivamente con incrementos del 10% anual.

<b>Construcción de rellenos sanitarios con captura de gas de rellenos sanitarios (GRS).</b>				
Descripción: Promover esta opción en municipios y departamentos de todos los rangos de población, tanto grandes (entre 200 mil y más de 400 mil habitantes), intermedios (entre 50 mil y 200 mil habitantes) y pequeños (entre 20 mil y 50 mil y menos de 20 mil habitantes).				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Esta opción permite erradicar los basurales a cielo abierto (BCA), los cuales deberán ser remediados, y acondicionar sitios de disposición final (SDF) actualmente en funcionamiento para el posterior manejo de las emisiones de GEI. Debe considerarse que en caso de un pasaje de BCA a una disposición controlada de residuos en rellenos sanitarios se produce un incremento en la generación de GEI (metano). Para mitigar este incremento de emisiones, se evalúa la captura de GRS y su aprovechamiento energético o <i>flaring</i> . La apertura de nuevos SDF deberá ir acompañada indefectiblemente de la captura	RSU	CH <sub>4</sub>	Para rellenos sanitarios existentes la captura de biogás permitiría una reducción de emisiones promedio anual en el período (2017-2030) a nivel país de aproximadamente 5,8-8,1 millones tCO <sub>2</sub> e según el escenario considerado.	Porcentaje de BCA erradicados; Número de rellenos sanitarios construidos; Número de sistemas de captura de CH <sub>4</sub> instalados en rellenos sanitarios; Reducción anual de emisiones.



<p>de CH<sub>4</sub> para lograr reducciones netas de GEI, dejando para una etapa posterior la implementación del aprovechamiento energético. Para los casos que actualmente cuentan con captura de CH<sub>4</sub>, se podría mejorar la cantidad de biogás recuperado optimizando los sistemas de captura y adecuando en los SDF las actividades diarias de compactación y cobertura durante la disposición final, con la instalación progresiva de pozos de captura de biogás.</p>			
--	--	--	--

<b>Generación de energía eléctrica a partir de la captura de biogás de relleno sanitario (GRS)</b>				
Descripción: Promover esta opción para los rangos de municipios grandes (entre 200 mil y más de 400 mil habitantes) e intermedios (entre 50 mil y 200 mil habitantes). Se considera el acondicionamiento de los rellenos sanitarios existentes o su construcción.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
La captura de GRS y la generación de energía a partir del mismo es la alternativa para reducir las emisiones de GEI generados en SDF controlados. Debe tenerse en cuenta la infraestructura requerida para el transporte del biogás hacia el destino en el que será utilizado. Por ello se evalúa el desarrollo de actividades que puedan utilizar esta energía (invernaderos, hornos, etc.) en las cercanías al relleno sanitario. Los co-beneficios sociales y económicos de la implementación de un sistema de captura y aprovechamiento energético de GRS están vinculados a la provisión de una fuente de energía renovable adicional, la generación de empleo y mano de obra calificada, la promoción del desarrollo local y regional y la disminución de	RSU	CH <sub>4</sub>	La captura de CH <sub>4</sub> y posterior generación de energía eléctrica permitiría una reducción de emisiones promedio anual en el período 2017-2030 a nivel país de 6,1 -8,4 millones tCO <sub>2</sub> e, de acuerdo al escenario considerado.	Reducción de emisiones anuales; Energía generada.



costos por unidad de RSU tratado. La alternativa de captura del CH <sub>4</sub> en SDF controlado permite una reducción significativa de las emisiones de GEI.				
--	--	--	--	--

**Generación de energía térmica a partir de la captura de biogás de relleno sanitario (GRS)**

Descripción: El aprovechamiento del biogás como fuente de energía térmica es aplicable a municipios y departamentos de una escala grande e intermedia y a los pequeños de entre 50 y más de 200 mil habitantes que cuenten con rellenos sanitarios. No sería en principio aplicable en municipios de menos de 20 mil habitantes.

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Esta opción reduce las emisiones de GEI generadas en rellenos sanitarios, complementa los efectos benéficos para el ambiente que ya posee el relleno sanitario, constituye una fuente de energía adicional para la población, genera empleo y mano de obra calificada, promueve el desarrollo local y regional y genera menores costos por unidad de RSU tratado.	RSU	CH <sub>4</sub>	La captura y generación de energía térmica a partir de biogás generaría una reducción de emisiones promedio anual en el período 2017-2030 a nivel país de aproximadamente 6,7-9,2 millones tCO <sub>2</sub> e según el escenario considerado.	Reducción de emisiones anuales; Energía generada.

**Separación en origen**

Descripción: Promover entre los generadores la separación de los RSU. La separación puede ser sólo entre residuos reciclables y no reciclables y/o involucrar la separación de los residuos reciclables por categorías preseleccionadas (vidrio, envases, diarios, cartón y plásticos, entre otros)

Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
Esta opción permite una mayor eficiencia en la separación y una mejor calidad de los materiales recuperados, beneficiando a los procesos que se realicen posteriormente. Brinda mayor seguridad e higiene para el personal involucrado en el manejo de	RSU		No disponible.	Cantidad de residuos recuperados; Cantidad de residuos destinados a compostaje.



<p>fases posteriores del tratamiento del material separado, permite un menor uso de la tierra destinada a la disposición final (es decir, un relleno sanitario de menor tamaño), favorece una mayor eficiencia en la generación y captura del biogás y una mejor calidad del producto de compostaje y contribuye además a la minimización de los impactos negativos de estas alternativas, generando empleo y promoviendo la capacitación y formación de recursos humanos. Requiere, no obstante, de una adecuada planificación: contenedores y recolección diferenciada de los mismos, circuitos específicos que deriven el producto directamente a su comprador, regionalización de la gestión que implique la reducción de distancias de transporte, entre otras medidas. Esta opción no genera un impacto directo sobre las emisiones de GEI, pero es necesaria para mejorar la gestión integral de los RSU.</p>				
--	--	--	--	--

<b>Compostaje</b>				
Descripción: Promover la separación en origen con compostaje de la fracción orgánica en conjunto con la construcción de rellenos sanitarios para aquellos residuos irrecuperables en municipios o departamentos pequeños de menos de 20.000 habitantes.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
<p>Esta opción permite la generación de empleo y un menor costo por unidad de residuo tratado. Requiere que la comercialización del producto del compostaje (abono/fertilizante) se rija por la Resolución SENASA 264/2011 que aprueba el Reglamento para el Registro de Fertilizantes así como por</p>	<p>RSU</p>	<p>CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub></p>	<p>El compostaje en municipios cuyos sistemas de gestión actual de RSU comprende BCA o SDF semi-controlados permitiría reducir en 2030 un 100% las emisiones de GEI respecto de la línea de base y un</p>	<p>Cantidad de RSU destinado a compostaje; Reducciones de emisiones anuales</p>



otras normativas.			82,30% en el período 2017-2030.	
-------------------	--	--	---------------------------------	--

### Aguas Residuales Domésticas/Comerciales (ARD)

<b>Construcción y puesta en funcionamiento de plantas de tratamiento de efluentes domésticos con captura de biogás</b>				
Descripción: Mejorar y dotar de nuevas tecnologías a plantas actualmente sobrecargadas. Asimismo, se plantea la construcción de nuevas plantas para cubrir parte del servicio de tratamiento de efluentes domiciliarios.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
La opción incluye un conjunto de procesos y alternativas tecnológicas para el tratamiento anaeróbico de lodos que se aplicarían a una planta. Las mismas incluirían tecnologías tales como laguna cubierta o biodigestor, sistema de captura del biogás para combustión en antorcha ( <i>flaring</i> ) o producción de energía térmica o energía eléctrica.	ARD	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Esta opción podría reducir las emisiones de GEI del subsector ARD entre 15% y 34% respecto de la línea de base al año 2030 y lograr una reducción de emisiones de entre 13% y 27% para el período 2017-2030.	Porcentaje de población con Sistemas de descarga tipo red pública con plantas de tratamiento bien manejadas; Sistemas de captura de CH <sub>4</sub> instalados en plantas; Energía generada; Reducción de emisiones.

### Aguas Residuales Industriales (ARI)

<b>Construcción y puesta en funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales con captura de biogás.</b>				
Descripción: Promover la construcción, mejora y adopción de tecnologías de captura y aprovechamiento de biogás en plantas de tratamiento de efluentes industriales.				
Naturaleza de la acción	Cobertura		Reducción posible de emisiones	Indicadores de progreso
	Sectores	Gases		
El manejo inadecuado de los residuos y efluentes industriales afecta los recursos hídricos, edáficos y atmosféricos. Entre las tecnologías factibles de implementar destacan los biodigestores, que permiten reducir impactos de la contaminación de aguas subterráneas y superficiales y disponer de un recurso	ARI	CH <sub>4</sub>	Se podrían reducir las emisiones de GEI de este subsector entre un 70% y un 77% respecto de la línea de base en el año 2030 y lograr una reducción de emisiones de entre 49% y 54% para el período 2017-2030.	Número de nuevas plantas de tratamiento de ARI por sector; Reducciones de emisiones anuales.



energético (biogás) para autoconsumo y/o para inyectar a la red.				
--	--	--	--	--

### 6.3.5 Síntesis de estimaciones de potenciales de mitigación de las opciones analizadas

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de las estimaciones de potenciales de mitigación de las opciones para las cuales ha sido factible efectuar dicho cálculo, aclarando en cada caso el horizonte temporal considerado.

**Tabla 6.3: Síntesis de opciones de mitigación evaluadas**

Sector	Subsector	Opción de mitigación	Potencial de mitigación	Período
<b>Energía</b>	Energías renovables	Energía renovable conectada a la red en el mercado mayorista.	38 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2018-2030
		Generación renovable distribuida conectada a la red	560 mil tCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030.
	Consumo energético residencial	Sustitución de calefones convencionales por equipos con encendido electrónico.	35 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2018-2030.
		Calefactores solares para calentamiento de agua sanitaria.	7 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030.
		Sistemas economizadores de agua caliente.	18 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030.
		Reemplazo de calefactores tiro balanceado por bombas de calor.	110 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2018-2030.
	Transporte	Eficiencia en el transporte carretero de carga.	35 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030.
		Plan canje automotor con vehículos más eficientes.	5 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030.
		Recuperación del sistema ferroviario de pasajeros y carga.	15-21,5 MtCO <sub>2</sub>	Reducción en el año 2030.
	Consumo energético industrial	Sustitución de gas natural por combustibles alternativos en la industria.	55 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2018-2030.
		Eficiencia energética en	66,4 MtCO <sub>2</sub>	Reducción



		PyMEs industriales.		acumulada en 2016-2030.
	CCS	Captura y almacenamiento de carbono en reservorios geológicos.	290 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030.
<b>Agricultura, Ganadería y Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura</b>	Agricultura	Rotación de cultivos.	39 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2020-2030.
		Mayor eficiencia en el uso del N, con foco sobre los inhibidores de liberación de N.	5,1 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción acumulada en 2020-2030.
		Uso de promotores de crecimiento y fijadores biológicos de N en gramíneas.	11,6 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción acumulada en 2020-2030.
	Ganadería	Programas de cambio rural para mejorar prácticas y procesos ganaderos.	51 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción acumulada en 2015-2030.
	Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura	Reducción de la deforestación.	1.300 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2007-2030.
		Mejora de los sumideros de carbono forestales.	230 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2015-2030.
<b>Procesos Industriales y Uso de Productos</b>	Industria	Eficiencia en motores eléctricos.	22,3 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2017-2044.
		Cogeneración en base a combustibles fósiles.	64,2 MtCO <sub>2</sub>	Reducción acumulada en 2017-2054.
<b>Residuos</b>	Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	Rellenos sanitarios con captura de gases de relleno sanitario.	5,8 - 8,1 MtCO <sub>2</sub>	Reducción promedio anual en 2017-2030.
		Generación de energía eléctrica a partir de la captura de gases de relleno sanitario.	6,1 - 8,4 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción promedio anual en 2017-2030.
		Generación de energía térmica a partir de la captura de gases de relleno sanitario.	6,7 - 9,2 MtCO <sub>2</sub> e	Reducción promedio anual en 2017-2030.

Cabe aclarar que no es correcto desde un punto de vista técnico y metodológico efectuar una agregación de estas reducciones por los motivos que se explican a continuación.

En primer lugar, las diferentes opciones de mitigación analizadas involucran períodos de tiempo diferentes, definidos en función del momento a partir del cual se considera



factible comenzar con su implementación. Frente a esto, no sería correcto estimar un promedio anual simple de reducción para luego considerar un lapso de tiempo uniforme (por ejemplo, 2020-2030), puesto que algunas opciones concentran las reducciones hacia el final de los respectivos períodos considerados. Es decir, el potencial de mitigación no es homogéneo a lo largo de todos los años.

En segundo lugar, las estimaciones realizadas no toman en cuenta las interrelaciones intersectoriales e impactos recíprocos. Por ejemplo, si aumenta la participación de las energías renovables en la matriz energética (una de las opciones de mitigación consideradas en el sector Energía), cambiaría el factor de emisión de la red, impactando sobre los cálculos realizados para otras opciones de mitigación en otros sectores (para las cuales se tomaron los factores de emisión actuales).

Finalmente, existe un problema de doble contabilización. Por ejemplo, en el sector Energía se analiza el impacto sobre las emisiones de una mayor eficiencia energética en las PyMEs industriales mientras que en el sector industrial se estima el impacto de introducir motores más eficientes en todas las firmas, incluyendo a las PyMEs.

Estas estimaciones, por lo tanto, deben considerarse sólo como un ejercicio de aproximación al cálculo del potencial de mitigación de los diferentes sectores nacionales. La agregación de las estimaciones realizadas requiere de análisis ulteriores adicionales.

### 6.3.6 Estimaciones de costos

Se presentan a continuación las estimaciones de costos de implementación de algunas de las opciones de mitigación para las cuales ha sido posible a la fecha efectuar cálculos económicos.

Como mínimo, los costos totales de implementación de las opciones de mitigación que pudieron ser evaluadas económicamente ascenderían a USD 75-100 mil millones de dólares estadounidenses, mientras que los costos incrementales sumarían USD 69-92 mil millones de dólares estadounidenses. Es importante destacar que hay opciones para las cuales no ha sido posible realizar alguna.

El cuadro siguiente presenta de manera resumida estas estimaciones.

**Tabla 6.4: Estimación de costos totales e incrementales opciones de mitigación**

Sector	Subsector	Opción/es de mitigación	Costo total (M USD)	Costo incremental M USD	Comentarios
Energía	Energías renovables	Energía renovable conectada a la red en el mercado mayorista.	USD 14.300	USD 14.300	Se estima que se requieren unos USD 3.800 M para la inversión en transmisión y unos USD 10.500 M para la inversión privada en generación.
	Consumo energético residencial	Equipos con pilotos electrónicos; Calefactor solar;	USD 6.500	USD 6.500	Inversión estimada para implementar las 4 opciones de mitigación consideradas en conjunto.



	al	Economizador de agua caliente; Bomba de calor.			
	Transporte	Cambio modal en el Transporte de carga / Eficiencia en el transporte carretero de carga.	USD 4.700	USD 4.700	La inversión en mejoras de los ferrocarriles de carga ascendería a unos USD 1.200 M mientras que las mejoras del transporte carretero requieren unos USD 3.500 M.
	Consumo energético industrial	Sustitución de gas natural por combustibles alternativos en la industria.	USD 3.023	USD 3.023	Inversión estimada PROBIOMASA al 2030.
<b>Agricultura, Ganadería y Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura</b>	Agricultura	Rotación de cultivos.	USD 24.100 - 40.800	USD 11.800 -20.100	Costo total: valor presente descontado al 10% y 4% de los costos totales de implementar una rotación Maíz-Soja-Trigo/Soja 2da en el 100% de la superficie cultivada con soja en Argentina en 2020-2030. Costo incremental: valor presente descontado al 10% y 4% de los costos de operación y mantenimiento adicionales de implementar una rotación Maíz-Soja-Trigo/Soja 2da en lugar de Soja continua en el 100% de la superficie cultivada con soja en 2020-2030.
		Mayor eficiencia en el uso del N (foco sobre los inhibidores de liberación de N).	USD 140-230	USD 140-230	Valor presente descontado al 10% y 4% del costo de aplicar a nivel nacional el inhibidor NBPT de liberación de N en la totalidad de hectáreas cultivadas con trigo y maíz en 2020-2030.
		Promotores de crecimiento y fijadores biológicos de N para gramíneas.	USD 190-320	USD 190-320	Valor presente descontado al 10% y 4% del costo de aplicar a nivel nacional fijadores biológicos de N y promotores de crecimiento (PGPR) en la totalidad de cultivos de trigo y maíz en 2020-2030.
	Ganadería	Programas de cambio rural para mejorar	USD 250-330	USD 250-330	Valor presente del costo total de implementación en 2015-2030, descontado al



		prácticas y procesos ganaderos.			10% y 4%.
	Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura	Reducción de la deforestación.	USD 11.400-19.300	USD 11.400-19.300	Valor presente, descontado al 10% y 4%, del “costo de oportunidad nacional” en 2015-2030 de evitar la deforestación, calculado como los ingresos agrícolas que la Argentina deja de percibir por conservar las hectáreas que contienen bosque nativo y que son agriculturizables, expresado en el valor internacional de la Tn de grano por cada ha no sembrada.
		Mejora de los sumideros de carbono forestales.	USD 950-1.430	USD 950-1.430	Valor presente de los costos de plantación y de operación y mantenimiento de forestar 61.000 ha/año entre 2015 y 2030, considerando tasas de descuento del 10% y 4%.
<b>Procesos Industriales y Uso de Productos</b>	Industria	Eficiencia en motores eléctricos.	n/d	USD 280-290	Valor presente del costo incremental neto de reemplazar en 2017-2021 el parque actual de motores IE1 por motores IE3 y ampliar en 2017-2030 el parque existente con motores IE3 en lugar de hacerlo con motores IE2, considerando tasas de descuento del 10% y 4% respectivamente.
		Cogeneración en base a combustibles fósiles.	n/d	USD 6.300 - 15.900	Valor presente del costo incremental de instalar entre los años 2017 y 2030 1.736 MW adicionales de cogeneración a partir de la combustión de fósiles, lo que sumado al parque actual lo llevaría a un total de 2.836 MW.
<b>Residuos</b>	Residuos Sólidos Urbanos	Captura de biogás de rellenos sanitarios; Sistemas de generación de energía.	USD 1.500	USD 330	Costos totales de implementación: inversiones iniciales y costos operativos para captura de GRS y de los sistemas de generación de energía para diferentes tamaños de municipios así como costos directos e indirectos necesarios para



					vencer barreras de implementación. Costos incrementales: surge de restar a los costos totales los costos involucrados en la línea de base (para RSU son los costos de construcción o mejoras de relleno sanitarios y los de remediación de los actuales basurales a cielo abierto). Este monto es la suma actualizada a valor presente con tasa de descuento anual en USD del 4% y un período de 10 años.
	Aguas Residuales Domésticas (ARD)	Construcción y operación de plantas de tratamiento de ARD.	USD 1.350	USD 1.350	
		Captura de metano en plantas de tratamiento de ARD.	USD 55-70	USD 55-70	
		Generación eléctrica a partir de biogás de ARD.	USD 150-190	USD 150-190	
		Generación de energía térmica a partir de biogás de ARD.	USD 140-185	USD 140-185	
	Aguas Residuales Industriales (ARI)	Captura de metano en sistemas de tratamiento de ARI.	USD 1.950	USD 1.950	
		Generación de energía eléctrica a partir de biogás de ARI.	USD 2.770	USD 2.770	
		Generación de energía térmica a partir de biogás de ARI.	USD 2.000	USD 2.000	



<b>Costos totales</b>	<b>USD 75.468- 100.948</b>	<b>USD 68.578- 95.268</b>	
-----------------------	------------------------------------	-------------------------------	--

\* En los casos en que los costos totales son iguales a los costos incrementales es porque se considera que hay inacción en el escenario de línea de base (es decir, no se implementa ningún programa, plan ni medida).

### 6.3.7 Limitaciones, barreras, necesidades tecnológicas y oportunidades de las opciones de mitigación analizadas

Las opciones de mitigación analizadas enfrentan diferentes limitaciones, barreras y necesidades tecnológicas y abren diversas oportunidades según la naturaleza de la opción y el sector considerado. Se describen brevemente a continuación las principales barreras, necesidades tecnológicas y capacidades de las opciones evaluadas.

#### *Sector Energía*

##### **Energías renovables**

**Energía renovable conectada a la red en el mercado mayorista.** Esta opción posee dos elementos principales que atentan contra su concreción. Por un lado, la necesidad de hallar un punto de encuentro entre las tarifas y los costos de las tecnologías, lo cual requiere de tiempo para que los costos se reduzcan en virtud del avance tecnológico y la relación oferta-demanda. También es importante la necesidad de desarrollar aspectos regulatorios específicos de la temática. Por el otro, será necesario extender las redes de transmisión para poder aprovechar el potencial, principalmente eólico, de las energías renovables. Desde el punto de vista tecnológico, la opción no presenta necesidades específicas puesto que son tecnologías estándares del mercado. Eventualmente puede resultar importante el desarrollo de tecnología local, como se ha hecho en algunos proyectos a partir de iniciativas público-privadas, pero igual que con las tecnologías existentes el *know-how* necesario se posee o se obtiene de expertos internacionales que brindan sus servicios sin barreras para su desarrollo.

**Generación renovable distribuida conectada a la red.** Es necesario el desarrollo de aspectos regulatorios para la conexión de equipos de baja potencia a la red y que se genere algún programa de incentivos para compensar la inversión inicial en la instalación de las tecnologías disponibles. Desde el punto de vista de la energía solar se podría trabajar con el sector científico-tecnológico para considerar la posibilidad de un desarrollo local que sea competitivo en el mercado. Sin embargo, es a nivel de equipos eólicos de baja potencia donde existe la mayor oportunidad de desarrollo local, tanto con sistemas de eje horizontal como vertical.

##### **Consumo energético residencial**

Las opciones que involucran ahorros residenciales de gas natural y, eventualmente, gas licuado de petróleo (GLP) (“Sustitución de calefones convencionales por equipos con pilotos electrónicos”, “Calefactores solares para calentamiento de agua sanitaria”, “Sistemas economizadores de agua caliente” y “Reemplazo de calefactores tiro balanceado por bombas de calor”) se basan en tecnologías relativamente simples y con mucha experiencia en los mercados y diseminación en el país. Eso hace que las barreras



sean, casi exclusivamente, de tipo regulatorio (falta normalizar los parámetros técnicos de esas tecnologías). Los actores clave son las universidades y centros de investigación que pueden perfeccionar algunos aspectos de la implementación de la tecnología y oficiar de puntos de testeo de equipos (INTI), las áreas de gobierno con competencia en la materia, la SEN, el Ministerio de Industria, el MinCyT, el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, ENARGAS, IRAM, los fabricantes los comercios y los instaladores. Particularmente en el caso de los calefactores solares, dado que se involucra una tecnología asociada a paneles solares, existe la posibilidad del desarrollo local tanto de placas planas con superficies selectivas como de tubos evacuados, donde podría resultar necesaria transferencia de *know-how*. Actualmente las empresas que comercializan estos equipos los importan o los ensamblan, dado que no hay un mercado que permita pasar a una escala industrial para su producción local en masa. El fomento por parte del Estado resulta fundamental. Desde el plano estrictamente tecnológico, es una buena medida para desarrollar mano de obra local capacitada y generación de puestos de trabajo.

### **Transporte**

***Sistema ferroviario de pasajeros y carga.*** Aquí el factor determinante es la decisión del Estado de llevar adelante el cambio. El desarrollo de la infraestructura ferroviaria debe ser acompañado con el desarrollo de un marco regulatorio que asegure confiabilidad al sistema.

***Eficiencia en el transporte carretero de carga.*** Esta opción requiere de políticas específicas relacionadas principalmente con el diseño e implementación de incentivos fiscales para la adquisición de bienes de capital, el desarrollo local de productos y la realización de obra pública en carreteras, así como la realización de campañas de concientización y de capacitación de conductores.

***Plan canje automotor con vehículos más eficientes.*** Esta opción depende también de una decisión política. Existen antecedentes en el país que han tenido un éxito relativo. Podría resultar atractivo complementar el plan con la exigencia a las automotrices de que incorporen normas Euro V, por ejemplo, en los nuevos vehículos que salen a la venta.

### **Consumo energético industrial**

***Sustitución de gas natural por combustibles alternativos en la industria.*** Existen en el país algunas industrias que generan electricidad a partir de biomasa proveniente de residuos propios concentrados. Algunas de ellas entregan energía al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) y otras la utilizan sólo para autoconsumo. Las principales limitaciones que enfrenta esta opción son técnicas (escasa experiencia en el uso de tecnologías de generación a partir de residuos de biomasa; falta de técnicos y/o personal capacitado; infraestructura de transporte insuficientemente desarrollada), institucionales (falta de difusión de los beneficios asociados a la cogeneración; trámites administrativos largos y complejos para habilitar un cogenerador en el Mercado Eléctrico Mayorista - MEM- y falta de abordaje integral de la cogeneración en organismos públicos) y económicas (elevado costo de capital, dificultades para obtener créditos a largo plazo y altas tasas de interés). Para superar estas barreras se precisa de financiamiento a largo plazo para inversiones de capital a tasas accesibles (posibilidad de acceso al financiamiento internacional y a la inversión extranjera y disponibilidad de recursos financieros locales, ya que en la actualidad los bancos locales no financian proyectos



energéticos *per se* sino sólo a empresas lo suficientemente solventes), mayores precios a pagar en el MEM para la energía excedente que puedan inyectar a la red, capacitación a empresas (a costo subsidiado o cero) sobre generación de energía y co-generación e incentivos específicos para desarrollar proyectos de bioenergía.

***Eficiencia energética en PyMEs industriales.*** Existe un importante potencial de ahorro energético a partir de medidas de eficiencia en el sector PyME industrial argentino. Impulsar medidas de eficiencia energética redonda inevitablemente en un beneficio significativo, ya que permite el ahorro de combustibles, con la consiguiente mejora en la balanza comercial del país y menor impacto ambiental. Sin embargo, la eficiencia energética es un tema aún poco explorado en el país. Se precisa de un fuerte compromiso político que asegure una estrategia planificada y organizada orientada a formar profesionales específicos en eficiencia energética (nuevas tecnicaturas, carreras universitarias y maestrías), fomentar la I&D en la materia (intercambio de saberes, centros de investigación en convenio con Universidades, Instituto Nacional de Tecnología Industrial -INTI-), fortalecer institucionalmente los compartimentos del Estado Nacional (capacitación a evaluadores, mandos medios y altos) y diseñar e implementar programas y herramientas nuevos además de agilizar y hacer más eficientes las iniciativas existentes.

El caso de ***la captura y almacenamiento de carbono*** en reservorios geológicos es el más complejo porque no se cuenta con mucha experiencia al respecto, excepto en recuperación asistida de petróleo. Se debe transitar un proceso de aprendizaje que aún no se ha iniciado en el país, tanto para tener mayor certeza del potencial de almacenamiento de los reservorios como de los costos involucrados en la implementación de proyectos.

Es de destacar, de todos modos, que los principales vacíos tecnológicos en el sector Energía están dados por medidas no analizadas, como es el caso del hidrógeno, donde su punto crítico se encuentra en la resolución costo-efectiva de su almacenamiento<sup>56</sup>, o tecnologías como celdas de combustible que podrían aprovechar la abundancia de litio en las reservas de las provincias del noroeste argentino.

### ***Sector Agricultura, Ganadería y Cambios en el Uso del Suelo y Silvicultura***

#### **Agricultura**

***Rotación de cultivos.*** En los últimos años se viene observando en la Argentina un incremento en el área sembrada con soja en todas las regiones del país, en detrimento de cultivos como el trigo y el maíz. Las principales limitaciones (barreras) para la aplicación extendida de prácticas de rotación de cultivos son económico-financieras (mayores requerimientos de inversión en trigo y maíz que en oleaginosas; mayor riesgo climático; menor rentabilidad, normalmente; falta de integración de los sistemas agroecológicos de las distintas zonas del país; falta de desarrollo de sistemas

<sup>56</sup> En el año 2002 se elaboró un programa nacional, liderado por la SAyDS, con participación de CNEA, el Instituto Balseiro, la UBA, la Universidad Nacional del Sur y otros centros de investigación, entre ellos, laboratorios de Alemania, Francia y Australia que eran pioneros en el desarrollo de hidruros. La tecnología sigue aún en desarrollo como para llegar a una escala de fabricación de contenedores.



agroeconómicos; alto costo de fletes (camiones) por falta de ferrocarril e hidrovía) y regulatorias (control de exportaciones de trigo y maíz; retenciones). Para revertir esto, es preciso considerar cuestiones de diseño de política agrícola que contemplen integralmente inversiones en infraestructura (que posibiliten un abaratamiento del costo de los fletes) así como estímulos impositivos para la implementación de rotaciones equilibradas con participación de cereales (gramíneas). La implementación de beneficios impositivos, tasas menores de retención y una mejor infraestructura vial y de ferrocarriles permitiría dar lugar a una diversificación de productos en todas las regiones del país.

***Prácticas que permitan mejorar la eficiencia en el uso del nitrógeno (con foco sobre los inhibidores de liberación de N).*** Estas tecnologías no han sido masivamente adoptadas por el productor argentino, lo que requiere un mayor esfuerzo en la realización de pruebas de campo y un gran esfuerzo de difusión por parte de INTA, Universidades y asociaciones de productores tales como AACREA y AAPRESID. La elección del producto reviste cierta importancia pero las condiciones ambientales de temperatura y humedad deben ser bien conocidas por los aplicadores para optimizar el rendimiento del fertilizante aplicado. Las principales limitaciones que enfrenta esta opción se traducen en barreras de información (desconocimiento por parte de los técnicos de la dinámica de pérdidas de N por volatilización y su impacto sobre la eficiencia de aplicación de la urea; falta de información y difusión de los beneficios ambientales y productivos de la tecnología), técnicas (falta de estructura de los distribuidores para tratar el fertilizante con los polímeros inhibidores de la volatilización; peligrosidad en el almacenaje de nitrato de amonio; poca disponibilidad de fuentes menos volátiles tales como sulfato de amonio y nitrato de amonio) y económicas (sobrepeso de 10-15% sobre el costo del fertilizante, el cual es visto por el productor como un costo extra sin percibir el beneficio). En este sentido, una campaña de difusión de buenas prácticas sería de utilidad para minimizar emisiones.

***Uso de fijadores biológicos de N en gramíneas.*** Si bien no se ha difundido a nivel general el impacto de los fijadores libres utilizados en gramíneas, se estima que el grado de avance de esta tecnología es notable en el país. La utilización de fertilizantes biológicos es un concepto que se ha puesto en práctica desde hace mucho tiempo en la Región Pampeana argentina, pero en los últimos años ha tomado un impulso creciente a partir del desarrollo de productos de mayor calidad y orientados hacia nuevos cultivos. Las principales barreras que enfrenta esta opción son culturales y de información (desconocimiento por parte de técnicos; baja difusión de los beneficios; baja credibilidad y visibilidad de los resultados), técnicas (dificultad de almacenaje dada la corta vida de estos productos; tratamiento necesario de la semilla -el productor busca agilizar la siembra y evita toda operación que insuma tiempo-), institucionales (inexistencia de un organismo oficial de control de calidad de estos productos) y regulatorias (problemas de propiedad intelectual -la imposibilidad de patentar bacterias desincentiva la inversión en I+D, pues la tecnología puede copiarse fácilmente). Es preciso diseñar e implementar instrumentos de difusión de los beneficios de la tecnología, crear un organismo oficial de control de calidad de estos productos y diseñar incentivos para fomentar la I+D (e. subsidios).

***Tecnologías de aplicación de fertilizantes (con foco en la fertilización variable).*** La incorporación del fertilizante, el uso de fertilización variable y la partición de la dosis en



2 o más durante la aplicación del ciclo son tecnologías en mayor o menor medida conocidas, pero no siempre adoptadas en todas las zonas del país de la misma manera. En cultivos de invierno como el trigo, la fertilización con nitrógeno en dos y hasta tres aplicaciones es una práctica utilizada en el sudeste bonaerense, aunque no está adoptada por la inmensa mayoría de los productores. Las principales barreras que enfrenta esta opción son de información (falta de información generada a nivel local), técnicas (falta de uniformidad de criterios para la definición de ambientes productivos; falta de protocolo común para la adopción de esta tecnología -la variabilidad y las limitantes productivas varían entre zonas y requieren estrategias distintas a la hora de definir ambientes y asignar dosis de N-, falta de capacitación en la gran mayoría de técnicos que pueden llevar esta tecnología a los productores, existencia de pocos proveedores capacitados que provean servicios en delimitación de ambientes y descripción de suelos), culturales (reticencia de productores medianos y pequeños a invertir en capacitación y mapeos de ambientes; desconfianza entre muchos técnicos y productores), económicas (necesidad de contratar maquinaria especializada dejando ociosa la maquinaria propia; si no se terceriza la aplicación variable, para el productor es costoso invertir en instrumentos que permiten la aplicación variable georreferenciada; inexistencia de una clara conveniencia económica, ya que los efectos son variables por “efecto año”) e institucionales (inexistencia de instancias para la capacitación de profesionales con experiencia laboral; muy baja formación en estudiantes de grado de ciencias agrarias respecto del uso de sistemas de información geográficos). Es preciso diseñar instrumentos de difusión de la tecnología, de capacitación a técnicos y profesionales y de formación para estudiantes de grado sobre el uso de sistemas de información geográficos, sistemas de mapeo con GPS, uso de sensores remotos, geostatística y aplicación de modelos de simulación agronómicos.

***Cosecha integral de caña de azúcar en verde.*** El uso de cosecha mecanizada integral (caña verde) abarca actualmente un 90% del área plantada con caña de azúcar en Tucumán. El 10% restante, correspondiente a pequeños productores, se cosecha en forma semimecánica con quema. Para la mecanización de la cosecha de pequeños productores se están desarrollando y probando cosechadoras integrales para pequeñas superficies. En el año 2008, el INTA Reconquista desarrolló un primer prototipo de cosechadora de caña que cumplía con los siguientes requisitos: 1) Que se adaptara a campos de pequeños productores, 2) que pudiera ser fabricada por talleres locales y reparada por los propios productores, y 3) que no fuera autopropulsada, sino de arrastre. Este prototipo fue probado en INTA Famaillá, en Tucumán. En el año 2010, metalúrgicas locales fabricaron dos prototipos adicionales. En 2014 se disponía de 4 prototipos terminados y 2 que estaban prontos a entrar en funcionamiento. Algunos prototipos fueron enviados a Costa Rica, Uruguay, Bolivia y Paraguay para pruebas y se están fabricando dos cosechadoras para Uruguay. Sin embargo, en los casos de cosecha mecanizada integral, el RAC permanece en el suelo para orearse, con los consiguientes riesgos de quema accidental o intencional. Además, los productores hacen quema preventiva para impedir que posteriormente la quema accidental o intencionada dañe la caña en brotación.

### **Ganadería**

***Programas de cambio rural para mejorar prácticas y procesos ganaderos.*** Las tecnologías para aumentar la tasa de destete e incrementar el peso medio de faena ya existen desde hace muchos años en Argentina. Se han implementado con anterioridad



planes orientados a reactivar la actividad, los cuales no han tenido el éxito buscado. Entre éstos se cuentan, entre otros: Cambio rural 1993 - 2012; FINAGRO, programa del Banco Nación para financiar inversión; Programa de fiebre aftosa del SENASA, con fines sanitarios; Programa de brucelosis bovina, con fines sanitarios; Plan Ganadero Nacional, orientado a mejorar la eficiencia de la ganadería; Compensación a *feedlots*, orientado a amortizar los efectos en el precio interno de la carne. Las principales barreras que enfrenta la opción son económicas, fundamentalmente, la baja-media rentabilidad de la actividad ganadera en la Argentina (hasta hace unos años, la ganadería y la agricultura eran parte de un mismo sistema productivo integrado, pero ahora las actividades están escindidas) y los largos horizontes involucrados en las decisiones productivas (entre la decisión de aplicar una tecnología para mejorar la preñez y la venta para faena del animal que se concibe pasan al menos 15 meses para destetar el ternero y 27 meses para llegar a la faena en el caso de un animal de invernada. En los sistemas de cría, y si el objetivo es aumentar el rodeo, entre la decisión de aplicar una tecnología para mejorar la preñez y que el animal concebido (hembra en este caso) pueda destetar un nuevo ternero transcurren mínimamente 40 meses. Este extenso período suele desincentivar la aplicación de tecnología en contextos de incertidumbre, inflación sostenida y en general, volatilidad de las principales variables macroeconómicas. Además con los sistemas de engorde aplicados en la actualidad, en nuevas y razonables proporciones, no es posible aumentar significativamente el peso medio de faena (estos sistemas de producción de animales livianos se desarrollaron debido a la incertidumbre del contexto y a la caída sistemática de la exportación, mercado que demanda animales significativamente más pesados que el mercado interno). Para lograr un aumento en el peso medio de faena se requiere modificar los sistemas productivos, lo cual sólo será posible con una modificación en las expectativas del negocio y, en especial, de la posibilidad de aumentar la porción de la producción destinada a las exportaciones, para lo cual es preciso levantar las barreras que pudieran existir. En referencia específica a la tasa de destete, existe un problema de adopción tecnológica en la actividad de cría en el país. Este problema está relacionado, por un lado, con la falta de infraestructura (camino, comunicaciones, etc.) que dificultan su implementación. Por otro lado, los frecuentes cambios en la política macroeconómica, los períodos de inflación persistente y a veces elevada y las frecuentes modificaciones regulatorias (respecto de exportaciones, impuestos, reglamentaciones, etc.) hacen que el resultado económico de la explotación de un productor de cría y la eficiencia productiva que en ella se alcanza estén débilmente relacionados.

### **Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura**

**Reducción de la deforestación.** La Ley 26.331/07 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos fue sancionada en el año 2007 con el fin de impulsar políticas y programas nacionales de protección, conservación, recuperación y utilización sustentable de los bosques nativos. A pesar de su enorme relevancia socio-ambiental la pérdida de bosque nativo ha continuado. Entre noviembre de 2007 (cuando se sancionó la Ley) y finales de 2013 se deforestaron 1,9 millones de hectáreas, si bien la mayor parte de las zonas deforestadas se encuentra dentro de las categorías donde la ley lo permite. La principal barrera para reducir la deforestación es la presión de la demanda internacional de granos que hace poco competitivo el mantener el bosque nativo en tierras con aptitud agrícola, lo que dificulta la efectividad de los instrumentos de gestión previstos en la Ley N° 26.331. Por ello continúa la pérdida de bosque nativo, si bien a una tasa menor. En parte esto también ha respondido a la falta de



financiamiento efectivo para que las autoridades de aplicación tanto a nivel nacional como provincial realicen las actividades de fiscalización y control correspondientes y a la falta de compensación efectiva a los titulares de tierras donde se conservan bosques nativos. Existen además limitaciones técnicas para sostener los esfuerzos actuales y maximizar los resultados al tiempo que se crea un marco para la implementación de un esquema de REDD+ y económicas (falta de recursos financieros para apoyar la creación y el perfeccionamiento de mecanismos de implementación rentables para reducir las emisiones forestales).

***Mejora de los sumideros de carbono forestales.*** Las plantaciones comerciales en la Argentina se encuentran concentradas fundamentalmente en las provincias de Corrientes, Entre Ríos y Misiones. La superficie implantada en estos territorios representa el 90% del total del país. En las demás cuencas forestales el desarrollo ha sido moderado, a pesar del alto potencial existente para obtener elevadas productividades forestales. El marco legal vigente tiene especial importancia en la promoción de las actividades forestales, al establecer incentivos que facilitan el inicio de proyectos con largos períodos de maduración. Dentro del marco vigente se destaca especialmente la Ley de Inversiones para bosques cultivados (Ley N° 25.080/99), la cual prevé exenciones impositivas y créditos no reembolsables a las inversiones que se realicen en nuevos emprendimientos forestales, la instalación de nuevos proyectos foresto-industriales y la ampliación de los existentes, siempre y cuando éstos impliquen la implantación de nuevos bosques. Sin embargo, existen limitaciones para lograr un mayor desarrollo de proyectos forestales, los cuales requieren considerar los largos horizontes temporales involucrados en la actividad. Las principales barreras que enfrenta esa opción de mitigación son económico-financieras (exigencia de inversiones significativas con plazos de recuperación que se extienden por períodos de 15-30 años, lo que hace que se requieran condiciones de estabilidad jurídica de largo plazo y un entorno macroeconómico que minimice el riesgo de los emprendimientos; incertidumbre sobre si habrá demanda futura capaz de absorber la oferta proyectada sin disminuir los precios) y barreras asociadas a la infraestructura (mano de obra para implantar y mantener, capacidad instalada, insumos, cadenas de distribución e infraestructura para el aprovechamiento y manufactura de la materia prima obtenida). Resulta clave contar con marcos legales que aseguren la continuidad de las condiciones jurídicas y económicas y que incluyan mecanismos que permitan financiar completamente el ciclo de maduración de los proyectos. Se requiere una aplicación más extendida, mejorada y planificada de la Ley N° 25.080/99, con foco en aquellas regiones del país que sea de interés público forestar y/o reforestar.

### ***Sector Procesos Industriales y Uso de Productos***

***Eficiencia en motores eléctricos.*** Si bien en general el sector industrial argentino no está implementando acciones específicas tendientes a ahorrar energía, algunos establecimientos industriales han venido realizando estudios para estimar potenciales ahorros energéticos y otros están realizando inversiones orientadas a aumentar la productividad en base a menores consumos energéticos. Las principales limitaciones (barreras) que enfrenta esta opción son técnicas (ausencia de profesionales idóneos y técnicos debidamente calificados), institucionales (insuficiencia y/o inexistencia de políticas coordinadas e integradas para la promoción de medidas de eficiencia energética) y económicas (ausencia de políticas de incentivo, costo de la energía subsidiado y altas tasas para financiar proyectos de eficiencia energética). Para impulsar



esta opción es necesario, fundamentalmente, contar con créditos a tasas accesibles y diseñar e implementar “planes canje” (para que los motores viejos no queden en desuso y facilitar, al mismo tiempo, la creación de mercados secundarios de motores usados).

***Cogeneración en base a combustibles fósiles.*** En el país ya se encuentran en funcionamiento tecnologías de este tipo tanto en forma integrada (sistemas de cogeneración) como aislada (para producir calor o electricidad en forma exclusiva). Los sistemas de cogeneración son de escalas muy variadas, incluyendo proyectos de grande, mediana y pequeña escala. En todos los casos, se conoce la tecnología y se cuenta con habilidades para su operación. Las principales limitaciones que enfrenta la expansión de esta opción son de índole técnica (incertidumbre sobre la continuidad del suministro de gas natural, falta de profesionales capacitados), institucionales (complejidad de los procedimientos de CAMMESA para cogeneradores, puesto que han sido diseñados para centrales de generación de gran porte) y económicas (incertidumbre de tarifas, falta de incentivos fiscales que alienten la eficiencia energética, escasez de crédito a baja tasa). Para impulsar un uso más extendido de estas tecnologías se precisan líneas de crédito a baja tasa, líneas de financiación para la sustitución de equipos por otros de mayor eficiencia, incentivos fiscales para fomentar la radicación de industrias en polos industriales y optimizar así el uso de la energía de todo el polo productivo, promoción del desarrollo de Empresas de Servicios Energéticos y desarrollo de políticas que incentiven la integración de los procesos industriales (por ejemplo en polos industriales), aprovechando la energía desechada de una planta o proceso como insumo en otra.

***Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn).*** Si bien las empresas industriales argentinas a lo largo de su historia han implementado medidas de eficiencia energética, en general las mismas no han logrado mantenerse en el tiempo. En agosto de 2014 la Argentina contaba con sólo siete empresas certificadas bajo la norma ISO 50001. Existen además algunas iniciativas aisladas, impulsadas por organismos provinciales o en algunos casos por organizaciones privadas, involucradas en la difusión de la norma, sus implicancias y beneficios. Las principales barreras que enfrenta esta opción son culturales (desconocimiento; muchos implementadores de sistemas de gestión -ISO 9.000 y principalmente ISO 14.000- consideran a la ISO 50001 un sistema de gestión más) y de información (las empresas pueden certificar la norma y no comunicarlo, lo que imposibilita el seguimiento y difusión de los beneficios por parte del sector público). Para inducir una aplicación masiva de los SGEn en el sector industrial argentino es necesario articular mecanismos de asistencia tanto financiera como técnica, principalmente para las pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs). Ya existen en el país fuentes de financiamiento orientadas a asistir a las PyMEs en el logro de mayor eficiencia y sustentabilidad en sus procesos productivos. Los esquemas existentes incluyen aportes no reembolsables y créditos fiscales (ej. Fondo Argentino de Eficiencia Energética para la implementación de medidas de eficiencia -cambio de equipos, mejoras en procesos, etc.,- y el Programa de Acceso al Crédito y Competitividad -PACC- de la SEPYME). En cualquier de los casos se podría pensar en una eventual ampliación de las actividades incluidas en sendos programas o bien en el desarrollo de otras exclusivas a estos fines.

***Recuperación de gases de antorcha en la industria petroquímica.*** Localmente se cuenta con capacidades para evaluar este tipo de proyectos y desarrollar en gran parte la



ingeniería y montaje de estas instalaciones. Sin embargo, la tecnología no está difundida en el país. Se desarrolla principalmente en Estados Unidos y existe asimismo tecnología de origen japonés. A nivel país se han registrado dos proyectos de recuperación de gases de antorcha en refinerías como proyectos MDL, uno para instalaciones radicadas en La Plata (año 2010) y la otra en Luján de Cuyo (año 2011). Sin embargo, el sector petroquímico argentino no ha publicado la realización de estudios acerca del potencial y factibilidad de este tipo de proyectos. Las principales limitaciones que enfrenta esta opción son económico-financieras (los equipos principales involucrados en los sistemas de recuperación son importados y requieren de asistencia externa -proveedores- para las tareas de montaje y puesta en marcha, elementos que encarecen el proyecto; los proyectos son capital intensivo, a lo que se suma el extremadamente bajo valor -cotización- de los RCEs<sup>57</sup>, con lo cual el apalancamiento de estos proyectos queda atado solamente al precio del energético que desplazan) y barreras asociadas a capacidades locales (si bien éstas no son tan marcadas, ya que existen dos proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) de estas características en el país, por tratarse de empresas privadas puede ser difícil compartir conocimientos y buenas prácticas; de todas formas, se considera que esta barrera puede ser fácilmente removida por tratarse de sectores industriales con larga trayectoria de integración -la petroquímica sigue a refinación en la cadena de integración vertical de los procesos de gas y petróleo-). Para impulsar una aplicación a gran escala de esta tecnología se precisan líneas de créditos a tasas accesibles de bancos tanto nacionales como internacionales, financiamiento de proveedores e incentivos específicos para la reducción de emisiones de GEI (por ejemplo, mediante subsidios de tasas asociadas al desempeño ambiental de los proyectos petroquímicos que solicitan crédito).

***Reciclado de chatarra en la industria siderúrgica.*** La industria local ya realiza el reciclado de chatarra propia y/o de origen industrial. La chatarra ferrosa utilizada hoy en Argentina por sus dos principales consumidores (acerías y plantas de fundición) alcanzaría el millón y medio de toneladas anuales (la proporción sería de 1,320 Mt para la siderurgia y 0,2 Mt para fundidores). El mayor consumo se concentra en las plantas siderúrgicas de la ruta de proceso que emplea horno de arco eléctrico (EAF o HEA), combinado con el uso de hierro esponja o en una producción basada 100% en el consumo de chatarra. Luego, en menor medida, el consumo se distribuye entre la producción de acero por la ruta del alto horno y el convertidor al oxígeno, los hornos ubicados en el norte del país y los fundidores. Para 2016 se espera un incremento del 26% en el consumo, equivalente a 0,4 Mt por año, y otras 400.000 toneladas adicionales para el 2017, equivalentes a otro incremento del 26%. Cabe señalar que si bien las acerías tienen capacidad instalada y están preparadas para utilizar mayor proporción de chatarra ferrosa en el proceso de aceración, llegando en la ruta de HEA-RD (horno eléctrico de arco - reducción directa) hasta un 70 - 80 % de la carga de los hornos eléctricos y en un 100% en las plantas que no poseen plantas de reducción, de acuerdo al tipo de ruta productiva y a la calidad final del producto, las exigencias en la calidad de la chatarra varían, y en algunos casos, se trata de un insumo crítico para garantizar la calidad del producto final. Es por ello que cualquier objetivo de utilización máxima de chatarra no puede descuidar esta variable de particular relevancia productiva y de continuidad de negocio. Las principales barreras que enfrenta esta opción son regulatorias (la legislación vigente sobre desafectación de la propiedad al final de la

---

<sup>57</sup>Reducciones Certificadas de Emisiones, generados en el marco del esquema MDL



vida útil de automóviles y embarcaciones no incentiva el reciclado) y administrativas (los trámites y controles de importación de chatarra son extensos y burocráticos). Los principales instrumentos que favorecerían un reciclado más extendido de chatarra incluyen: desarrollo e implementación de planes canje de automóviles, camiones, línea blanca, etc.; modificación de la legislación vigente que impide desafectar la propiedad de los vehículos al final de su vida útil en el caso en que sus titulares se desprendan de éstos por abandono en la vía pública; agilización de los mecanismos que permiten a nivel municipal y provincial la compactación de vehículos una vez transcurridos los seis meses en que el vehículo pasa a ser propiedad del Estado; agilizar los esquemas de licitación pública para el material de descarte ferroviario, evitando su reutilización en usos no acordes a la calidad del material que pueden afectar la seguridad de las personas; modificaciones a la legislación vigente que impide desafectar la propiedad de las embarcaciones y que genera situaciones en que los titulares optan por su hundimiento al final de su vida útil; reforzamiento de la fiscalización para el efectivo cumplimiento de la reglamentación vigente en materia de vida útil de vehículos de transporte de carga; impulso a la creación de Centros de Recuperación de materiales reciclables presentes en residuos sólidos urbanos, favoreciendo la instalación de plantas con sistemas de separación magnética para la recuperación de hojalata; revisión de la reglamentación vigente a fin de agilizar los trámites y controles que se aplican a la importación de chatarra ferrosa.

### ***Sector Residuos***

#### ***Residuos Sólidos Urbanos (RSU)***

***Construcción y acondicionamiento de rellenos sanitarios en municipios.*** Las principales barreras que enfrenta esta opción son políticas, legales y regulatorias. Se identifica además la falta de partidas presupuestarias específicas como parte de las normativas tendientes a promocionar la implementación de medidas ambientalmente compatibles de disposición final de RSU.

***Generación de energía eléctrica/térmica a partir de la captura de GRS.*** Considerando que el uso de GRS no es una práctica común, el desarrollo de tecnología para la producción de electricidad se encuentra aún en un estado rezagado de desarrollo. Si bien algunas empresas fabrican equipos para diversas escalas de producción de biogás, no se ha desarrollado comercialmente la fabricación de equipos específicos para biogás de origen nacional. El Programa GENREN ha planteado un incentivo a la producción de electricidad a partir de biogás, aunque el requerimiento mínimo de producción de 1 MW relega al plano de los rellenos sanitarios más grandes la posibilidad de comercializar la energía generada a la red nacional. Hasta el momento, se registran en este marco sólo un par de experiencias de utilización del biogás para la generación de electricidad, en una primera etapa para el consumo local, para luego derivar el exceso de electricidad al sistema interconectado nacional. En cuanto a la tecnología para la captura y el uso del biogás como fuente de energía térmica, ésta está disponible comercialmente e incluso existe capacidad para el desarrollo de proveedores locales. Las principales barreras que enfrenta esta opción de mitigación son políticas, legales y regulatorias, técnicas (por la necesidad de desarrollar capacidades locales para la provisión de equipos y etapas piloto para su inserción en el mercado local) y económicas y financieras (ya que presentan resultados económicos negativos a las tarifas actuales). Además supone un mayor costo de inversión, de operación y de capacitación de recursos humanos.



**Separación en origen.** Las principales barreras son políticas, legales y regulatorias debido que en la normativa no se exige la clasificación en origen a cargo del generador. Además, existen barreras sociales, culturales y de comportamiento pues se requiere de un gran esfuerzo de educación y concientización para generar cambio de hábitos.

**Compostaje.** Las principales barreras son políticas, legales y regulatorias, debido a los requisitos para la comercialización del uso del producto del compostaje (abono/fertilizante).

### **Aguas Residuales Domésticas, Comerciales e Industriales (ARD y ARI)**

**Construcción y puesta en funcionamiento de plantas de tratamiento de efluentes domésticas y de aguas residuales industriales.** Entre las alternativas analizadas, los sistemas de laguna cubierta (utilizadas con éxito en EEUU, incluso en zonas de clima frío), se presentan como una alternativa debido a que contribuyen a reducir la contaminación provocada por la descarga de efluentes en cuerpos de agua. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) reconoce que la tecnología de digestión anaeróbica se encuentra en paulatino ascenso. Para que estas lagunas mejoren las condiciones ambientales, evitando impactos negativos, su construcción debe contemplar, fundamentalmente, la protección del suelo. Toda la superficie de las lagunas debe estar bien sellada con arcillas u otros materiales, incluso plástico o cemento para evitar la infiltración y contaminación de las napas freáticas. Un aspecto a tener en cuenta es la consideración de mecanismos que minimicen la generación de olores, ya que una desventaja de las lagunas son las fugas, dado que por la naturaleza de los materiales de construcción de este tipo de sistema es más fácil el escape de biogás que en un digestor. Como parte de los proyectos implementados bajo el MDL, se han instalado en Argentina algunas lagunas anaeróbicas con captura de biogás y reactores anaeróbicos de tipo UASB. De los diez proyectos en operación, siete de ellos utilizan reactores tipo UASB de licencias y *know how* extranjero y utilizan el biogás como fuente de energía térmica para autoconsumo. No se han desarrollado proyectos asociativos que concentren la biomasa para la generación de electricidad con fines de aumentar la escala de los proyectos y mejorar los indicadores económicos. Tampoco existe suficiente número de empresas reconocidas con experiencia local para proveer los servicios de construcción, instalación y operación de digestores, lo que constituye un nicho de potencial desarrollo en el futuro inmediato. Por otra parte, en los últimos años han surgido empresas que ofrecen soluciones llave en mano con sistemas opcionales de generación de electricidad, ofreciendo al mercado local biodigestores de tipo membrana de diversos tamaños que incluyen el sistema de captación y purificación de biogás, servicios de puesta en marcha, operación y mantenimiento.

**Captura y utilización de biogás.** Las tecnologías para la captura y utilización de biogás de los tres subsectores (SDF, ARI y ARD) son conocidas en Argentina. Si bien los primeros proyectos contaron con proveedores de tecnología y asesoramiento extranjero, en la actualidad se cuenta con empresas que tienen capacidades para proveer tecnología local, con excepción de algún equipamiento específico, pero posible de desarrollar localmente en el mediano plazo. El sector científico nucleado en las universidades y en organismos públicos también cuenta con recursos capacitados para acompañar la consolidación de las tecnologías de mitigación propuestas.





## **CAPÍTULO 7. PROGRAMAS Y MEDIDAS PARA APLICAR LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO**

### **7.1 Estructura institucional respecto del cambio climático**

#### **7.1.1 La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y la Dirección de Cambio Climático**

La República Argentina ratificó la CMNUCC en el año 1993 mediante la ley N° 24.295. La SAYDS fue designada como autoridad de aplicación de esta ley por el decreto 2213/2002. La Resolución 58/2007 creó la Dirección de Cambio Climático, bajo la órbita de la Dirección Nacional de Gestión del Desarrollo Sustentable de la Subsecretaría de Promoción del Desarrollo Sustentable. La Secretaría de Ambiente está encuadrada en la estructura institucional de la Jefatura de Gabinete de Ministros dada la importancia que se le asigna a esta cuestión en el ámbito de la administración nacional.

La Resolución mencionada asigna las siguientes funciones a la Dirección de Cambio Climático:

1. Asesorar al Director Nacional de Gestión del Desarrollo Sustentable en todos aquellos aspectos relacionados con la implementación de la Ley N° 24.295 y la CMNUCC.
2. Proponer y propiciar acciones conducentes al logro de los objetivos y metas contenidas en la CMNUCC, incluyendo el desarrollo de actividades locales de concientización para la mitigación del cambio climático.
3. Elaborar y proponer al Director Nacional de Gestión del Desarrollo Sustentable, para su aprobación, los lineamientos de políticas en materia de cambio climático; la identificación de áreas sectoriales prioritarias para implementar actividades de mitigación; la determinación de las metas nacionales para la posible reducción de emisiones por sector; y la definición de estrategias y lineamientos para las actividades de mitigación por sector, concordantes con las políticas nacionales de desarrollo sustentable.
4. Coordinar la elaboración de las Comunicaciones Nacionales que forman parte de los compromisos resultantes de la CMNUCC.
5. Asistir técnica y administrativamente a la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio

Con el fin de cumplir con las acciones previstas en la Resolución 58/2007, la Dirección de Cambio Climático se estructura internamente de manera de permitir el desarrollo e implementación de las estrategias de mitigación y adaptación de una manera ágil y eficiente, optimizando la utilización de recursos humanos y materiales. Esta estructura comprende dos áreas principales, mitigación y adaptación y tres transversales a éstas: gestión de la información, capacitación y vinculación internacional.



### 7.1.2 Comité Gubernamental de Cambio Climático

Para llevar a cabo las acciones necesarias de adaptación y mitigación, se requiere de la participación de distintas áreas y niveles de la administración pública nacional. Así entonces en diciembre de 2009 se crea el Comité Gubernamental de Cambio Climático como instancia de articulación institucional en la materia. El Comité es presidido por el Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable y está integrado por representantes de las principales autoridades nacionales y las provincias a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA). Cada organismo gubernamental, a través de su máxima autoridad, ha designado un miembro titular (de rango no menor a Director Nacional) y un alterno, quienes representan a la cartera respectiva en las reuniones del Comité.

Los organismos gubernamentales que lo integran son los siguientes:

- Administración de Parques Nacionales
- Comisión Nacional de Actividades Espaciales.
- Comisión Nacional de Energía Atómica.
- COFEMA. Consejo Federal de Medio Ambiente.
- COHIFE. Consejo Hídrico Federal.
- Instituto Nacional de Agua
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Ministerio Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Secretaria de Agricultura.
- Ministerio de Desarrollo Social. Secretaría de Economía Social.
- Ministerio de Economía: Secretaria de Comercio Exterior. Dirección Nacional de Política Comercial Externa.
- Ministerio de Economía: Secretaría de Política Económica.
- Ministerio de Educación.
- Ministerio de Industria. Secretaría de Industria.
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Subsecretaría de Recursos Hídricos.
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaria de Energía
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaría de Transporte.
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública.
- Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. Dirección Gral. De Asuntos Ambientales.
- Ministerio de Salud. Secretaría de Determinantes de salud y Relaciones Sanitarias.
- Ministerio de Trabajo.
- Ministerio de Turismo.
- Ministerio del Interior. Secretaría de Provincias.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Servicio Meteorológico Nacional.

Los principales objetivos del Comité son:

1. Articular los procesos participativos y de sinergia entre las diferentes áreas del gobierno nacional e integrar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en la planificación de los diferentes sectores y/o sistemas.



2. Formular el debate en y desde cada espacio ministerial ayudando a la concreción de las políticas públicas en la materia y su articulación, desde sus respectivas competencias, con otros sectores de la sociedad.
3. Integrar las visiones de las diferentes áreas de Estado, elaborando las posiciones que serán presentadas en las reuniones de negociación internacional en la materia. El Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, en función de sus competencias primarias establecidas por el Art. 18 de la Ley 26.383 del 6 de diciembre de 2007 (Ley de Ministerios), entenderá desde el punto de vista de la política exterior en las posiciones que corresponda presentar en cada caso y su ejecución.
4. Emitir desde el Gobierno Nacional un mensaje único para el tratamiento de los impactos del cambio climático, en particular los relativos al aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos.
5. Contribuir al fortalecimiento de capacidades en actividades de respuesta a situaciones de emergencia y desastre provocadas por eventos climáticos extremos.
6. Cumplir la función de Comité de Conducción de la Tercera Comunicación Nacional en Cambio Climático.

La SAyDS, a través de la Dirección de Cambio Climático, es la encargada de ejercer las funciones de coordinación técnica y administrativa del Comité, asegurando el funcionamiento del mismo.

### **7.1.3 Estrategia Nacional en Cambio Climático**

El Comité Gubernamental de Cambio Climático impulsa y es parte del proceso de elaboración de la Estrategia Nacional en Cambio Climático (ENCC), trabajando en su elaboración y coordinando la participación de todos los sectores gubernamentales para establecer un marco de acción nacional frente a esta problemática. Dicha estrategia contiene dos objetivos principales y 14 ejes de acción para cumplir con dichos objetivos, atendiendo principalmente a un crecimiento económico bajo en carbono y al desarrollo sustentable, fortaleciendo e incrementando las acciones nacionales llevadas a cabo en la lucha contra el cambio climático. Cada uno de los ejes de acción contiene una serie de medidas consensuadas entre todas las agencias de gobierno que forman parte del Comité.

La participación de las diferentes áreas gubernamentales es relevante, ya que la implementación de dicha estrategia requiere de la incorporación de acciones de mitigación y/o adaptación al cambio climático en sus políticas sectoriales. Sobre esta base se trabaja en las acciones prioritarias en materia de cambio climático, en miras a cumplir con el objetivo último de la Convención. Las acciones que se plantean son consistentes con los compromisos asumidos bajo el régimen climático internacional, y atendiendo a los principios de responsabilidades comunes pero diferenciadas, de equidad y teniendo presente la responsabilidad histórica de los países con relación al cambio climático.

Es importante mencionar que algunas de las reuniones para la elaboración de la ENCC se han realizado a través de un formato denominado Comité Ampliado, que consiste en sumar a representantes de sectores no gubernamentales. Se busca con ello integrar a los



diversos sectores de manera ordenada y organizada permitiendo conocer la opinión de los mismos de manera responsable, informada y documentada. Estos sectores son:

*Sector científico-académico:* Representan al sector miembros de instituciones académicas nacionales y provinciales; investigadores y científicos reconocidos por su participación y trayectoria en la temática.

*Sector privado:* Representan al mismo miembros de las cámaras empresariales e industriales, organizaciones que nuclean sectores productivos, representantes de empresas cuya participación es importante en la reducción de emisiones de GEI o aquellas afectadas directamente por las consecuencias del cambio climático; y cualquier otra persona, organización o grupo de organizaciones que por su actividad puedan aportar al desarrollo de la ENCC.

*Organizaciones no gubernamentales:* Forman parte del mismo aquellos representantes de la sociedad o sectores de la sociedad involucrados en la temática, organizaciones civiles con o sin fines de lucro, y cualquier representante de los sectores no gubernamentales.

*Organizaciones de trabajadores:* Forman parte del mismo los delegados de las organizaciones de trabajadores.

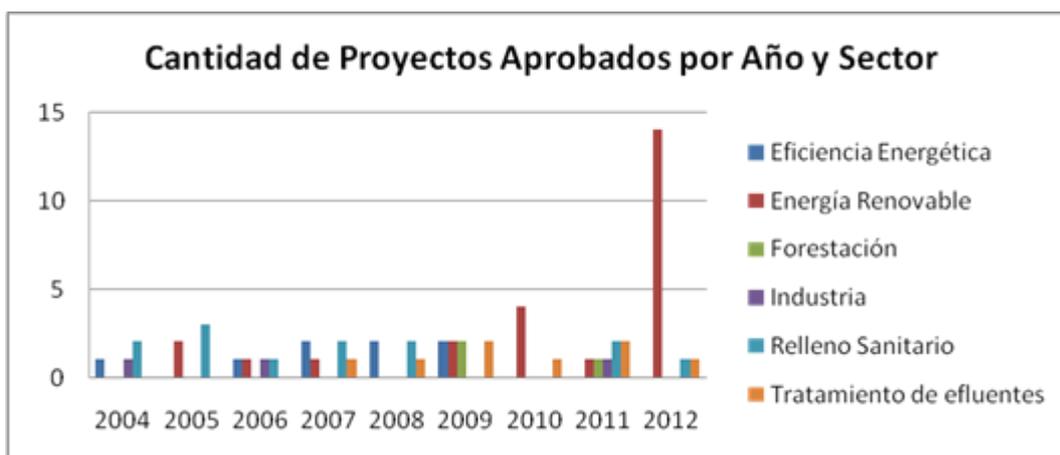
#### **7.1.4 Oficina Argentina del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)**

La República Argentina ha creado una estructura para implementar uno de los mecanismos de flexibilización del Protocolo de Kioto: el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). La Oficina Argentina de Implementación Conjunta (hoy denominada Oficina Argentina para el Mecanismo de Desarrollo Limpio –OAMDL–) fue creada mediante el Decreto 822/98 con el objeto de llevar a cabo en forma más eficiente las acciones y procedimientos vinculadas a la CMNUCC y el Protocolo de Kioto, para la formulación, presentación y aprobación de proyectos que permitan reducción de emisiones de GEI en los diversos sectores y contribuyan al desarrollo sustentable. Un año más tarde se aprobó la Resolución 849/99 con el reglamento de funcionamiento de la OAMDL.

En el mencionado Decreto, se establece un Comité Ejecutivo que está presidido por el Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable, y se encuentra integrado por otros seis representantes de otros organismos del Estado. El Comité tiene como objetivo el análisis técnico y la evaluación del proyecto respecto a su contribución al desarrollo sustentable. Este Comité fue fortalecido técnicamente a lo largo de los años, focalizándose en cuestiones metodológicas de reducción de emisiones de GEI. Uno de los resultados de este fortalecimiento de capacidades, es que desde el 2007 la Secretaría de Energía comenzara a calcular el Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> de la Red Argentina de Energía Eléctrica, insumo indispensable para proyectos MDL y otras actividades del sector energético.

En la actualidad Argentina cuenta con 60 proyectos MDL aprobados por la OAMDL Figura 7.1, de los cuales 44 han sido registrados ante la CMNUCC y 17 han emitido CERs por un total de 15.555 Kt CERs<sup>58</sup>.

<sup>58</sup><http://www.cdmpipeline.org/>- recuperado agosto 2015.



**Figura 7.1:** *Numero de proyectos aprobados por el MDL*

### 7.1.5 Fondo Argentino de Carbono

El Fondo Argentino de Carbono (FAC), creado a través de la Resolución 239/2004 y el Decreto 1070/05, fue una iniciativa del gobierno nacional para promover las acciones de mitigación, mejorar la participación en los mercados de carbono, acceder a financiamiento y, más en particular, impulsar el aumento de la cartera de proyectos con potencial de reducción de emisiones de GEI y potenciar la utilización del MDL. El FAC contempla una instancia, denominada Mecanismo de Consulta Previa, a través del cual se brinda asesoramiento técnico a diversos actores interesados, para evaluar criterios mínimos de aplicabilidad de sus ideas de proyecto al MDL.

EL FAC ha registrado aproximadamente 360 ideas de proyectos, que accedieron al Mecanismo de Consulta Previa del FAC, de los cuales la mayoría correspondió al sector energético (42%), seguido de residuos (18%) y forestal (14%). Además, el FAC ha sido una instancia de difusión del MDL y de producción de estudios referidos a potencial de mitigación en sectores relevantes.

### 7.1.6 Unidad para el Cambio Rural (UCAR)

La Unidad para el Cambio Rural gestiona la cartera de Programas y Proyectos con financiamiento internacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, con la finalidad de promover el desarrollo con equidad en las áreas rurales. En este contexto, impulsa acciones que promueven la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático de las áreas rurales y la implementación de buenas prácticas agropecuarias que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La UCAR está acreditada como Entidad Nacional de Implementación ante el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas, que fue creado por la CMNUCC para financiar proyectos concretos de adaptación en países en desarrollo, especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. A la fecha, la UCAR administra el proyecto “Adaptación y Resiliencia de la Agricultura Familiar del Noreste de Argentina ante el Impacto del Cambio Climático y su Variabilidad” que es ejecutado por el INTA, la Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA) y la Dirección de Cambio Climático de la SAyDS.



Finalmente, la UCAR fue nominada por el Ministerio de Economía para su acreditación ante el Fondo Verde para el Clima.

## 7.2 Comunicaciones Nacionales

### 7.2.1 Primera Comunicación Nacional

En cumplimiento de sus obligaciones con la CMNUCC, la Argentina presentó la primera Comunicación Nacional (PCN) el 25 de julio de 1997. Está publicada en español en forma impresa con una versión inglesa del resumen ejecutivo. La PCN informó sobre los inventarios de GEI de los años 1990 y 1994, para lo que se utilizó la guía *IPCC/OCDE para la elaboración de Inventarios de Emisiones de GEI* de 1995. También informó sobre las circunstancias nacionales y sobre aspectos de la vulnerabilidad al cambio climático.

Las actividades habilitantes preparatorias de la PCN fueron ejecutadas por el Proyecto del PNUD ARG/95/G/31 con financiación del FMAM. Se ejecutó en forma descentralizada en cinco sub proyectos, inventario de los GEI, opciones de mitigación en el sector energético y tres sub proyectos sobre aspectos de la vulnerabilidad al cambio climático en el sector agrícola, en los oasis del Piedemonte de los Andes cuyanos y en la costa por el aumento del nivel del mar. Los resultados de los sub proyectos, fueron publicados en cinco volúmenes en idioma español, incluyendo la versión en inglés del resumen ejecutivo de cada uno. Una versión en CD de todo este material fue también publicada con el apoyo de la Universidad de Buenos Aires.

### 7.2.2 Revisión de la Primera Comunicación Nacional

En octubre de 1999 la Argentina entregó a la CMNUCC una Revisión de la Primera Comunicación Nacional. La misma está publicada en español y en inglés. Esta revisión incluyó un nuevo inventario de GEI, correspondiente a 1997, el que fue publicado por separado con el título de *"Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina"*. El inventario de GEI de 1997 se hizo siguiendo la metodología de las *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada 1996* (IPCC; 1997). Además se hizo la revisión de los inventarios de 1990 y 1994, con esta misma metodología.

### 7.2.3 Segunda Comunicación Nacional

La Segunda Comunicación Nacional (SCN) se presentó en el año 2007. La realización de sus estudios de base requirió de la formulación y ejecución de un Proyecto de actividades habilitantes que se desarrolló mediante una donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). La agencia de implementación fue el Banco Mundial.

El Proyecto sobre actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional se instrumentó mediante acuerdos institucionales que incluyeron un Comité de Conducción integrado por varias instituciones nacionales y expertos y una unidad de implementación. La realización de los estudios contó con la participación de instituciones académicas, centros de investigación y equipos de consultoría de diversas



regiones del país. La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable que presidió el Comité de Conducción.

La SCN incluyó el inventario nacional de GEI del año 2000 y la revisión de los anteriores, 1990, 1994 y 1997, la evaluación de vulnerabilidades y de las necesidades de adaptación, la identificación de medidas de mitigación y la concientización pública.

### **7.3 Educación, difusión y sensibilización de la opinión pública**

Entre las responsabilidades asumidas ante la CMNUCC, y conforme lo establece el artículo 6 de esa Convención, todas las Partes deben promover y apoyar la educación, la capacitación y la sensibilización del público respecto del cambio climático y estimular la participación más amplia posible en el proceso. Concordante con ese compromiso, el Decreto N° 295/2003 establece como objetivo de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, el de promover la toma de conciencia y la difusión en la sociedad de los problemas ambientales del país, incluidos aquellos relativos al cambio climático global y sus impactos. Para cumplir con esos objetivos, la SAyDS ha desarrollado diferentes acciones en relación a la educación, difusión y sensibilización de la opinión pública.

La educación, difusión y capacitación son claves para comprometer a todos los actores y grupos sociales en el desarrollo e implementación de políticas relacionadas con el cambio climático. Por ello, la Dirección de Cambio Climático cuenta con herramientas de educación y difusión orientadas para distintos niveles de educación formal y no formal publicadas en <http://www.ambiente.gob.ar/?idseccion=229>. Además, se llevan a cabo disertaciones sobre cambio climático en escuelas de nivel inicial, medio y Universidades. Se realizan capacitaciones no formales de las que participan defensa civil, cuerpo de bomberos junto con personal municipal y/o provincial.

En el marco de un programa de capacitación no formal, se elaboró un contenido audiovisual para la plataforma virtual de la Federación Argentina de Trabajadores de Edificios de Renta y Horizontal. Asimismo, junto con el Programa Centros de Actividades Juveniles dependiente del Ministerio de Educación de la Nación, se ha participado del encuentro anual, donde los 1000 jóvenes participantes realizaron un Documento Nacional de Jóvenes Promotores Ambientales disponible en <http://periodicocaj.com.ar/2015/08/26/documento-nacional-de-jovenes-promotores-ambientales-caj/>.

En el contexto de las actividades de la TCN se realizaron talleres de difusión con presentaciones de resultados preliminares de los estudios de adaptación y mitigación. Las mismas tuvieron lugar en las provincias de Salta, Misiones, Tierra del Fuego, Mendoza, La Rioja, Tucumán y Ciudad de Buenos Aires. Los sitios fueron seleccionados para llegar a las distintas regiones en las que se organiza el Consejo Federal del Medio Ambiente. En esos encuentros participaron representantes de organismos públicos, sector académico, organizaciones de la sociedad civil, sector productivo y medios de comunicación.



En lo concerniente al material para la difusión sobre cambio climático cabe destacar el siguiente:

- *El Cambio Climático en Argentina*. Este documento contó con la participación de diversos expertos a través de la inclusión de artículos específicos. La selección de los expertos invitados para la presentación de artículos, obedeció a un criterio de distribución equitativa de especialidades temáticas, cobertura regional y representatividad de temas.

- *Manual de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático para la Gestión y Planificación Local*. Se elaboró en el contexto de una colaboración acordada entre la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública, la Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Provincial y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Propone una metodología participativa en la que se espera que funcionarios y técnicos de la administración pública puedan interactuar con representantes locales –sociedad civil, centros de investigación, universidades, organizaciones de trabajadores y empresas privadas- con el fin de lograr la mejor evaluación posible del estado de situación, actual y proyectado, así como de las medidas posibles a adoptar.

- *Atlas de Vulnerabilidad, Tendencias y Extremos Climáticos en Argentina*. El Atlas fue realizado junto con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en el marco del proyecto ARG/10/013 financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Presenta mapas de todas las provincias argentinas con información espacial a nivel departamental. Cruza información de vulnerabilidad social con escenarios de cambio climático (temperatura y precipitación); y con tendencia de eventos climáticos extremos (días secos consecutivos, días con helada, noches cálidas y días muy húmedos).

- *Manual Cambió el Clima: herramientas para abordar la adaptación al cambio climático desde la extensión*. Fue elaborado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico, Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR), el INTA, los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria de Chile y Uruguay y la DCC de la SAyDS. El Manual tiene como objetivos principales aportar herramientas conceptuales sobre cambio climático y su impacto en el medio rural y urbano; sensibilizar a extensionistas sobre las problemáticas del cambio climático; aportar criterios y herramientas que permitan trabajar la problemática del cambio climático con las comunidades afectadas y aportar herramientas que permitan al extensionista la construcción conjunta de estrategias que permitan la adaptación al cambio climático.

- *Inundaciones Urbanas y Cambio Climático Recomendaciones para la gestión local*. Esta iniciativa tiene como destinatarios a los decisores políticos locales y está diseñado para informar al lector sobre qué medidas a tomar “antes, durante y después de una inundación urbana”. Se presenta la información dentro de dos grandes grupos que son las medidas estructurales y no estructurales para hacer frente a esta temática. Dentro de cada grupo se expone conceptualmente qué son los sistemas de alerta temprana, los planes de contingencia, la reglamentación del uso del suelo, códigos de edificación, mapas de riesgo, obras de infraestructura, drenaje urbano, etc. El manual pretende ser una herramienta de utilidad disponible para el decisor político local a la hora de comenzar a implementar acciones conducentes a mitigar las consecuencias de las fuertes inundaciones que están azotando algunas zonas de nuestro país.

En el contexto de la difusión del conocimiento sobre varios aspectos del cambio climático, la Argentina fue sede de importantes encuentros internacionales como por



ejemplo: “Calafate Southern Lights Dialogue” (2008), Diálogo sobre Finanzas del Clima para Latinoamérica y el Caribe (2014), Seminario Internacional de Cambio Climático: “Desafíos y oportunidades para las energías renovables”, financiado por la CEPAL en el marco del Programa EUROCLIMA, y el Taller Regional de Elaboración de Propuestas de Financiamiento Climático (Mayo 2015).

Periódicamente se actualiza la información de las actividades y se incorpora material elaborado por la Dirección de Cambio Climático en su portal Web.





## **CAPÍTULO 8. ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA TCN**

La SAyDS en cumplimiento con los compromisos asumidos por la República Argentina ante la CMNUCC, encabezó el proceso para desarrollar las actividades habilitantes para la Tercera Comunicación Nacional. Para la gestión e implementación de esas actividades se conformó el Comité de Conducción, teniendo como base el Comité Gubernamental de Cambio Climático. La principal responsabilidad del Comité de Conducción ha sido la de asegurar el apoyo institucional para la implementación de la TNC, siendo responsable de la coordinación y la orientación estratégica del Proyecto. El mismo contó con la participación de representantes de las principales autoridades federales y provinciales a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) y fue coordinado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Las provincias, además de estar representadas en el Comité de Conducción a través del COFEMA, fueron convocadas para que designaran Puntos Focales Técnicos. De esta manera se obtuvieron designaciones de 22 provincias (sobre un total de 24 jurisdicciones).

Asimismo se conformó un Gabinete Técnico Asesor integrado por instituciones científicas y técnicas, organizaciones de la sociedad civil, sindicales y empresariales. Dichas entidades fueron seleccionadas siguiendo los principios de representatividad y amplia participación. En ese contexto el Gabinete Técnico Asesor ha brindado apoyo a la Unidad Ejecutora de Proyecto en las cuestiones científico técnicas vinculadas a la concreción de los objetivos del Proyecto de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.

Para integrar participativamente a estos actores se elaboró una metodología de consulta constituida por una planilla de comentarios que fue utilizada tanto para la delimitación de los alcances de los estudios, como para la evaluación de los informes de avance y finales. El propósito de esta herramienta fue sistematizar los procesos de revisión y consulta entre los órganos institucionales del proyecto y gestionar de manera eficiente, ordenada y transparente los comentarios recibidos. Como base para elaborar esta metodología se consideró el proceso de consulta que utiliza con el mismo objetivo la Organización Internacional de Normalización (ISO, por su sigla en inglés) para la participación de los actores claves en el desarrollo de sus normas.

### ***Modelo planilla para revisión de informes***



PROYECTO TERCERA COMUNICACION NACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO A LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO					Planilla para Revisión de Informes Página: 1		
Revisión del Informe Final – Estudios de Inventarios y Mitigación sectoriales							
Componente 1: Aprovechamiento del Potencial Nacional para la Mitigación del Cambio Climático				Fecha (dd/mm/aaaa): <input style="width: 50px;" type="text"/>			
Organismo revisor: <input style="width: 50px;" type="text"/>		Institución: <input style="width: 100px;" type="text"/>					
Información del revisor - Apellido y Nombre: <input style="width: 100px;" type="text"/>			Email: <input style="width: 50px;" type="text"/>				
1	2	3	4	5	6	7	8
ID	Sector (Seleccione la opción que corresponda)	Documento (Seleccione la opción que corresponda)	Línea/s (el 55 a 60)	Tipo de comentario (Seleccione la opción que corresponda)	Comentario (Justificación del cambio)	Propuesta/Sugerencia (cuando corresponda)	Observaciones (para ser completado por la Coordinación de la TCN)
1	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
2	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
3	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
4	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
5	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>
6	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>

Con ese marco la diagramación de los alcances y contenidos de los estudios destinados a elaborar la TCN estuvo marcada por el compromiso y la participación de los grupos de interés y de decisores en el desarrollo de políticas y estrategias. La participación conjunta de todos los organismos gubernamentales relevantes desde la concepción del Proyecto facilitó alcanzar una apropiada implementación y adecuada transversalización en los sectores relevantes.

### Talleres sectoriales

Como parte del proceso participativo y transversal que marcó el desarrollo de las actividades habilitantes para concretar la TCN se llevaron adelante talleres sectoriales, tanto para el sector mitigación como para vulnerabilidad social.

**Mitigación.** En ese marco se realizaron cuatro talleres sectoriales con expertos con el objetivo de validar y priorizar las opciones de mitigación identificadas previamente, y sus criterios de evaluación y barreras para realizar un análisis exhaustivo y específico.

**Vulnerabilidad Social.** Para acordar criterios y compartir experiencias se realizó el taller “Riesgo y sus dimensiones. Vulnerabilidad social frente a desastres”. Allí participaron responsables de realizar los estudios de distintos sectores. Se trató de una actividad participativa marcada por el intercambio de técnicas y de saberes.



## CAPÍTULO 9. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE

### 9.1 Participación argentina en la CMNUCC y el IPCC

#### CMNUCC

La República Argentina ha participado activamente de las negociaciones del régimen climático internacional, mediante los aportes realizados por sus negociadores a los acuerdos que condujeron a la firma de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto y contribuyendo en la búsqueda de soluciones y en la construcción de consensos durante las veinte sesiones de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC.

La Argentina ha sido sede de dos conferencias de las Partes (COP) de la CMNUCC en noviembre de 1998 y en diciembre de 2004. En consecuencia ha ejercido la presidencia de la COP y del Bureau de la COP desde noviembre de 1998 a octubre de 1999 y desde diciembre de 2004 a noviembre de 2005.

Más recientemente, como parte de las funciones que desarrolla la Dirección de Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable en conjunto con la Dirección de Asuntos Ambientales del Ministerio de Relaciones Exteriores y Comercio Internacional, la delegación argentina ha llevado adelante una activa participación en el marco de las negociaciones de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto. En este aspecto, funcionarios argentinos ocupan puestos en diversos procesos, entre otros, el Directorio del Fondo Verde del Clima en el que la República Argentina comparte la silla con Chile, México y Brasil<sup>59</sup>, el Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnología; el Comité Ejecutivo en Tecnologías de la Convención; la Junta Ejecutiva del Fondo de Adaptación y el Centro y Red de Tecnología Climática.

En el marco de los subgrupos de negociación, Argentina ha participado en el Grupo de Desarrollo y Transferencia de Tecnología y en el Programa de Trabajo de Nairobi sobre Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación; en el tema de Medidas de Respuesta ha participado en el Grupo de Trabajo sobre Pérdidas y Daños y en el Grupo de Trabajo sobre Medidas de Respuesta. Finalmente, la Argentina es un referente y precursor de discusiones en el marco de la negociación vinculadas a las emisiones provenientes del transporte internacional.

Por último, la República Argentina ha impulsado en las negociaciones en la CMNUCC, el concepto de Transición Justa<sup>60</sup> como lo expresara su Ministro de Relaciones Exteriores, y Culto en la 15ª Conferencia de las Partes de la CMNUCC (COP 15): *"el cambio de paradigma que implicará la conversión hacia un modelo productivo bajo en carbono afectará las condiciones de trabajo. Es por tanto necesario subrayar la necesidad de una transición justa en materia laboral, que salvaguarde los actuales puestos de trabajo a lo largo de proceso de transformación y que desarrolle un sistema económico generador de nuevas fuentes de trabajo decente"*.

<sup>59</sup>En la actualidad, el representante argentino ante el Directorio pertenece al Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.

<sup>60</sup> Este concepto y su gestión en la CMNUCC se desarrolló en la sección 4.13



### **Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC)**

Expertos argentinos participan muy activamente desde sus inicios en las labores desarrolladas por el IPCC. Un experto argentino ha sido copresidente del Grupo de Trabajo II en el Tercero y Cuarto Informe de Evaluación del IPCC y otro en el Quinto Informe. Esto permitió la participación de la delegación argentina en las reuniones del Bureau. Desde 2010 el copresidente argentino del Grupo II integró el Comité Ejecutivo del IPCC. Otro representante argentino fue miembro del Grupo de Trabajo Especial sobre Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero durante el ciclo del Quinto Informe de Evaluación.

Varios expertos argentinos se han desempeñado como autores líderes en diferentes capítulos de los informes de evaluación y en los informes especiales sobre Energías Alternativas y en el de Eventos Extremos y Manejo de Riesgos de Desastres (2012). En el Quinto Informe de Evaluación participaron 12 autores y editores revisores, nominados por la Argentina, y tres de ellos participaron como autores coordinadores.

En el nuevo período de trabajo del IPCC (2015-2021) para el desarrollo del sexto informe de evaluación, una experta argentina es miembro del Bureau de Grupo de Trabajo I y por lo tanto del Bureau del IPCC. Además, otro experto argentino integra la Grupo de Trabajo Especial sobre Inventarios de Gases de Efecto Invernadero.

## **9.2 Observación climática, Investigación e Intercambio de información**

La Argentina comparte sus datos meteorológicos a través del sistema de la Vigilancia Mundial de la OMM, y tiene compromisos acordados en el Programa *Global Climate Observing System* (GCOS) para mantener una red de observaciones de superficie y aerológica para el monitoreo del clima y también comparte sus observaciones sistemáticas hidrológicas.

La Argentina mantiene bases científicas en la Antártida y realiza y participa de campañas oceanográficas. Como parte de la red de la OMM del programa de cooperación internacional tecnología para la medición de la contaminación de fondo, se opera una estación de alta tecnología en un área apartada de toda contaminación local en la provincia de Tierra del Fuego; sus observaciones incluyen mediciones de las concentraciones de fondo de los GEI. En todos los casos mencionados se comparte los datos y resultados con la comunidad científica internacional.

La Ley N° 25.831, promulgada en el año 2004, consagra el derecho a la información pública ambiental como un soporte informativo ambiental para desarrollar planes, programas, acciones y políticas referidas al ambiente por parte de particulares o de cualquier interesado. Consistente con el avance en las comunicaciones informáticas, han proliferado los sitios Web donde se transparenta gran cantidad de información científica e incluso de datos.

En el país hay cuatro radares meteorológicos integrados al sistema de observación e información meteorológica operados por el INTA y el Servicio Meteorológico y



Actualmente, en la Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal e Infraestructura se encuentra en desarrollo un sistema de radarización para agregar otros diez de fabricación nacional. En un reciente estudio de Necesidades Tecnológicas, el MINCYT (2014) evaluó la necesidad de la construcción de radiómetros para el monitoreo en forma continua de varios parámetros en altura, como ser temperatura, vapor de agua y agua líquida.

La investigación sobre el cambio climático se desarrolla en Institutos del CONICET y en universidades nacionales. En el caso del CONICET por ejemplo, el CIMA ha venido trabajando en el análisis de las tendencias climáticas del último siglo y sus impactos en la hidrología y en la atribución de los cambios del clima y de la hidrología, la generación de escenarios climáticos desarrollando modelos de alta resolución y evaluando la capacidad de los modelos climáticos globales en la representación del clima del sur de América del Sur. En los últimos años participó de varios proyectos internacionales como, entre los más relevantes cabe citar el proyecto europeo-sudamericano CLARIS –LPB sobre el cambio climático y sus impactos en la cuenca del Plata financiado por la Comunidad Europea. El CIMA participa como contraparte argentina del Instituto Franco-Argentino sobre Estudios de Clima y sus Impactos que tiene varios proyectos sobre cambio climático. Otro instituto del CONICET, relevante en lo atinente al cambio climático es IANIGLA en Mendoza que ha hecho importantes aportes a la ciencia del cambio climático en áreas como la Nivología, Glaciología, Dendrocronología, Hidrometeorología, Climatología y Paleo climatología. También cabe destacar las investigaciones realizadas en varias universidades nacionales y en el INTA en relación a los impactos sobre la agricultura de los cambios en las precipitaciones de las últimas décadas.

### **9.3 Transferencia de Tecnología**

La mayor parte de las necesidades tecnológicas para implementar medidas de reducción de emisiones están disponibles en el mercado o hay posibilidad de desarrollarla en Argentina como se detalla en la sección 6.3.7 si las condiciones financieras lo permitieran. Hay algunas excepciones como las técnicas de secuestro de CO<sub>2</sub> mediante su captura y almacenamiento de los GEI en cavernas, minas o pozos petroleros han sido muy poco exploradas en la Argentina. Es posible que se requiera en el futuro de proyectos que contemplen la capacitación y la transferencia de esas tecnologías tanto para tener mayor certeza del potencial de almacenamiento de los reservorios como de los métodos y costos involucrados en la implementación de proyectos.

La ampliación del parque de generación de energía eólica no presenta necesidades tecnológicas específicas puesto que son productos del mercado. A mediano plazo, y dado que la Argentina cuenta en la Patagonia con una de las regiones de mayor riqueza eólica del planeta, puede resultar atractivo el desarrollo de tecnología local, mediante acuerdos de transferencia de las tecnologías existentes.

### **9.4 Fortalecimiento de capacidades**



Desde la Segunda Comunicación Nacional se fortaleció la capacidad institucional de la SAyDS al elevar el tratamiento del tema al rango de Dirección. La Dirección de Cambio Climático aumentó su personal que fue capacitado mediante cursos y talleres. En numerosos organismos se ha focalizado el tratamiento del tema. Con la creación del Comité Gubernamental de Cambio Climático en numerosos organismos de la administración del Estado Nacional se han establecido puntos focales para el tratamiento del cambio climático.

El fortalecimiento de capacidades fue significativo a nivel provincial donde en casi todas las provincias cuentan con una dependencia responsable del tema. Asimismo la capacitación del personal ha sido continua a través de seminarios y talleres, en muchos casos impulsados por la Dirección de Cambio Climático.

### **9.5 Limitaciones, lagunas y necesidades técnicas, de financiación y de fortalecimiento de capacidades**

En el caso de la mitigación, en el capítulo 5, sección 6.3.7 se hace una detallada exposición de las limitaciones y barreras de las medidas consideradas como factibles de implementación futura, así como de sus necesidades en materia de asistencia técnica. Parte de esta detallada exposición se ha nutrido del reciente informe argentino: Evaluación de las Necesidades Tecnológicas (sigla en inglés TNA) (MINCYT 2014).

Si bien muchas de las medidas de mitigación al cambio climático son coincidentes con las que el país se propone desarrollar por otros motivos estratégicos, el total de la financiación necesaria para implementar la mayor parte de las grandes posibilidades de mitigación posibles difícilmente pueda ser enteramente nacional, aunque puedan movilizarse recursos de ese origen mediante el apalancamiento que pueda lograrse con el financiamiento público internacional. Este total estimado, cuya desagregación se puede ver en el capítulo 6, sección 6.3.6, sería del orden de 80.000 a 115.000 millones de USD y de este total el costo incremental por mitigación estaría entre 65.000 y 93.000 millones de USD.

En cuanto a la adaptación, debido a la creciente frecuencia de tormentas severas e inundaciones, con el también creciente saldo de pérdidas de vidas y daños económicos, es necesario adecuar la infraestructura hídrica, vial y energética, así como el sistema de alerta temprana, dotándolo de equipamiento, modelos meteorológicos e hidrológicos y complementarlo con una mejora sustancial de los mecanismos de preparación y respuesta, incluyendo masivas campañas de instrucción. En ningún caso habría limitantes técnicos, aunque la implementación de las medidas de respuesta ante los avisos de alertas hidrológicas y climáticas va a requerir de una mayor capacitación del personal específico y de las poblaciones en peligro. En cuanto al financiamiento, es una limitante en el caso de la adecuación de la infraestructura, ya que el Fondo Hídrico para la ejecución de estas obras necesita ser recapitalizado. Su actualización y los recursos del financiamiento externo serían las fuentes de financiación posibles.

Respecto de la conservación de los bosques nativos, a pesar de su enorme relevancia socio-ambiental y la efectividad de los instrumentos de gestión previstos en la Ley N°



26.331, la falta de financiamiento efectivo para que las autoridades de aplicación tanto a nivel nacional como provincial realicen las actividades de fiscalización y control correspondientes y la falta de compensación efectiva a los titulares de tierras donde se conservan bosques nativos pueden llegar a ser barreras de importancia en el control de la deforestación. Existen además limitaciones institucionales y regulatorias en algunos gobiernos provinciales. En ciertas zonas hay barreras de carácter legal debido a los sistemas de tenencia de la tierra y a la falta de mecanismos para la resolución de conflictos. En esta materia la Argentina participa en el Programa UN-REDD como país socios del Programa ONU-REDD en América Latina y el Caribe y ha ya presentado el Documento del Programa Nacional de ONU-REDD de Argentina, con el objeto de impulsar la desaceleración de la tasa de deforestación en la Argentina aplicando las mejores prácticas en línea con el marco legal ya vigente en el país. En relación con las actividades REDD-plus la Argentina es miembro de la Forest Carbon Partnership Facility. Asimismo, el Programa ONU-REDD y sus organismos de la FAO, el PNUD y el PNUMA celebraron el primer evento regional Academia REDD + para América Latina y el Caribe (LAC), que tuvo lugar en Argentina.

Las áreas protegidas y en particular los corredores ecológicos son esenciales para la conservación de la biodiversidad, especialmente en el contexto del cambio climático. A pesar de que se han establecido áreas protegidas sobre una gran superficie de más de 33 millones de hectáreas, una gran parte no tiene una vigilancia efectiva debido a las dificultades financieras de muchos estados provinciales a cargo de su administración. Otra vez, las necesidades no son de tipo técnico sino financiero, pero también de fortalecimiento de capacidades a nivel provincial.

El sector agropecuario en el norte del país presenta amenazas a su sustentabilidad que provienen de diversos factores, pero que en muchos casos se agravarán en un contexto de mayor temperatura e igual o menor precipitación. La adaptación por parte de los productores en este caso tropieza ante la falta de conocimiento de esta problemática por parte de los asesores técnicos. La capacitación de este sector respecto de los peligros del cambio climático es una iniciativa que puede partir desde los organismos técnicos del estado nacional que cuentan con el saber necesario.

La agricultura de riego puede ser perjudicada por el cambio climático, particularmente por las más desfavorables condiciones hídricas en los oasis de los ríos cordilleranos. Esta adaptación requerirá de acciones públicas y privadas con varios aspectos que van desde la mejor tecnología en los sistemas de riego, la ampliación de las áreas bajo regadío, el mayor represamiento o los cambios por cultivos con mayor valor económico. Existen barreras de tipo legal en cuanto al uso del agua que no incentivan el cambio tecnológico en los sistemas de riego y limitaciones financieras para la ampliación de las áreas bajo riego, que tendría requerimientos que superarían los 2.000 millones de USD.

La necesidad de estimar la vulnerabilidad de los ecosistemas y de los sistemas sociales y productivos en escala local hace necesario contar con una red de vigilancia sistemática del clima y de parámetros asociados al mismo con una densidad muy superior a las de las redes de observación actuales. La mayor barrera es el escaso conocimiento público y de los niveles técnicos del Estado sobre esta necesidad. La gran extensión del territorio con escasa población en ciertas zonas y por lo tanto en muchos casos de intereses



directos ha contribuido a la falta de iniciativas para resolver este problema en la medida y amplitud necesaria.

## **9.6 Recursos financieros y técnicos para la preparación de la Tercera Comunicación Nacional**

El Proyecto de la Tercera Comunicación Nacional fue co-financiando por el FMAM por un monto de USD 2.439.209. Los recursos humanos fueron totalmente nacionales. La contrapartida nacional fue muy importante, tanto por los tiempos de dedicación de funcionarios, colaboradores, y autoridades en diversos niveles y el uso de la infraestructura de las instituciones involucradas, como por los datos y estudios previos aportados.

## **9.7 Cooperación Internacional**

### **9.7.1 Programas multilaterales y cooperación bilateral**

En los últimos años, la Argentina ha participado en diferentes esquemas de cooperación internacional vinculados al cambio climático tanto en materia de adaptación como mitigación. Algunas de estas iniciativas corresponden a programas multilaterales, mientras que otras se encuadran dentro de la cooperación bilateral.

A modo de ejemplo, se mencionan diferentes proyectos e iniciativas que se desarrollaron a través de la Dirección de Cambio Climático de la SAyDS:

- GEF AR -G1002 Proyecto Eficiencia Energética y Energía Renovable en la Vivienda Social Argentina, cuenta con una donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM- GEF, por sus siglas en inglés) para su ejecución. Asociada al proyecto, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Agencia de Implementación del proyecto, ha firmado un Convenio de Cooperación Técnica no reembolsable (CT) N° 1120-AR con la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación para el apoyo para los componentes del proyecto GEF G1002, vinculadas a monitoreo y evaluación, fortalecimiento del mercado para la eficiencia energética y la energía renovable, como así también apoyo a la difusión.
- PNUD/ARG/10/013. El Programa “Fortalecimiento de Capacidades para Contribuir con un Desarrollo de Bajo Carbono y Resiliente al Cambio Climático” del PNUD ha apoyado el proceso de elaboración de la Estrategia Nacional en Cambio Climático y estudios vinculados al área de mitigación. Por otra parte, a través de PNUD ARG12/022 se ejecuta el Programa “Desarrollo de Capacidades en Bajas Emisiones – LECB”. En el marco de este proyecto, la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) apoyó al país en la elaboración de las Contribuciones Determinadas Nacionalmente (INDCs) en 2015.
- A través del Fondo de Adaptación del Protocolo de Kioto, Argentina ha obtenido financiamiento para la ejecución de dos proyectos focalizados en la reducción de la vulnerabilidad y el aumento de la capacidad adaptativa en el sector agrícola ganadero.
- La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ha cooperado durante este periodo en la elaboración de material de difusión sobre la temática,



actividades de capacitación y recepción de becarios en el marco de programas de fortalecimiento de capacidades.

- Memorandum de Entendimiento entre la Secretaría de Ambiente y la Corporación Andina de Fomento (CAF). Por el mismo se acordó mejorar una propuesta NAMA en Residuos Sólidos Urbanos priorizando el desarrollo de proyectos piloto vinculados al Tratamiento Biológico Mecánico (MBT) y los planes y programas de reciclado y compostaje; un mecanismo financiero asociado al mismo y el desarrollo de un robusto sistema de Medición, Reporte y Verificación.

### 9.7.2 Financiamiento internacional para el cambio climático 2010-2014

En el contexto de la TCN se hizo un inventario de proyectos para estimar el monto de la financiación externa. Las actividades consideradas son solamente aquellas con componentes de financiamiento público internacional, ya sea de Gobiernos de países desarrollados, como de bancos e instituciones financieras para el desarrollo, o fondos específicos para el cambio climático.

Dado que la información sobre costos incrementales no siempre está disponible, y su definición varía, se separaron los proyectos en dos categorías:

- Proyectos sobre cambio climático, cuyo fin principal sea la mitigación o la adaptación, o actividades muy relevantes para la mitigación o adaptación, como el desarrollo de energías renovables, transporte y movilidad sustentable y protección contra inundaciones, en los cuales el 100% del proyecto se considera financiamiento climático; y,
- Proyectos relacionados con el desarrollo bajo en carbono, que tuvieron otros fines, pero incluyeron actividades relevantes para la mitigación o adaptación en los cuales un porcentaje menor del proyecto se debería consignar como financiamiento climático. Estos últimos proyectos son incluidos a fines ilustrativos, pero no contabilizados en los montos de financiamiento climático, al no existir una metodología consensuada para determinar los porcentajes de la financiación que corresponden al cambio climático.

La división temática en capacidad y asistencia técnica, transferencia de tecnología y recursos financieros se considera poco útil a los fines de caracterizar proyectos, ya que todos contienen transferencia de recursos, y la mayoría tiene aspectos de capacitación y mejora tecnológica. Muchos además procuran la difusión de tecnologías simples de libre acceso, como mejoras en los procesos productivos, y por tanto no cuadran en la definición de transferencia de tecnología.

El inventario de los recursos financieros realizado para la Argentina en el contexto de la TCN pudo identificar 200 proyectos activos entre 2010-2014, por un total de financiamiento climático de 573.5 millones de dólares. Estos proyectos contaron con financiamiento nacional adicional de contrapartida del 59 %. Entre las principales fuentes de financiamiento climático se encuentra al Banco Mundial (USD 240 millones), el Banco Europeo de Inversiones (USD 106 millones), el BID (USD 70 millones), la cooperación bilateral española (USD 53 millones) y el FMAM (USD 50 millones).



Además, otros 84 proyectos estuvieron relacionados con el desarrollo bajo en carbono, como por ejemplo, sobre agricultura sustentable, agricultura familiar, manejo de aguas y de cuencas, y transporte público por un total de 6.756,5 millones de dólares.



## REFERENCIAS

Aceituno P. 1988: On the functioning of the southern oscillation in the South American sector. Part 1: surface climate. *Mon Weather Rev.* **116**.505-524

Adler, P. B. y J. M. Morales, 1999: Influence of environmental factors and sheep grazing on an Andean grassland. *J. Range Manage.* **52**. 471-480.

Agüero Alcaras M., M. Rousseaux, P.S. Searles, 2010: Respuestas fisiológicas y reproductivas al riego deficitario controlado de post-cosecha en olivo en una zona árida de Argentina. *IV Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego*. [http://www.riegoyfertirriego.com.ar/V\\_Jornadas/Ponencias/Agüero.pdf](http://www.riegoyfertirriego.com.ar/V_Jornadas/Ponencias/Agüero.pdf)

Ahumada A. L., G. P Ibáñez Palacios y S. V Páez, 2009: El Permafrost Andino, reducto de la criósfera en el borde oriental de la Puna, NO de Argentina. 1a ed. - Buenos Aires: *Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. Ciencias de la Tierra*. 249-255.

Almeira, G. y M. Rusticucci, 2014: Relations between mortality and temperatures in two big Argentineans cities. *WCRP Conference for Latin America and Caribbean*. March 2014, Uruguay. Disponible en: [http://pampero.cima.fcen.uba.ar/wcrp/posters/HH4\\_Almeira.pdf](http://pampero.cima.fcen.uba.ar/wcrp/posters/HH4_Almeira.pdf).

Álvarez, C., A. Quiroga, D. Santos, M. Bodrero, 2013: Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA. 170 p.

Aniya, M., 1999: Recent glacier variations of the Hielos Patagónicos, South America, and their contribution to sea-level change. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 31, **2**, 165-173.

Aramburu Merlos F., J. Monzon, P. Grassini y A. Andrade, 2014: Brechas de rendimiento de maíz en Argentina y su relación con el fenómeno de El Niño-Oscilación del sur (ENSO). *Congreso de maíz*. <http://www.congresodemaiz.com.ar/trabajos-manejo.php>.

Banco Mundial, FAO, PROSAP, 2014: UTF/ARG/017 Desarrollo Institucional para la Inversión. Estudio del Potencial de Ampliación del Riesgo en Argentina. Documento de Síntesis sobre potencial de ampliación de áreas de riego existente. Documento preliminar para discusión. Mendoza. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rlc/utf017arg/estudio/riegointegral/informefinal/Documento\\_de\\_Sintesis\\_Estudio\\_Potencial\\_de\\_Ampliacion\\_de\\_Riego\\_Existente.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/estudio/riegointegral/informefinal/Documento_de_Sintesis_Estudio_Potencial_de_Ampliacion_de_Riego_Existente.pdf).

Barros, V., 2005: Inundación y Cambio Climático: costa argentina del río de la Plata en Cambio Climático en el Río de la Plata. Barros, V., A. Menéndez y G. Nagy, eds. Buenos Aires, *CIMA*, pág. 41-52.

Barros, V. 2013: Escenarios hidrológicos de caudales medios de los ríos Paraná y Uruguay, *CEPAL*. Santiago de Chile, 55 pág.



Barros, V., C. Garavaglia y M. Doyle 2013: Twenty First century Projections of Extreme Precipitations in the Plata basin. *International Journal of River Basin Management*, **4**, 373-387.

Bert, F. 2007: El valor de la información climática en los cultivos de Maíz y Soja. Analizando el impacto de escenarios de mediano y largo plazo sobre la producción y su resultado económico. *Mundo Agro* 2007.

<http://yyy.rsmas.miami.edu/groups/agriculture/pubs/meetings/presentations/>

Boninsegna, J. y R. Villalba, 2006: Documento sobre la oferta hídrica en los oasis de riego de Mendoza y San Juan en escenarios de Cambio Climático. Los escenarios de Cambio Climático y el impacto en los caudales. *SAyDS y Fundación e Instituto Torcuato di Tella*.

Bronstein, M. y A. Menéndez, 2006: Vulnerabilidad de la Zona Costera, Proyecto Agenda Ambiental Regional - Mejora de la Gobernabilidad para el Desarrollo Sustentable PNUD Arg/03/001 Fundación Torcuato Di Tella.

Cabello, J.V. y Chan, R.L. 2012: The homologous homeodomain-leucine zipper transcription factors HaHB1 and AtHB13 confer tolerance to drought and salinity stresses via the induction of proteins that stabilize membranes. *Plant Biotechnology Journal*, **10** (7), pp. 815-825

Cabello, C. y R. Scribano. 2014: Climate change vulnerability, impact and adaptation analysis in the region of South America's Gran Chaco. *Adaptation futures 2014*. Fortaleza

Carbajo, A.E., M.V. Cardo, y D. Vezzani, 2012: Is temperature the main cause of dengue rise in non-endemic countries? The case of Argentina. *International Journal of Health Geographics*, **11**, 26.

Carbajo A.E., N. Schweigmann, S.I. Curto, A. de Garín y R. Bejarán. 2001. Dengue transmission risk maps of Argentina. *Tropical Medicine and International Health*, **6**, 170-183.

Casas, R., 2001: La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.

*Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, tomo LV, 247 pág.

CEPAL, 2014: La economía del cambio climático en la Argentina. Primera aproximación.

*CEPAL: Documentos de Proyectos e Investigaciones*. LC/W.567, 241 pág.

CIMA, 2015: Cambio climático en Argentina; tendencias y proyecciones, *Actividad habilitante para la Tercera Comunicación Nacional*, 337 pág.

Codignotto, J., 2005: Vulnerabilidad, Riesgo y Áreas Críticas en las Áreas Costeras Marítimas de la Argentina. Proyecto Agenda Ambiental Regional - Mejora de la



Gobernabilidad para el Desarrollo Sustentable PNUD Arg/03/001, *Fundación T. Di Tella- SAYDS*, 2004.

Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Tebaldi, A.J. Weaver y M. Wehner, 2013: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Dantur Juri, M.J., G.L. Claps, M. Santana, M. Zaidenberg y W.R. Almirón, 2010: Abundance patterns of *Anopheles pseudopunctipennis* and *Anopheles argyritarsis* in northwestern Argentina. *Acta Tropica*, **115(3)**, 234-241.

Dantur Juri, M.J., M. Stein y M.A. Mureb Sallum, 2011: Occurrence of *Anopheles* (*Anopheles*) *neomaculipalpus* Curry in north-western Argentina. *Journal of Vector Borne Diseases*, **48(1)**, 64-66.

Delgado, J.A., P. M. Groffman, M. A. Nearing, T. Goddard, D. Reicosky, R. Lal, N. R. Kitchen, C. W. Rice, D. Towery, y P. Salon, 2011: Conservation practices to mitigate and adapt to climate change. *Journal of soil and water conservation*. **66**,118-129.

Drago, E. y R. Quirós. 1996: The hydrochemistry of the inland waters of Argentina: a review. *International Journal of Salt Lake Research*, **4**. 315-325

Donat, M. G., L. V. Alexander, H. Yang, Durre, R. Vose, R. J. H. Dunn, K. M. Willett, E. Aguilar, M. Brunet, J. Caesar, B. Hewitson, C. Jack, A. M. G. Klein Tank, A. C. Kruger, J. Marengo, T. C. Peterson, M. Renom, C. Oria Rojas, M. Rusticucci, J. Salinger, A. S. Elrayah, S. S. Sekele, A. K. Srivastava, B. Trewin, C. Villarroel, L. A. Vincent, P. Zhai, X. Zhang, y S. Kitching. 2013: Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2. *J. of Geophysical Research* **118**, 2098–2118.

Doyle, M. y V. Barros, 2011: Attribution of the river flow growth in the Plata Basin, 2011. *Int. Journal of Climatology*, **31**, 2234-2248.

Doyle, M., R. Saurral y V. Barros, 2012: Trends in the Distributions of Aggregated Monthly Precipitation over the Plata Basin. *Int. Journal of Climatology*. **32**, 2149-2162.

Funes, M. C., J. Sanguinetti, P. Laclau, L. Maresca, L. García, F., Mazzieri, L. Chazarreta, D. Bocos, F. Diana Lavalle, P. Espósito, A., González y A. Gallardo, 2006: Diagnóstico del estado de conservación de la biodiversidad en el Parque Nacional Lanín: su viabilidad de protección en el largo plazo. *Parque Nacional Lanín*, San Martín de los Andes, Neuquén. 282 pp.



FVSA, 2014: Aportes para abordar la adaptación al cambio climático en la Bahía Samborombón. *Boletín técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina*, Agosto 2013, 257 pág.

Galetto, A., D. Lema y L.Gastaldi, 2011: Valoración microeconómica de un seguro climático en la producción lechera. *Manuscrito no publicado preparado para el BID*. Marzo 2011.

Gallacher M., 2011: Agricultural insurance in Argentina and Paraguay. *Reported prepared for the Inter-American Development Bank*.

Gastaldi L., A. Galetto y D. Lema, 2009: El seguro como herramienta para la administración de riesgo climático en empresas tamberas del norte de Santa Fe, Argentina. *Revista Argentina de Economía Agraria*, **11**, 5 - 28.

Gastaldi L., D. Osgood, G. Podestá y D. Lema, 2011: Seguro climático índice para la producción de soja en Argentina. III Congreso Regional de Economía Agraria, XVI *Congresode Economistas Agrarios de Chile*, Santiago de Chile, 2011.

Grimm, A., Barros, V. y M. Doyle, 2000: Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña Events. *J Climate*, **13**. 35-58

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

IPCC, 1996: Technologies, policies and measures for mitigating climate change . IPCC Technical Paper I. *Intergovernmental Panel on Climate Change*

IPCC, 2014b: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. *IPCC*, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Kokot R., J. Codignotto y M. Elissondo. 2004: Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar en la costa de la provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. **59**, 477-487.

Kubisch, E., C. Piantoni, J. Williams, A. Scolaro, C. Navas, N. Ibargüengoytía, 2012: Do Higher Temperatures Increase Growth in the Nocturnal Gecko *Homonota darwini* (Gekkota: Phyllodactylidae)? A Skeleto chronological Assessment tAnalyzed at Temporal and Geographic Scales. *Journal of Herpetology*, **46**(4), 587-595.



Kullock, D., 2007: Sistema Urbano en Programa Nacional de Adaptación y Planes Regionales de Adaptación. *Actividad habilitante para la Segunda Comunicación Nacional. Fundación e Instituto Di Tella*

Lavado R., 2014: Interacción entre cambio de uso del suelo, el clima y los procesos de salinización. En Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina. Editores: C. Pascale Medina ; M. M Zubillaga y M.A. Taboada.

Lipinski M.V., S. Gaviola y J.A. Portela, 2010: Efecto del déficit de riego controlado en diferentes estadios del cultivo sobre el rendimiento de ajos colorados y castaños. *IV Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego*.  
[http://www.riegoyfertirriego.com.ar/V\\_Jornadas/Ponencias/Lipinski-2.pdf](http://www.riegoyfertirriego.com.ar/V_Jornadas/Ponencias/Lipinski-2.pdf)

Llop, A., 2006: Límites al crecimiento de las Cuencas Cuyanas ante los efectos del Cambio Climático. *INA, CELA para la SAyDS y Fundación e Instituto Torcuato di Tella*.

Magrin G, M. Grondona, M. Travasso, D. Boullón, C. Rodríguez y C. Messina, 1998: Impacto del Fenómeno “ENSO” sobre la Producción de Cultivos en la Región Pampeana Argentina. *INTA-Instituto de Clima y Agua, Boletín de divulgación*. 16 pág.

Magrin, G.O., M.I. Travasso y G.R. Rodríguez. 2005. Changes in climate and crops production during the 20th century in Argentina. *Climatic Change* 72:229-249.

Maydana, A., H. Escofet, P. Bronstein y A. Menéndez, 2003: El cambio climático y sus consecuencias territoriales, tomo 1, 195 pág. *FODECO*. Buenos Aires.

Menéndez, A y M. Re 2005: Hidrología del Río de la Plata en Cambio Climático en el Río de la Plata. Barros, V., A. Menéndez y G. Nagy, eds. Buenos Aires, *CIMA*, pág. 69-84.

MINCYT (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva), 2014: Evaluación de necesidades tecnológicas ante el cambio climático. Tecnologías de aplicación. [http://unfccc.int/ttclear/templates/render cms\\_page?TNR\\_cre](http://unfccc.int/ttclear/templates/render cms_page?TNR_cre)

Ministerio de Salud, 2010: El Derecho a la Salud 200 Años de Políticas Sanitarias en Argentina: <http://www.msal.gov.ar/images/stories/ministerio/libro-el-derecho-a-la-salud/libro-el-derecho-a-la-salud.200-a%C3%B1os-de-politicas-sanitarias-en-argentina.pdf>.

Jayawickreme D., C. Santon, J. Kim, E. Jobbágy y R. Jackson 2011: Changes in hydrology and salinity accompanying a century of agricultural conversion in Argentina. *Ecological Applications*, **21**. 2367-2379.

Michelena R., M. J. Eiza y P. Carfagno, 2014: Erosión Hídrica. Relación con el cambio climático. En: Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina. Editores: C. Pascale Medina ; M. M Zubillaga y M.A. Taboada.



MINPLAN 2004. Argentina 2016: Política y Estrategia Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. <http://scripts.minplan.gob.ar/octopus/archivos.php?file=351>

Morello J., Matteucci S., Rodriguez A. y Silva M. 2012. Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos. *GEPAMA. FADU*. Buenos Aires.

Moschini R.C., Martínez M.I., Sepulcri M.G. 2013 a. Modeling and forecasting systems for Fusarium head blight and deoxynivalenol content in wheat in Argentina. Chapter 13. Pag 205-227. In Fusarium head blight in wheat in Latin-America. Eds T. Alconada Magliano y S. Chulze. Editorial *Springer*. 304 pag.

Moschini R.C., Martínez M.I., Sepulcri M.G. 2013 b. Sistemas de pronóstico de enfermedades. Capítulo XXI Pag. 409-441. *Agrometeorología*. Editores: G. Murphy y R. Hurtado. Editorial *Facultad de Agronomía UBA*. 512 pag.

Naruse, R. y M. Aniya, 1992: Outline of Glacier Research Project I Patagonia, 1990. *Bull. Glac. Research*, **10**, 31-38.

Natenzon, C. y J, Saettone Passe, 2015 Vulnerabilidad Social, Amenaza y Riesgo frente al Cambio Climático. *Actividad habilitante para la Tercera Comunicación Nacional*, 80 pág.

Nosetto M.D, E.G. Jobbágy, A.B. Brizuela y R.B. Jackson, 2012: The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 54: 2-11

Ohaco, M., 2012: Precariedad y no registro en los trabajadores asalariados rurales de la Argentina. Serie Estudios / 11. Trabajo, Ocupación y Empleo. Investigaciones sobre Protección Social y Relaciones Laborales. Diciembre 2012. *Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social - MTEySS*. pág. 73-94.

Pascale Medina, C., S. Papagno y C. Lara Michel. 2014: Ordenamiento Territorial, una alternativa frente al cambio climático. En: Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina. Editores: C. Pascale Medina ; M. M Zubillaga y M.A. Taboada.

Podestá, G., F. Bert, B. Rajagopalan, S. Apipattanavis, C. Laciana, E. Weber, W. Easterling, R. Katz, D. Letson y A. Menendez, 2009: Decadal climate variability in the Argentine Pampas: regional impacts of plausible climate scenarios on agricultural systems. *Climate Research*, **40**, 199-210.

Podestá G.P, Messina C.D., Grondona M.O. y Magrin G.O. 1999. Associations Between Grain Crop Yields in Central-Eastern Argentina and El Niño-Southern Oscillation. *Journal of Applied Meteorology* . 38, 1488-1498.

Podestá L., R. Vallone, E. Sánchez y J. A. Morábito, 2010: Efecto del riego deficitario controlado sobre el crecimiento vegetativo en plantaciones jóvenes de cerezo (*Prunus avium* L.). *Rev. FCA UN Cuyo*. 42, 73-91



Prieto, D. y C. Angueira, 1999: Water stress effects on different growing stages for cotton and its influence. En C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera y D. Nielsen Eds, *Crop Yield Response to Deficit Irrigation*. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Boston, London, pp. 161–179.

PROSAP, FAO. 2014. VII Taller: Estudio de Potencial de Ampliación de Irrigación en Argentina

Quiroga, A. y C. Gaggioli, 2011: Gestión del agua y viabilidad de los sistemas productivos. En: Condiciones para el Desarrollo de Producciones Agrícola–Ganaderas en el SO Bonaerense. *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de la República Argentina*, Tomo LXIV, pp. 233-249.

Rignot, E., A. Rivera, y G. Casassa 2003: Contribution of the Patagonia Ice fields of South America to sea level rise. *Science* **302** (5644), 434-437.

Rusticucci M., J. Kysely, G. Almeida y O. Lhotka, 2014: Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires. *WCRP Conference for Latin America and the Caribbean*, Montevideo. Available at: [http://www.cima.fcen.uba.ar/WCRP/docs/pdf/Abstract\\_M-Rusticucci.pdf](http://www.cima.fcen.uba.ar/WCRP/docs/pdf/Abstract_M-Rusticucci.pdf).

Ropelewski, C. y M. Halpert, 1987; Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern oscillation. *Mon Weather Rev* **115**:1606-1626

Salomón, O., M. Quintana, A. Mastrángelo y M. Fernández, 2012: Leishmaniasis and Climate Change. Case Study: Argentina. *Journal of Tropical Medicine*, **2012**. 1-11 pág.[.doi:10.1155/2012/601242](https://doi.org/10.1155/2012/601242).

Saurral, R. I., V.Barros, V., y D. P. Lettenmaier, 2008: Land use impact on the Uruguay River discharge. *Geophys. Res. Lett.*, **35**, L12401, doi:10.1029/2008GL033707.

Dirección de Gestión de Riesgos de la Ciudad de Santa Fe 2014: Aprender de los Desastres *Secretaría de Comunicación y Dirección de Gestión de Riesgos de la Ciudad de Santa Fe*, Santa Fe, 91 pág.

Skvarca, P. 2006: Capítulo 4 de Vulnerabilidad de la Patagonia y sur de las provincias de Buenos Aires y La Pampa, estudio de base para la 2ª Comunicación Nacional a la Convención del Clima. *Fundación e Instituto T. Di Tella*, 344 pág.

Solman S., E. Sanchez, P. Samuelsson , R. da Rocha, L. Li , J.Marengo, N. Pessacg , A.R.C. Remedio , S. C. Chou, H. Berbery , H. Le Treut, M. de Castro y D. Jacob, 2013; Evaluation of an ensemble of regional climate model simulations over South America driven by the ERA-Interim reanalysis: Model performance and uncertainties. *Clim Dyn*, **41**, 1139-1157.

Viglizzo, E. y F. Frank, 2006: Ecological interactions, feedbacks, thresholds and collapses in the Argentine Pampas in response to climate and farming during the last century. *Quaternary International*, **158**, 122-126.



Viglizzo, E., F. Frank, L. Carreño, E. Jobbágy, H. Pereyra, J. Clatt, D. Pincén, y M. Ricard, 2010: Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology*, **17**, 959-973.

Viglizzo, E.F., E.G. Jobbágy, L. Carreno, F.C. Frank, R. Aragon, L. De Oro y V. Salvador, 2009: The dynamics of cultivation and floods in arable lands of Central Argentina. *Hydrology and Earth System Sciences*, **13**, 491-502.

Vilella, F. y S. Renis, 2013: La demanda actual y proyectada de alimentos: el rol del sector agropecuario y sus desafíos. En M. Díaz-Zorita, O. S. Correa, M.V. Fernández Canigia y R. S. Lavado. *Tercera Jornada del Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales: Aportes de la microbiología a la producción de cultivos*. EFA, Buenos Aires. Pag. 1-10.

Zak, M.R., M. Cabido, D. Caceres y S. Diaz, 2008: What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. *Environmental Management*, **42**, 181-189.



## ANEXO I. ACRÓNIMOS

<b>AF</b>	Fondo de Adaptación (por sus siglas en inglés)
<b>ARD</b>	Aguas Residuales Domésticas y Comerciales
<b>ARI</b>	Aguas Residuales Industriales
<b>BCA</b>	Basural a Cielo Abierto
<b>BEN</b>	Balance Energético Nacional
<b>BID</b>	Banco de Desarrollo de América Latina
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>C<sub>2</sub>F<sub>6</sub></b>	Hexafluoretano
<b>CAF</b>	Banco de Desarrollo de América Latina
<b>CC</b>	Comité de Conducción
<b>CEADS</b>	Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible
<b>CENPAT</b>	Centro Nacional Patagónico
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CERA</b>	Cámara de Exportadores de la República Argentina
<b>CGCC</b>	Comité Gubernamental de Cambio Climático
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CIMA</b>	Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>CNEA</b>	Comisión Nacional de Energía Atómica
<b>CO</b>	Monóxido de carbono
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>CO<sub>2</sub>eq</b>	Dióxido de Carbono equivalente
<b>COFEMA</b>	Consejo Federal de Medio ambiente
<b>COHIFE</b>	Consejo Hídrico Federal
<b>CONICET</b>	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
<b>COVNM</b>	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
<b>CP</b>	Conferencia de las Partes (por sus siglas en inglés)
<b>CUSS</b>	Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura
<b>DA</b>	Cuenta designada ( <i>Designated Account por sus siglas</i> )
<b>DCAO</b>	Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos
<b>DCC</b>	Dirección de Cambio Climático
<b>DGTA</b>	Dirección General Técnico-Administrativa
<b>ENARGAS</b>	Ente Nacional Regulador del Gas
<b>ENCC</b>	Estrategia Nacional sobre Cambio Climático



<b>FBN/ FNB</b>	Fijadoras biológicas de nitrógeno
<b>FE</b>	Factor de emisión
<b>FEA</b>	Fertilizantes estiércol animal
<b>FM</b>	Gestión financiera ( <i>Financial Management por sus siglas en inglés</i> )
<b>FMAM</b>	Fondo para el Medio ambiente mundial
<b>FRC</b>	Cantidad de nitrógeno en residuos de cosechas que se reintegran anualmente a los suelos
<b>FSN</b>	Fertilizantes Sintéticos
<b>GEF</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>Gg</b>	Giga gramos
<b>GTA</b>	Gabinete Técnico Asesor
<b>IANIGLA</b>	Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales
<b>BUR</b>	Informes bienales de actualización (por sus siglas en inglés)
<b>INIDEP</b>	Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero
<b>INTA</b>	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
<b>INTI</b>	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
<b>INVGEI</b>	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
<b>IRAM</b>	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
<b>IVSD</b>	Índice de vulnerabilidad social frente a desastres
<b>JGM</b>	Jefatura de Gabinete de Ministros
<b>JICA</b>	Agencia de Cooperación Internacional Japonesa
<b>MAGyP</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
<b>MAIZAR</b>	Asociación Maíz Argentina
<b>MDL</b>	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
<b>MinCyT</b>	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Óxido Nitroso
<b>NAMA</b>	Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación
<b>NO</b>	No Objeción
<b>NO<sub>x</sub></b>	Óxidos de Nitrógeno
<b>ONG</b>	Organización no gubernamental
<b>OTF</b>	Otras Tierras Forestales
<b>PAD</b>	Documento de evaluación de proyecto (por sus siglas en inglés)
<b>PCG</b>	Potencial de Calentamiento Global



<b>PDO</b>	Objetivo de desarrollo de proyecto
<b>PFC</b>	Perfluorocarbono
<b>PIB</b>	Producto interno bruto
<b>PINBN</b>	Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos
<b>PNUD</b>	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PyM</b>	Políticas y Medidas
<b>PYMEs</b>	Pequeñas y Medianas Empresas
<b>REDD</b>	Reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques
<b>RSU</b>	Residuos sólidos urbanos
<b>SAyDS</b>	Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
<b>SBCC</b>	Selección Basada en Calidad y Costo
<b>SC</b>	Sociedad Civil
<b>SCN</b>	Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático
<b>SDF</b>	Sitios de disposición final de residuos
<b>SEN</b>	Secretaría de Energía de la Nación
<b>SENASA</b>	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
<b>SEPA</b>	Sistema de Ejecución de Planes de Adquisiciones
<b>SEPYME</b>	Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa
<b>SIIA</b>	Sistema Integrado de Información Agropecuaria
<b>TCN</b>	Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la CMNUCC
<b>TdR</b>	Términos de Referencia
<b>TF</b>	Tierras Forestales
<b>UBA</b>	Universidad de Buenos Aires
<b>UCA</b>	Universidad Católica de Argentina
<b>UCASAL</b>	Universidad Católica de Salta
<b>UCES</b>	Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales
<b>UEP</b>	Unidad Ejecutora del Proyecto
<b>UEPEX</b>	Sistema financiero y de administración usado por las unidades del Gobierno Argentino responsables de la administración de préstamos externos
<b>UIA</b>	Unión Industrial Argentina
<b>UMSEF</b>	Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal
<b>UNSAM</b>	Universidad Nacional de San Martín
<b>UTN</b>	Universidad Tecnológica Nacional



## ANEXO II. FACTORES DE EMISIÓN

### 1. Energía

**Tabla A2.1:** Factores de emisión de gases de efecto invernadero y gases precursores utilizados en la estimación de emisiones del Energía (Actividades de quema de combustible) del INVGEI 2012.

Categoría IPCC	CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> /TJ)	CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	NO <sub>x</sub> (kg NO <sub>x</sub> /TJ)	CO (kgCO/TJ)	COVNM (kgCOVNM/TJ)	SO <sub>2</sub> (kg SO <sub>2</sub> /TJ)
<b>1. Energía</b>							
<b>1.A Actividades de quema del combustible</b>							
<b>1.A.1 Industrias de la energía</b>							
<b>1.A.1a Generación pública de electricidad y calor</b>							
1.A.1ai Generación pública de electricidad							
<i>Carbón mineral</i>	94,6	1,0	1,5	300,0	20,0	5,0	957,4
Turbina a vapor	94,6	0,7	0,5	250,0	9,0	15,0	957,4
<i>Diesel oil y Gas oil</i>	74,1	3,0	0,6	200,0	15,0	5,0	36,3
Ciclo combinado	74,1	3,0	0,6	300,0	21,0	5,0	36,3
Motores de combustión interna	74,1	4,0	0,6	1300,0	350,0	100,0	36,3
Turbina de Gas	74,1	3,0	0,6	300,0	21,0	5,0	36,3
<i>Fuel oil</i>	77,4	3,0	0,6	200,0	15,0	5,0	198,0
Turbina a vapor	77,4	0,9	0,3	200,0	15,0	10,0	198,0
<i>Gas natural</i>	56,1	1,0	0,1	150,0	20,0	5,0	0,0
Ciclo combinado	56,1	6,0	2,4	190,0	46,0	5,0	0,0
Motores de combustión interna	56,1	240,0	2,4	1300,0	340,0	200,0	0,0
Turbina de Gas	56,1	6,0	2,4	190,0	46,0	5,0	0,0
Turbina a vapor	56,1	0,1	2,4	250,0	18,0	5,0	0,0
<i>Biodiesel</i>	74,1	3,0	0,6	200,0	15,0	5,0	0,0
Ciclo combinado	74,1	3,0	0,6	300,0	21,0	5,0	0,0
Motores de combustión interna	74,1	4,0	0,6	1300,0	350,0	100,0	0,0
1.A.1aii Generación pública combinada de calor y electricidad							
1.A.1aiii Centrales públicas de calor							
<b>1.A.1b Refinación del petróleo</b>							
Gas natural	56,1	1,0	0,1	150	20	5	0,0
Gas de refinería	57,6	1,0	0,1	150	20	5	0,0
Motonafta	69,3	3,0	0,6	200	15	5	4,5
Kerosene y Aerokerosene	71,5	3,0	0,6	200	15	5	45,4
Diesel oil y Gas oil	74,1	3,0	0,6	200	15	5	36,3
Fuel oil	77,4	3,0	0,6	200	15	5	198,0



<b>1.A.1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas</b>							
1.A.1ci Fabricación de combustibles sólidos							
1.A.1cii Otras industrias energéticas							
Mina de carbón							
Carbón mineral	94,6	1,0	1,5	300	20	5	957,4
Diesel oil y Gas oil	74,1	3,0	0,6	200	15	5	36,3
Yacimiento							
Gas natural	56,1	1,0	0,1	150	20	5	0,0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3,0	0,6	200	15	5	36,3
Petróleo	73,3	3,0	0,6	200	15	5	614,7
<b>1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción</b>							
<b>1.A.2a Hierro y acero</b>							
Gas natural	56,1	1,0	0,1	150,0	30,0	5,0	0,0
Gas de alto horno	260,0	1,0	0,1	150,0	30,0	5,0	0,0
Gas de coquería	44,4	1,0	0,1	150,0	30,0	5,0	0,0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3,0	0,6	200,0	10,0	5,0	36,3
Fuel oil	77,4	3,0	0,6	200,0	10,0	5,0	198,0
Carbón residual	97,5	1,0	1,5	300,0	150,0	20,0	0,0
Coque de carbón	97,5	1,0	1,5	300,0	150,0	20,0	0,0
<b>1.A.2b Metales no ferrosos</b>							
Gas natural	56,1	1	0,1	150,0	30,0	5,0	0,0
<b>1.A.2c Productos químicos</b>							
Gas natural	56,10	1,00	0,10	150,0	30,0	5,0	0,0
Gas de refinería	57,60	1,00	0,10	150,0	30,0	5,0	0,0
Diesel oil y Gas oil	74,10	3,00	0,60	200,0	10,0	5,0	36,3
Gas licuado	63,10	1,00	0,10	150,0	30,0	5,0	4,2
Fuel oil	77,40	3,00	0,60	200,0	10,0	5,0	198,0
Otros primarios	100,00	30,00	4,00	100,0	4000,0	50,0	0,0
<b>1.A.2d Pulpa, papel e imprenta</b>							
Gas natural	56,1	1	0,1	150,0	30,0	5,0	0,0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200,0	10,0	5,0	36,3
Fuel oil	77,4	3	0,6	200,0	10,0	5,0	198,0
Bagazo	100	30	4	100,0	4000,0	50,0	0,0
Leña	112	30	4	100,0	2000,0	50,0	256,4
Otros primarios	100	30	4	100,0	4000,0	50,0	0,0
<b>1.A.2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco</b>							
Gas natural	56,1	1	0,1	150,0	30,0	5,0	0,0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200,0	10,0	5,0	36,3
Fuel oil	77,4	3	0,6	200,0	10,0	5,0	198,0



Bagazo	100	30	4	100,0	4000,0	50,0	0,0
Leña	112	30	4	100,0	2000,0	50,0	256,4
Otros primarios	100	30	4	100,0	4000,0	50,0	0,0
<b>1.A.2f Otras</b>							
<i>Minerales no metálicos</i>							
Gas natural	56,1	1	0,1	150	30	5	0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200	10	5	36,28
Carbón residual	97,5	1	1,5	300	150	20	0
Leña	112	30	4	100	2000	50	256,41
<i>Equipos de transporte</i>							
Gas natural	56,1	1	0,1	150	30	5	0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200	10	5	36,28
<i>Madera y productos de madera</i>							
Gas natural	56,1	1	0,1	150	30	5	0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200	10	5	36,28
Leña	112	30	4	100	2000	50	256,41
Otros primarios	100	30	4	100	4000	50	0
<i>Textiles y cueros</i>							
Gas natural	56,1	1	0,1	150	30	5	0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200	10	5	36,28
<i>Industria no especificada</i>							
Gas natural	56,1	1	0,1	150	30	5	0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200	10	5	36,28
Fuel oil	77,4	3	0,6	200	10	5	198,02
<i>Otros consumos para calor en industrias de IA1c y IA2</i>							
Gas licuado	63,1	1	0,1	150	30	5	4,23
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200	10	5	36,28
Fuel oil	77,4	3	0,6	200	10	5	198,02
Motonafta	69,3	3	0,6	200	10	5	4,51
<b>1.A.3 Transporte</b>							
<b>1.A.3a Aviación civil</b>							
1.A.3ai Aviación internacional							
Kerosene y Aerokerosene	71,5	0,5	2,0	250,0	100,0	50,0	45,4
1.A.3aii Cabotaje							
Kerosene y Aerokerosene	71,5	0,5	2,0	250,0	100,0	50,0	45,4
<b>1.A.3b Transporte Carretero</b>							
<i>Carretero privado</i>							
GNC	56,1	92	3	600	400	5	0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3,9	3,9	800	1000	200	36,28
Motonafta	69,3	25	8	600	8000	1500	4,51
Biodiesel	74,1	3,9	3,9	400	400	100	0



Bioetanol	70,8	25	8	700	8300	1400	0
<b>Público de pasajeros</b>							
Diesel oil y Gas oil	74,1	3,9	3,9	800	1000	200	36,28
<b>1.A.3c Ferrocarriles</b>							
Diesel oil y Gas oil	74,1	4,15	28,6	1200	1000	200	36,28
<b>1.A.3d Navegación</b>							
1.A.3di Marina internacional							
Diesel oil y Gas oil	74,1	7	2	1500	1000	200	36,28
Fuel oil	77,4	7	2	1500	1000	200	198,02
1.A.3dii Navegación nacional							
Diesel oil y Gas oil	74,1	7	2	1500	1000	200	36,28
Fuel oil	77,4	7	2	1500	1000	200	198,02
<b>1.A.3e Otro tipo de transporte</b>							
1.A.3ei Transporte por tuberías							
Gas natural	56,1	1	0,1	150	20	5	0
Gas de refinería	57,6	1	0,1	150	20	5	0
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	200	15	5	36,28
1.A.3eii Todo terreno							
<b>1.A.4 Otros sectores</b>							
<b>1.A.4a Comercial/institucional</b>							
Leña	112	30	4	100	5000	600	256,41
Gas natural	56,1	1	0,1	150	50	5	0
Gas licuado	63,1	1	0,1	150	50	5	4,23
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	100	20	5	36,28
Fuel oil	77,4	3	0,6	100	20	5	198,02
<b>1.A.4b Residencial</b>							
Leña	112	30	4	100	5000	600	256,41
Otros primarios	100	30	4	100	5000	600	0
Gas natural	56,1	1	0,1	150	50	5	0
Gas licuado	63,1	1	0,1	150	50	5	4,23
Kerosene y Aerokerosene	71,5	3	0,6	100	20	5	45,35
Carbón de leña	112	200	4	100	7000	100	0
<b>1.A.4c Agricultura/Silvicultura/Pesca</b>							
1.A.4ci Estacionario							
Gas licuado	63,1	1	0,1	150	50	50	4,23
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	100	20	5	36,28
1.A.4cii Todo terreno y otra maquinaria							
<b>Todo terreno</b>							
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	1200	1000	200	36,28
<b>Maquinaria</b>							
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	1200	1000	200	36,28



1.A.4ciii Pesca							
Diesel oil y Gas oil	74,1	3	0,6	1200	1000	200	36,28
Motonafta	69,3	3	0,6	1200	1000	200	4,51
Fuel oil	77,4	3	0,6	1200	1000	200	198,02
<b>1.A.5 Otros</b>							
1.A.5a Estacionario							
1.A.5b Móvil							

**Tabla A2.2:** Poder calorífico y factor de emisión utilizado para cada combustible

Combustible	Poder calorífico inferior GJ/t	Factor de oxidación del carbono
Bagazo	11,60	0,87
Biodiesel	43,00	0,99
Bioetanol	27,00	0,99
Carbón de leña	29,50	0,87
Carbón mineral	25,80	0,98
Carbón residual	32,50	0,98
Coque de carbón	32,50	0,98
Diesel oil y Gas oil	43,00	0,99
Fuel oil	40,40	0,99
Gas licuado	47,30	0,99
Kerosene y Aerokerosene	44,10	0,99
Leña	15,60	0,87
Motonafta	44,30	0,99
Otros primarios	11,60	0,87
Petróleo	42,30	0,99
Combustible	Poder calorífico inferior Gj/1000m3	Factor de oxidación del carbono
GNC	34,51	1,00
Gas de alto horno	2,96	1,00
Gas de coquería	15,33	1,00
Gas natural	34,51	1,00
Gas de refinería	36,58	1,00

**Tabla A2.3:** Factores de emisión de gases de efecto invernadero y gases precursores utilizados en la estimación de emisiones del Energía (Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles) del INVGEI 2012.

Categoría IPCC	CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> /u)	CH <sub>4</sub> (kgCH <sub>4</sub> /u)	N <sub>2</sub> O(kgN <sub>2</sub> O/u)	NO <sub>x</sub> (kgNO <sub>x</sub> /u)	CO(kgCO/u)	COVNM(kgCOVNM/u)	SO <sub>2</sub> (kgSO <sub>2</sub> /u)
<b>1. Energía</b>							
<b>1.B Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles</b>							



<b>1.B.1 Combustibles sólidos</b>							
<b>1.B.1a Minas de carbón</b>							
1.B.1ai Minas subterráneas							
Producción (t)	12,06						
1.B.1aii Minas terrestres							
Producción (t)	1,68						
<b>1.B.1b Transformación de combustibles sólidos</b>							
<b>1.B.1c Otros</b>							
<b>1.B.2 Petróleo y gas natural</b>							
<b>1.B.2a Petróleo</b>							
1.B.2ai Exploración							
Pozos perforados (exploración)	37,16	789,12	0,27			121,60	
Pozos perforados (avanzada)	37,16	789,12	0,27			121,60	
Pozos perforados (explotación)	37,16	789,12	0,27			121,60	
1.B.2aii Producción (m3)	0,02	300,00				367,42	
1.B.2aiii Transporte							
Producción (m3) (por buques)		27,89					
Producción (m3) (por ductos)	0,00049	5,40				54,00	
1.B.2aiv Refinación/almacenamiento							
Refinación (m3)		10,32		50,00	80,00	1300,00	800,00
Almacenamiento(m3)		2,70					
1.B.2av Distribución de productos petrolíferos							
Motonafta(m3)						2200,00	
Gas licuado(m3)		430,00		0,0022			
1.B.2avi Otros							
<b>1.B.2b Gas natural</b>							
1.B.2bi Producción/procesamiento							
Producción (mil m3)	0,05	3019,93				330,45	
Procesamiento (mil m3)	0,02	229,13				211,66	
1.B.2bii Transmisión/distribución							
Transmisión (mil m3)	0,00	465,40				11,13	
Distribución (mil m3)	0,08	1658,31				24,00	
1.B.2biii Otras fugas							
Gas natural consumido en plantas industriales y centrales eléctricas (mil m3)		3019,80					
Gas natural consumido en residencial y comercial/público (mil m3)		1501,27					
<b>1.B.2c Venteo y quema en antorcha</b>							
1.B.2ci Petróleo							
Venteo (producción m3)	0,11	844,27				503,69	
Quema en antorcha (producción m3)	47,92	29,15	0,75			24,68	
1.B.2cii Gas							



<i>Venteo</i>							
Procesamiento (mil m3)	61,64						
Transmisión (mil m3)	0,00	180,44				7,11	
<i>Quema en antorcha</i>							
Producción mil m3	1,39	0,87	0,02			0,73	
Procesamiento mil m3	3,51	2,37	0,04			1,88	
1.B.2ciii Combinado							

## 2. Procesos Industriales

**Tabla A2.4:** Factores de emisión de gases de efecto invernadero y gases precursores utilizados en la estimación de emisiones del Sector Procesos Industriales en el INVGEI 2012.

Categoría IPCC	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CF <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	HCFC23	SF <sub>6</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>2. Procesos Industriales</b>											
<b>2.A. Productos Minerales</b>											
2.A.1 Producción de cemento	0,517 tCO <sub>2</sub> / t clinker										0,0003 tSO <sub>2</sub> /t cemento
2.A.2 Producción de cal											
Caliza	0,746 t CO <sub>2</sub> / t caliza										
Dolomita	0,0865 t CO <sub>2</sub> /t dolomita										
2.A.3 Uso de piedra caliza y dolomita											
Caliza	0,44 t CO <sub>2</sub> / t caliza										
Dolomita	0,478 t CO <sub>2</sub> / t dolomita										
2.A.4 Producción y uso de carbonato de sodio											
Producción	0,138 Kg CO <sub>2</sub> / t carbonato de sodio										
Uso	415 Kg CO <sub>2</sub> / t carbonato de sodio										
2.A.5 Producción de material asfáltico para techos									0,0095 kg CO/ t de asfalto para techo	0,049 kg COVNM/ t de asfalto para techo	
2.A.6 Pavimentación asfáltica										320 kg COVNM/ t de asfalto para techo	
2.A.7 Otros											
<b>2.B. Industria química</b>											
2.B.1 Producción de amoníaco											
Amoníaco	1,2 t CO <sub>2</sub> /t de amoníaco										
Urea	0,7333 tCO <sub>2</sub> /t urea										



2.B.2 Producción de ácido nítrico			14,5 Kg N <sub>2</sub> O/t de NH <sub>3</sub>					12 Kg NOx/t de NH <sub>3</sub>			
2.B.3 Producción de ácido adípico											
2.B.4 Producción de carburos											1,5 t SO <sub>2</sub> /t de carburo
Producción	1,8 t CO <sub>2</sub> /t de carburo										
Uso	1,1 t CO <sub>2</sub> /t de carburo										
2.B.5 Otros químicos											
Ácido sulfúrico											17,5 kg SO <sub>2</sub> /t de ácido sulfúrico
Anhídrido ftálico										6 kg COVNM/t de anhídrido ftálico	
Caucho estireno - butadieno - SBR										2,9 kg COVNM/t de SBR	
Cloruro de vinilo - VCM	294,3 kg CO <sub>2</sub> /t de VCM	0,0226 kg CH <sub>4</sub> /t de VCM								2,2kg COVNM/t de VCM	
Dicloroetileno	196,7 kg CO <sub>2</sub> /t de dicloroetano	0,4 kg CH <sub>4</sub> /t de dicloroetano								7,3 kg COVNM/t de dicloroetano	
Estireno		4 kg CH <sub>4</sub> /t de estireno								18 kg COVNM/t de estireno	
Etilbenceno										2 kg COVNM/t de etilbenceno	
Etileno	950 kg CO <sub>2</sub> /t de etileno	0,127 kg CH <sub>4</sub> /t de etileno						0,04 NOx/t de etileno		1,4 kg COVNM/t de etileno	
Formaldehido									14 kg CO/t de formaldehído	4 kg COVNM/t de formaldehído	
Metanol	670 kg CO <sub>2</sub> /t de Metanol	2 kg CH <sub>4</sub> /t de Metanol									
Negro de humo	2620 kg CO <sub>2</sub> /t de negro de humo	11 kg CH <sub>4</sub> /t de negro de humo						0,4 kg NOx/t de negro de humo	10 kg CO/t de negro de humo	40 kg COVNM/t de negro de humo	3,1 kg SO <sub>2</sub> /t de negro de humo
Policloruro de vinilo PVC								89,3 kg NOx/t de PVC		8,5 kg COVNM/t de PVC	
Poliestireno										5,4 kg COVNM/t de poliestireno	
Polietileno alta densidad								0,046 kg NOx/t de polietireno de alta densidad		6,4 kg COVNM/t de polietireno de alta densidad	
Polietileno baja densidad convencional								0,028 kg NOx/t de polietireno de baja densidad convencional		3 kg COVNM/t de polietireno de baja densidad convencional	
Polietileno baja densidad lineal								0,042 kg NOx/t de polietireno de baja densidad lineal		2 kg COVNM/t de polietireno de baja densidad lineal	



Polipropileno								0,01 kg NOx/ t de propileno		1,4 kg COVNM/t de propileno	
Propileno		0,023 kg CH <sub>4</sub> / t de propileno								1,4 kg COVNM / t de propileno	
<b>2.C. Producción de metales</b>											
2.C.1 Producción de hierro y acero	1,068 tCO <sub>2</sub> / t Hierro y Acero							40 Gramos NOx/t hierro y acero	1 Gramos CO/t hierro y acero	30 Gramos COVNM/t hierro y acero	
2.C.2 Producción de ferroaleaciones											
2.C.3 Producción de aluminio	3,60 tCO <sub>2</sub> / t agente reductor			0,05 Kg CF <sub>4</sub> /t aluminio	0,0045 Kg C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> /t aluminio						
2.C.4 Emisiones de SF <sub>6</sub> por la producción de aluminio y magnesio							1 kg SF <sub>6</sub> / kg SF <sub>6</sub>				
<b>2.D. Otras industrias</b>											
2.D.1 Producción de celulosa y papel											
Kraft							1,5 Kg NOx / t de pulpa de papel seca	5,6 Kg CO / t de pulpa de papel seca	3,7 Kg COVNM / t de pulpa de papel seca	7 Kg SO <sub>2</sub> / t de pulpa de papel seca	
Bisulfito										30Kg de SO <sub>2</sub> / t de pulpa de papel seca	
2.D.2 Producción de bebidas y alimentos											
Aperitivos										15 Kg COVNM /hl bebida	
Amargos										15 Kg COVNM /hl bebida	
Licores										15 Kg COVNM /hl bebida	
Whisky										15 Kg COVNM /hl bebida	
Otras bebidas										15 Kg COVNM /hl bebida	
Vino										0,08 Kg COVNM /hl bebida	
Cerveza										0,035 Kg COVNM /hl bebida	
Azúcar										10 Kg COVNM /hl bebida	
Carnes										0,3 Kg COVNM /hl bebida	
<b>2.E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre</b>											
2.E.1 Emisiones de residuos o subproductos						0,04 Kg HFC23 / t de HCFC-22					
2.5.2 Emisiones fugitivas											
2.5.3 Otros											
<b>2.F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre</b>											
2.F.1 Refrigeración y equipo de aire acondicionado											
2.F.2 Espumas											
2.F.3 Extinguidores											

## Anexo II. Factores de Emisión



2.F.4 Aerosoles											
2.F.5 Solventes											
2.F.6 Otros											



### 3. Agricultura y Ganadería

**Tabla A2.5:** Factores de emisión de gases de efecto invernadero utilizados en la estimación de emisiones del Sector Agricultura y Ganadería (Ganadería) del INVGEI 2012.

Categoría IPCC	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>4. Agricultura y Ganadería</b>		
<b>4.A Ganadería</b>		
4.A.1 Fermentación Entérica		
<i>Ganadería de carne bovina</i>		
Pampeana - Sudeste		
Cría	53,3kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Invernada	34,2kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Pampeana - Sudoeste		
Cría	60,7 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Invernada	56,9 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Pampeana - Oeste		
Cría	59,6 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Invernada	42,5kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Pampeana - Norte		
Cría	60kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Invernada	50,9kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
NEA		
Cría	59,6kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Invernada	88,8kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
NOA		
Cría	51,5kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Invernada	36kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Semiárida		
Cría	49,8kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Invernada	50,9kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Patagónica		
Cría	56,1kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Invernada	35,3kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<i>Ganadería bovina de leche</i>		
Buenos Aires	109,3kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Chaco	127,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Santiago del Estero	87,7 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	



Córdoba	121,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Entre Ríos	110,8 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
La Pampa	123,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Corrientes	124,5 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Formosa	124,5 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Misiones	124,5 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Chubut	126,1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Neuquén	126,1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Río Negro	126,1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Santa Cruz	126,1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Tierra del Fuego	126,1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Salta	120 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Santa Fe	120,2 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Tucumán	193,8 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Catamarca	126,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Jujuy	126,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
La Rioja	126,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Mendoza	126,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
San Juan	126,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
San Luis	126,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Asnales y Mulares</b>	10 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Aves</b>	-	
<b>Búfalos</b>	55 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Camélidos</b>	46 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Caprinos</b>	5 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Equinos</b>	18 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Ovinos</b>	5 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Porcinos</b>	1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>4.A.2 Gestión de Estiércol</b>		
<b>Ganadería de carne bovina</b>	(kg CH <sub>4</sub> /cab. Año)	(kg N./ cab Año)
Pampeana - Sudeste		
Cría	0,1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	41,8 kg N./ cab Año
Invernada	0,39 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	29,3kg N./ cab Año
Pampeana - Sudoeste		
Cría	0,12 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	45,5 kg N./ cab Año
Invernada	0,59 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	62,9 kg N./ cab Año
Pampeana - Oeste		
Cría	0,57 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	45,9 kg N./ cab Año



	Invernada	0,57 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	41,4 kg N./ cab Año
<b>Pampeana - Norte</b>			
	Cría	0,6 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	47 kg N./ cab Año
	Invernada	0,52 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	46,8 kg N./ cab Año
<b>NEA</b>			
	Cría	0,61 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	34,7 kg N./ cab Año
	Invernada	1,21 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	67,3 kg N./ cab Año
<b>NOA</b>			
	Cría	0,47 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	30 kg N./ cab Año
	Invernada	0,48 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	22,9 kg N./ cab Año
<b>Semiárida</b>			
	Cría	0,43 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	29,4 kg N./ cab Año
	Invernada	0,65 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	51,6 kg N./ cab Año
<b>Patagónica</b>			
	Cría	0,11 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	34,2 kg N./ cab Año
	Invernada	0,23 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	29,8 kg N./ cab Año
<b>Asnales y Mulares</b>			
	Clima frío	0,6 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	40 kg N./ cab Año
	Clima templado	0,9 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Aves</b>			
	Clima frío	0,012 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	0,4 kg N./ cab Año
	Clima templado	0,018 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Búfalos</b>			
	Clima frío	1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	40 kg N./ cab Año
	Clima templado	1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Camélidos</b>			
	Clima frío	1,3 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	40 kg N./ cab Año
	Clima templado	1,9 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Caprinos</b>			
	Clima frío	0,11 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	40 kg N./ cab Año
	Clima templado	0,17 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Equinos</b>			
	Clima frío	1,1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	40 kg N./ cab Año
	Clima templado	1,6 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Ovinos</b>			
	Clima frío	0,1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	9 kg N./ cab Año
	Clima templado	0,16 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Porcinos</b>			



Clima frío	0 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	9kg N./ cab Año
Clima templado	1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Ganado lechero</b>		
Clima frío	0 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	Ganado lechero > 2 años: 70 kg N./ cab Año Ganado lechero 1 a 2 años: 42 kg N./ cab Año Ganado lechero < 1 año: 21 kg N./ cab Año
Clima templado	1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
<b>Ganado no lechero (no utilizado)</b>		
Clima frío	1 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	
Clima templado	2 kg CH <sub>4</sub> /cab. Año	

**Tabla A2.6:** Factores de emisión de gases de efecto invernadero utilizados en la estimación de emisiones del Sector Agricultura y Ganadería (Agricultura) del INVEGI 2012.

Categoría IPCC	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO
<b>4. Agricultura y Ganadería</b>				
<b>4.B. Agricultura</b>				
4.B.1 Arrozales	20 g de CH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> estación			
4.B.2 Suelos Agrícolas				
4.B.2.a Emisiones Directas e Indirectas por el uso de Fertilizantes Sintéticos (FSN)				
Emisión directa		0,0125 (kg N <sub>2</sub> O–N/kg N)		
Emisión por volatilización		0,01 (kg N <sub>2</sub> O–N/kg N)		
Emisión por lixiviación		0,025 (kg N <sub>2</sub> O–N/kg N)		
4.B.2.b Emisiones Directas de cultivos Fijadores (FBN)*		0,0125 (kg N <sub>2</sub> O–N/kg N)		
4.B.2.c Aporte de Nitrógeno de residuos de cosecha de cultivos agrícolas (FRC)**		0,0125 (kg N <sub>2</sub> O–N/kg N)		
4.B.2.d Emisiones Directas e Indirectas por excretas animales en sistemas pastoriles				
<b>Ganadería de carne bovina</b>				
<b>Directas</b>				
Pampeana - Sudeste				
Cría		1,34 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Invernada		0,92 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Pampeana - Sudoeste				
Cría		1,4 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Invernada		1,29 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Pampeana - Oeste				
Cría		1,5 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Invernada		0,69 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Pampeana - Norte				
Cría		1,23 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		



	Invernada	1,64 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
NEA				
	Cría	0,99 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	1,78 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
NOA				
	Cría	0,99 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,68 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Semiárida				
	Cría	1,09 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	1,25 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Patagónica				
	Cría	0,03 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
<b>Indirectas</b>				
	Pampeana - Sudeste			
	Cría	0,3 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,23 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Pampeana - Sudoeste			
	Cría	0,31 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,25 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Pampeana - Oeste			
	Cría	0,3 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,19 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Pampeana - Norte			
	Cría	0,21 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,2 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	NEA			
	Cría	0,22 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,2 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	NOA			
	Cría	0,22 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,33 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Semiárida			
	Cría	0,16 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,03 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
Patagónica				
	Cría	0,00 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		
	Invernada	0,00 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)		



<b>Asnales y Mulares</b>				
	Directas		1,26 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,6 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>Aves</b>				
	Directas		0,00 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,006 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>Búfalos</b>				
	Directas		1,26 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,6 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>Camélidos</b>				
	Directas		1,26 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,6 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>Caprinos</b>				
	Directas		1,26 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,6 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>Equinos</b>				
	Directas		1,26 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,6 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>Ganado lechero</b>				
	Directas		0,02 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,01 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>Ovinos</b>				
	Directas		0,28 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,13 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>Porcinos</b>				
	Directas		0,07 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
	Indirectas		0,13 (kg N <sub>2</sub> O / cab. año)	
<b>4.B.3. Quema de Residuos Agrícolas y Sabanas ***</b>				
4.B.3.a Quema de Residuos Agrícolas	0,005 (tasa de emisión CH <sub>4</sub> )	0,007 (tasa de emisión N <sub>2</sub> O)	0,121 (tasa de emisión NO <sub>x</sub> )	0,06 (tasa de emisión CO)
4.B.3.b Quema de Sabanas	0,004 (factor de conversión de CH <sub>4</sub> )	0,007 (factor de conversión de N <sub>2</sub> O)	0,121 (factor de conversión de NO <sub>x</sub> )	0,06 (factor de conversión de CO)

\* Ver tabla A2.7

\*\* Ver tabla A2.8

\*\*\* Ver tabla A2.9

**Tabla A2.7:** Valores de relación Residuo/Cosecha de Leguminosas,  $Frac_{NCRBF}$  y  $Frac_{MS}$  (Forrajeras y Cultivos Anuales) utilizados en la estimación de emisiones de Cultivos Fijadores.

Cultivo	Residuo/ Cosecha	$Frac_{NCRBF}$ (Kg N/ Kg MS)	$Frac_{MS}$ (adimensional)
Maní	1	0,0106	0,86
Soja	2,1	0,023	0,865



Poroto	2,1	0,03	0,855
Forrajeras	1	0,03	1

FRAC<sub>NCRBF</sub>: Fracción de biomasa del cultivo constituida por nitrógeno. FRAC<sub>MS</sub>: Fracción de materia seca

**Tabla A2.8:** Valores de relación Residuo/Cosecha de Leguminosas, Frac<sub>NCRBF</sub> y Frac<sub>MS</sub> (Forrajeras y Cultivos Anuales) utilizados en la estimación de Aporte de Nitrógeno de residuos de cosecha de cultivos agrícolas.

Cultivo	Residuo/Cosecha	Frac <sub>NCRBF</sub> (Kg N/ Kg MS)	Frac <sub>MS</sub> (adimensional)
Algodón	4,88	0,03	1
Alpiste	1,3	0,03	1
Arroz	1,4	0,0067	0,85
Avena	1,3	0,007	0,92
Caña de azúcar	0,16	0,004	0,97
Cebada	1,2	0,0043	0,85
Centeno	1,6	0,0048	0,9
Colza	2,1	0,015	1
Girasol	1	0,015	1
Lino	1,86	0,015	0,89
Maíz	1	0,0081	0,79
Mani	1	0,0106	0,86
Mijo	1,4	0,007	0,885
Poroto	2,1	0,0142	0,855
Soja	2,1	0,023	0,865
Sorgo	1,4	0,0108	0,91
Trigo	1,3	0,0028	0,85
Forrajeras	1	0,015	1

FRAC<sub>NCRBF</sub>: Fracción de biomasa del cultivo constituida por nitrógeno

FRAC<sub>MS</sub>: Fracción de materia seca

**Tabla A2.9:** Valores de relación Residuo/Cosecha, nitrógeno/carbono y fracción de materia seca para la estimación de emisiones de Quema por Residuos de Cosecha.

Cultivos	Residuo/Cosecha	Relac N/C	FracMS
Caña de azúcar	0,16	0,01	0,97
Lino	1,86	0,09	1

FRAC<sub>MS</sub>: Fracción de materia seca

#### 4. Cambio del uso del suelo y silvicultura

**Tabla A2.10:** Valores de referencia para la Categoría “Tierras Forestales” utilizados en la estimación de emisiones y absorciones del Sector Cambio del uso del suelo y silvicultura en el INVGEI 2012.



Tierras Forestales (Bosque Nativo)	Tasa de crecimiento Total (tndm/ha año)	Relación de biomasa debajo/encima de suelo	BCEFr (tn biomasa removida/m3 comercial)	Densidad de la madera (tndm/m3)	Tasa de crecimiento aérea (tndm/ha. año)	Tasa de crecimiento Subterránea (tndm/ha. año)	Biomasa Aérea (tndm/ha)	Relacion Carbono / Materia Seca (C/DM)
Bosques Andino Patagónicos	3,91	0,24	2,23	0,55	3,15	0,76	570,94	0,48
Espinal (*)	0,70	0,23	5,93	0,80	0,57	0,13	110,47	0,48
Monte	0,20	0,32	3,00	0,75	0,15	0,05	37,24	0,48
Parque Chaqueño	1,00	0,28	5,72	0,92	0,78	0,22	129,03	0,48
Selva Misionera	2,73	0,24	2,22	0,74	2,20	0,53	259,34	0,47
Selva Tucumano Boliviana	2,50	0,24	2,05	0,69	2,02	0,48	205,74	0,47

(\*) Corresponde al promedio de las regiones del Espinal formaciones de Caldén (ESP/C) y Nandubay (ESP/N).

**Tabla A2.11:** Valores de referencia para la categoría “Otras Tierras Forestales” utilizados en la estimación de emisiones del Sector Cambio del uso del suelo y silvicultura en el INVGEI 2012.

Otras Tierras Forestales (Bosque Nativo)	Biomasa Aérea (tndm/ha)
Bosques Andino Patagónicos	142,00
Espinal	80,00
Monte	19,33
Parque Chaqueño	65,84
Selva Misionera	47,58
Selva Tucumano Boliviana	72,07

**Tabla A2.12:** Valores de referencia por Región Climática y Especies Forestales utilizados en la estimación de emisiones y absorciones del Sector Cambio del uso del suelo y silvicultura en el INVGEI 2012.

Región Climática	Especies Forestales	Tasa de crecimiento Total (tndm/ha año)	Relación de biomasa debajo/encima de suelo	BCEFr (tn biomasa removida/m3 comercial)	Densidad de la madera (tndm/m3)	Tasa de crecimiento aérea (tndm/ha año)	Tasa de crecimiento Subterránea (tndm/ha año)	Biomasa Aérea (tndm/ha)
Subtropical Seco	Coníferas	8,22	0,56	0,67	0,40	5,27	2,95	105,0
	Eucalipto	7,26	0,32	0,73	0,65	5,50	1,76	60,0
	Otras	5,61	0,28	2,11	0,45	4,38	1,23	60,0
	Salicáceas	6,05	0,32	2,11	0,35	4,58	1,47	60,0
Subtropical Húmedo	Coníferas	18,22	0,24	0,61	0,40	14,69	3,53	270,0
	Eucalipto	15,42	0,20	0,73	0,65	12,85	2,57	140,0
	Otras	7,84	0,20	2,11	0,45	6,53	1,31	100,0
	Salicáceas	8,67	0,20	2,11	0,35	7,23	1,45	100,0
Templado Seco	Coníferas	9,29	0,24	0,83	0,40	7,49	1,80	105,0
	Eucalipto	17,47	0,32	2,11	0,65	13,23	4,24	60,0
	Otras	3,45	0,28	1,55	0,45	2,69	0,75	60,0
	Salicáceas	8,52	0,32	2,11	0,35	6,45	2,07	60,0
Templado Húmedo	Coníferas	9,48	0,29	0,83	0,40	7,35	2,13	105,0
	Eucalipto	18,13	0,20	2,11	0,65	15,11	3,02	105,0
	Otras	6,42	0,46	1,55	0,45	4,40	2,02	105,0



	Salicáceas	10,77	0,20	2,11	0,35	8,97	1,79	105,0
--	------------	-------	------	------	------	------	------	-------

**Tabla A2.13:** *Densidad de las principales especies comerciales de cada región utilizadas en la estimación de emisiones y absorciones del Sector Cambio del uso del suelo y silvicultura en el INVGEI 2012.*

Región Fitogeográfica	Especie		Densidad anhidro (t/m3)
	Nombre Vulgar	Nombre Científico	
Selva Tucumano-Boliviana	Algarrobo	<i>Prosopis spp</i>	0,80
	Cebil colorado	<i>Anadenanthera colubrina var cebil</i>	0,94
	Cedro	<i>Cedrella spp</i>	0,53
	Guayaibí	<i>Patagonula americana</i>	0,80
	Nogal	<i>Juglans australis</i>	0,64
	Peteribí	<i>Cordia trichotoma</i>	0,63
	Pino del cerro	<i>Podocarpus parlatorei</i>	0,49
	Quina	<i>Myroxilon peruiferum</i>	0,96
	Roble criollo	<i>Amburana cearensis</i>	0,60
	Timbó	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,37
	Tipa blanca	<i>Tipuana tipu</i>	0,71
	Viraró	<i>Pterogyne nitens</i>	0,84
	<b>Densidad promedio</b>		<b>0,69</b>
	<b>Volumen comercial (m3/ha)</b>		<b>44,03</b>
	<b>Biomasa comercial (t/ha)</b>		<b>30,49</b>
<b>Incremento medio anual (T/ha.año)</b>		<b>2,50</b>	
<b>Tasa de recambio</b>		<b>12,20</b>	
Selva Misionera	Alecrín	<i>Holocalyx balansae</i>	0,98
	Anchico	<i>Parapiptadenia macrocarpa</i>	0,94
	Pino Paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>	0,52
	Cancharana, Cedro macho.	<i>Cabralea oblongifoliola</i>	0,70
	Cedro	<i>Cedrella spp</i>	0,50
	Espina corona, coronillo	<i>Gleditsia amorphoides</i>	0,85
	Ibirá-peré	<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,80
	Guatambú Blanco	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,80
	Guayaibí	<i>Patagonula americana</i>	0,80
	Incienso	<i>Myrocarpus frondosus</i>	0,85
	Lapacho negro	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	1,10
	Laurel	<i>Nectandra</i>	0,51
	Loro blanco	<i>Bastardiopsis densiflora</i>	0,70
	Marmelero	<i>Ruprechtia polystachya</i>	0,70
	Mora	<i>Clorophora tinctoria</i>	0,87
	Amarillo	<i>Terminalia australis</i>	0,68
	Peteribí	<i>Cordia trichotoma</i>	0,63
	Azota Caballo	<i>Luehea divaricata</i>	0,61
	Timbó	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,37
	Ibirá Pitá	<i>Peltophorum dubium</i>	0,88
	<b>Densidad promedio</b>		<b>0,74</b>
<b>Volumen comercial (m3/ha)</b>		<b>116,92</b>	



	<b>Biomasa comercial (t/ha)</b>		<b>86,46</b>	
	<b>Incremento medio anual (T/ha.año)</b>		<b>2,73</b>	
	<b>Tasa de recambio</b>		<b>31,67</b>	
Parque Chaqueño	Algarrobo	<i>Prosopis spp</i>	0,80	
	Cebil colorado	<i>Anadenanthera colubrina var cebil</i>	0,94	
	Espina corona, coronillo	<i>Gleditsia amorphoides</i>	0,85	
	Guayacán	<i>Caesalpinia paraguayensis</i>	1,20	
	Lapacho negro	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	1,10	
	Marmelero	<i>Ruprechtia polystachya</i>	0,70	
	Palo Santo	<i>Bulnesia sarmientoi</i>	1,00	
	Quebracho blanco	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	0,85	
	Quebracho colorado	<i>Schinopsis balansae</i>	1,30	
	Timbo	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,37	
	Urunday	<i>Astronium balansae</i>	1,17	
	Ibirá Pitá	<i>Peltophorum dubium</i>	0,88	
	Viraró	<i>Pterogyne nitens</i>	0,84	
	Visco	<i>Acacia visco</i>	0,85	
		<b>Densidad promedio</b>		<b>0,92</b>
		<b>Volumen comercial (m3/ha)</b>		<b>22,55</b>
		<b>Biomasa comercial (t/ha)</b>		<b>20,70</b>
	<b>Incremento medio anual (T/ha.año)</b>		<b>1,00</b>	
	<b>Tasa de recambio</b>		<b>20,70</b>	
Bosques Andino-Paragónicos	Alerce	<i>Fitzroya cupressoides</i>	0,49	
	Ciprés de la Cordillera	<i>Austrocedrus chilensis</i>	0,49	
	Lenga	<i>Nothofagus pumilio</i>	0,56	
	Roble Pellin	<i>Nothofagus obliqua</i>	0,65	
	Radal	<i>Lomatia hirsuta</i>	0,55	
	Otros Nothofagus	<i>Nothofagus spp</i>	0,55	
		<b>Densidad promedio</b>		<b>0,55</b>
		<b>Volumen comercial (m3/ha)</b>		<b>255,91</b>
		<b>Biomasa comercial (t/ha)</b>		<b>140,32</b>
		<b>Incremento medio anual (T/ha.año)</b>		<b>3,91</b>
		<b>Tasa de recambio</b>		<b>35,89</b>
Espinal	Caldén	<i>Prosopis caldenia</i>	0,65	
	Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	0,63	
	Algarrobo	<i>Prosopis spp</i>	0,80	
	Ñandubay	<i>Prosopis affinis</i>	1,00	
	Sombra de toro	<i>Jodina rhombifolia</i>	0,83	
	Molle	<i>Schinus fasciculata</i>	0,70	
	Espinillo	<i>Acacia caven</i>	0,96	
		<b>Densidad promedio</b>		<b>0,80</b>
		<b>Volumen comercial (m3/ha)</b>		<b>20,70</b>
		<b>Biomasa comercial (t/ha)</b>		<b>16,47</b>
		<b>Incremento medio anual (T/ha.año)</b>		<b>0,70</b>
		<b>Tasa de recambio</b>		<b>23,53</b>
Mo nte	Algarrobo	<i>Prosopis spp</i>	0,80	



Brea	<i>Cercidium praecox</i>	0,56
chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	0,63
tala	<i>Celtis tala</i>	0,77
sombra de toro	<i>Jodina rhombifolia</i>	0,83
Atamisqui	<i>Atamisquea emarginata</i>	0,89
<b>Densidad promedio</b>		<b>0,75</b>
<b>Volumen comercial (m3/ha)</b>		<b>13,96</b>
<b>Biomasa comercial (t/ha)</b>		<b>10,42</b>
<b>Incremento medio anual (T/ha.año)</b>		<b>1,00</b>
<b>Tasa de recambio</b>		<b>10,42</b>

## 5. Residuos

**Tabla A2.14:** Factores de emisión de gases de efecto invernadero y gases precursores utilizados en la estimación de emisiones del Sector Residuos en el INVGEI 2012.

Categoría IPCC	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>6. Residuos</b>			
<b>6.A Residuos Sólidos en SDF</b>			
6.A.1 Residuos manejados en SDF*			
Potencial de generación de CH <sub>4</sub>		0,064 Gg CH <sub>4</sub> /Gg RSU	
6.A.2 Residuos no manejados en SDF			
6.A.2.1 Profundo (> 5 m) *			
Potencial de generación de CH <sub>4</sub>		0,0509 Gg CH <sub>4</sub> /Gg RSU	
6.A.2.2 Bajo (< 5 m)*			
Potencial de generación de CH <sub>4</sub>		0,0255 Gg CH <sub>4</sub> /Gg RSU	
6.A.3 Otros			
<b>6.B. Aguas Residuales</b>			
6.B.1 Aguas Residuales Industriales			
6.B.1.a Aguas Residuales		0,045 kg CH <sub>4</sub> /kg COD	
6.B.1.b Lodos			
6.B.2 Aguas Residuales Domésticas y Comerciales			
6.B.2.1 Aguas Residuales Domésticas y Comerciales		0,3 kg CH <sub>4</sub> /kg DBO	



6.B.2.1.a Aguas residuales			
6.B.2.1.b Lodos			
6.B.2.2 Aguas residuales humanas			0,005 kg N <sub>2</sub> O-N/kg N
6.B.3 Otros			
<b>6.C Incineración de Residuos</b>			
6.C.1 Biogénica			
6.C.2 No-biogénica			
6.C.2.a Residuos Peligrosos			
6.C.2.b Residuos clínicos			
<b>6.D Otros</b>			

\*Cabe aclarar que para el cálculo de emisiones totales de CH<sub>4</sub>, no solo se considera el potencial de e generación de CH<sub>4</sub> informado en esta tabla, sino que se toman en consideración otros factores. El cálculo con mayor detalle puede ser encontrado en la versión completa del INVGCI para el año 2010 y la documentación anexa publicada en el sitio web de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS, <http://www.ambiente.gob.ar>)

## ANEXO III. INCERTIDUMBRES

### 1. Energía

**Tabla A3.1:** Incertidumbre de datos de actividad y factores de emisión en la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector Energía.

Sector	Gas	Estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)	Límite inferior de la incertidumbre (%)	Límite superior de la incertidumbre (%)	Límite inferior de la estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)	Límite superior de la estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)
<b>1A Actividades de quema del combustible</b>						
<b>1A1 Industrias de la energía</b>						
1A1a Producción de electricidad y calor pública						
Carbón mineral	CO <sub>2</sub>	1.881.220	-10%	10%	1.692.159	2.070.280
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	4.633.615	-3%	3%	4.487.088	4.780.143
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	6.942.899	-3%	3%	6.723.345	7.162.453
Gas natural	CO <sub>2</sub>	22.674.005	-10%	10%	20.395.296	24.952.715
1A1b Refinación del petróleo						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	1.820.091	-14%	14%	1.562.692	2.077.491
Gas de refinería	CO <sub>2</sub>	1.815.817	-14%	14%	1.559.022	2.072.612
Motonafta	CO <sub>2</sub>	2.937	-10%	10%	2.630	3.243
Kerosene y Aerokerosene	CO <sub>2</sub>	11.774	-10%	10%	10.545	13.004
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	71.316	-10%	10%	63.870	78.761
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	92.911	-10%	10%	83.211	102.611
1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas						
Carbón mineral	CO <sub>2</sub>	61.243	-14%	14%	52.582	69.904
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	8.072	-10%	10%	7.229	8.915
Gas natural	CO <sub>2</sub>	9.272.161	-14%	14%	7.960.879	10.583.442
Petróleo	CO <sub>2</sub>	2.195	-10%	10%	1.966	2.424
<b>1A2 Industrias manufactureras y construcción</b>						
1A2a Hierro y acero						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	2.561.240	-14%	14%	2.199.026	2.923.454
Gas de alto horno	CO <sub>2</sub>	2.527.512	-14%	14%	2.170.068	2.884.957
Gas de coque	CO <sub>2</sub>	319.573	-14%	14%	274.378	364.767
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	561	-10%	10%	503	620
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	10.835	-10%	10%	9.704	11.966
Carbón residual	CO <sub>2</sub>	1.142.594	-14%	14%	981.007	1.304.181
Coque de carbón	CO <sub>2</sub>	560.693	-14%	14%	481.399	639.987
1A2b Metales no ferrosos						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	862.904	-22%	22%	669.953	1.055.855
1A2c Productos químicos						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	877.863	-22%	22%	681.567	1.074.159
Gas de refinería	CO <sub>2</sub>	19.586	-22%	22%	15.206	23.965

Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	405	-20%	20%	323	487
Gas licuado	CO <sub>2</sub>	10.218	-20%	20%	8.151	12.284
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	2.365	-20%	20%	1.887	2.843
<b>1A2d Pulpa, papel e imprenta</b>						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	656.911	-22%	22%	510.021	803.801
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	678	-20%	20%	541	815
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	121.243	-20%	20%	96.723	145.763
<b>1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco</b>						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	3.370.161	-22%	22%	2.616.570	4.123.752
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	21.286	-20%	20%	16.981	25.591
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	17.116	-20%	20%	13.655	20.578
<b>1A2f Otras</b>						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	7.624.290	-22%	22%	5.919.447	9.329.132
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	124.096	-20%	20%	98.999	149.192
Carbón residual	CO <sub>2</sub>	380.865	-22%	22%	295.701	466.029
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	1.418	-20%	20%	1.131	1.705
<b>Otros consumos en industrias (aún no distribuidos en 1A1c y 1A2)</b>						
Gas licuado	CO <sub>2</sub>	528.893	-20%	20%	421.931	635.855
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	222.666	-20%	20%	177.635	267.698
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	659.489	-20%	20%	526.116	792.863
Motonafta	CO <sub>2</sub>	249.604	-20%	20%	199.124	300.083
<b>1A3 Transporte</b>						
<b>1A3a Aviación civil</b>						
Kerosene y Aerokerosene	CO <sub>2</sub>	1.062.586	-21%	21%	843.528	1.281.644
<b>1A3b Transporte terrestre</b>						
GNC	CO <sub>2</sub>	5.132.361	-7%	7%	4.769.448	5.495.274
GNC	CH <sub>4</sub>	8.459	-75%	320%	2.115	35.528
GNC	N <sub>2</sub> O	276	-75%	320%	69	1.159
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	28.734.179	-7%	7%	26.702.366	30.765.992
Motonafta	CO <sub>2</sub>	13.486.418	-7%	7%	12.532.784	14.440.051
Motonafta	N <sub>2</sub> O	1.573	-75%	320%	393	6.605
<b>1A3c Ferrocarriles</b>						
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	207.695	-50%	50%	103.330	312.061
Diesel oil y Gas oil	N <sub>2</sub> O	81	-75%	320%	20	340
<b>1A3d Navegación</b>						
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	883.677	-50%	50%	441.044	1.326.310
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	127.327	-50%	50%	63.549	191.106
<b>1A3e Otro tipo de transporte</b>						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	2.514.778	-51%	51%	1.232.488	3.797.068
Gas de refinera	CO <sub>2</sub>	59.845	-51%	51%	29.330	90.360
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	1.596	-50%	50%	794	2.398
<b>1A4 Otros sectores</b>						
<b>1A4a Comercial/Institucional</b>						

Gas natural	CO <sub>2</sub>	3.229.766	-27%	27%	2.360.125	4.099.407
Gas licuado	CO <sub>2</sub>	577.465	-25%	25%	432.063	722.866
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	299.934	-25%	25%	224.413	375.456
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	230.821	-25%	25%	172.702	288.941
<b>1A4b Residencial</b>						
Gas natural	CO <sub>2</sub>	18.931.122	-27%	27%	13.833.762	24.028.483
Gas licuado	CO <sub>2</sub>	3.467.486	-25%	25%	2.594.395	4.340.577
Kerosene y Aerokerosene	CO <sub>2</sub>	1.088.020	-25%	25%	814.064	1.361.977
<b>1A4c Agricultura/Silvicultura/Pesca</b>						
Gas licuado	CO <sub>2</sub>	240.161	-25%	25%	179.690	300.631
Diesel oil y Gas oil	CO <sub>2</sub>	9.673.626	-25%	25%	7.237.869	12.109.382
Motonafta	CO <sub>2</sub>	73.413	-25%	25%	54.928	91.898
Fuel oil	CO <sub>2</sub>	445.155	-25%	25%	333.068	557.242
<b>1B Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles</b>						
<b>1B1 Combustibles sólidos</b>						
<b>1B1a Minas de carbón</b>						
Actividades de minería	CH <sub>4</sub>	1.714	-65%	230%	600	5.658
Actividades post-minería	CH <sub>4</sub>	238	-84%	340%	38	1.048
<b>1B1b Transformación de combustibles sólidos</b>						
<b>1B1c Otros</b>						
<b>1B2 Petróleo y gas natural</b>						
<b>1B2a Petróleo</b>						
Exploración	CO <sub>2</sub>	41.845	-18%	845%	34.313	395.435
Exploración	CH <sub>4</sub>	889	-18%	845%	729	8.397
Producción	CH <sub>4</sub>	10.624	-16%	827%	8.924	98.485
Transporte	CH <sub>4</sub>	592	-70%	245%	178	2.041
Refinación/almacenaje	CH <sub>4</sub>	401	-100%	130%	0	923
<b>1B2b Gas natural</b>						
Producción/procesamiento	CH <sub>4</sub>	153.055	-13%	1033%	133.158	1.734.119
Transmisión/distribución	CH <sub>4</sub>	69.885	-38%	590%	43.329	482.208
Otras fugas	CH <sub>4</sub>	77.820	-100%	106%	0	160.310
<b>1B2c Venteo y quema en antorcha</b>						
Venteo	CO <sub>2</sub>	2.908.039	-55%	100%	1.308.617	5.816.077
Venteo	CH <sub>4</sub>	37.356	-100%	106%	0	76.954
Quema en antorcha	CO <sub>2</sub>	1.927.377	-55%	100%	867.320	3.854.754

## 2. Procesos Industriales

**Tabla A3.2:** Incertidumbre en la estimación de gases de efecto invernadero en el sector *Procesos Industriales*.

Categoría	Gas	Estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)	Límite inferior de la incertidumbre (%)	Límite superior de la incertidumbre (%)	Límite inferior de la estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)	Límite superior de la estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)
<b>2. Procesos Industriales</b>						
<b>2.A. Productos Minerales</b>						
2.A.1 Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	4.445,50	-3%	3%	4.312,14	4.578,87
2.A.2 Producción de cal	CO <sub>2</sub>	2.615,20	-3%	3%	2.541,97	2.688,43
2.A.3 Uso de piedra caliza y dolomita	CO <sub>2</sub>	56,39	-16%	16%	47,48	65,3
<b>2.B. Industria química</b>						
2.B.1 Producción de amoníaco	CO <sub>2</sub>	724	-4%	8%	695,04	781,92
2.B.2 Producción de ácido nítrico	N <sub>2</sub> O	145,4	-57%	100%	62,52	290,8
2.B.5 Otros químicos	CO <sub>2</sub>	1.182,80	-13%	13%	1.029,04	1.336,56
	CH <sub>4</sub>	46,91	-53%	53%	22,05	71,77
<b>2.C. Producción de metales</b>						
2.C.1 Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	5.047,47	-11,40%	11,10%	4.469,73	5.605,31
2.C.3 Producción de aluminio	CO <sub>2</sub>	641,9	-10%	10%	577,71	706,09
	PFC	183,47	-30%	30%	128,43	238,51
2.C.4 Emisiones de SF <sub>6</sub> por la producción de aluminio y magnesio	SF <sub>6</sub>	1,79	-66%	66%	0,61	2,97
<b>2.E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre</b>						
2.E.1 Emisiones de residuos o subproductos	HFC23	177,64	-50%	50%	88,82	266,46

## 3. Agricultura y Ganadería

**Tabla A3.3:** Incertidumbre en la estimación de gases de efecto invernadero en el sector *Agricultura y Ganadería*.

Categoría	Detalle	Gas	Estimación (Gg de CO <sub>2</sub> eq.)	Límite inferior de la incertidumbre (%)	Límite superior de la incertidumbre (%)	Límite inferior de la estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)	Límite superior de la estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)
4. Agricultura y Ganadería							
4.A Ganadería							
4.A.1 Fermentación Entérica	Fermentación Entérica Ganado bovino no lechero	CH <sub>4</sub>	38.033,20	-11%	11%	33.849,60	42.216,90
	Fermentación Entérica Ganado bovino lechero	CH <sub>4</sub>	4.464,70	-28,3%	28,3%	3.200,00	5.729,40
	Fermentación Entérica Búfalos	CH <sub>4</sub>	90,5	-50%	50%	45,3	135,8
	Fermentación Entérica Ovinos	CH <sub>4</sub>	1.577	-41,2%	41,2%	927,1	2.228,10
	Fermentación Entérica Caprinos	CH <sub>4</sub>	423,9	-41,2%	41,2%	249,1	598,60
	Fermentación Entérica Camélidos	CH <sub>4</sub>	591,7	-50%	50%	295,8	887,50
	Fermentación Entérica Equinos	CH <sub>4</sub>	732,3	-44,7%	44,7%	404,8	1.059,80
	Fermentación Entérica Mulares y Asnales	CH <sub>4</sub>	13,9	-44,7%	44,7%	7,7	20,10
	Fermentación Entérica Porcinos	CH <sub>4</sub>	66,8	-42,7%	42,7%	38,2	95,30
4.A.2 Gestión de Estiércol	Manejo del estiércol	CH <sub>4</sub>	791,8	-50,9%	50,9%	389,1	1.194,50
	Estiércol lagunas aeróbicas	N <sub>2</sub> O	16,4	-102%	102%	0	33,1
	Estiércol almacenamiento sólido	N <sub>2</sub> O	1.132,90	-111,8%	111,8%	0	2.399,60
	Estiércol otros sistemas	N <sub>2</sub> O	171,2	-111,8%	111,8%	0	362,6
4.B. Agricultura							
4.B.1 Arrozales							
4.B.1 Arrozales	Arrozales	CH <sub>4</sub>	1081	-51%	51%	530,00	1633,00
4.B.2 Suelos Agrícolas							
4.B.2.a Emisiones Directas e Indirectas por el uso de Fertilizantes Sintéticos (FSN)	FSN	N <sub>2</sub> O	No estimado				
4b2b Emisiones Directas de Cultivos Fijadores (FBN)	FBN	N <sub>2</sub> O	24333	25%	25%	18250	30417

4b2c Aporte de Nitrógeno de residuos de cosecha de cultivos agrícolas	FRC	N <sub>2</sub> O	16609	25%	25%	4152	20762
4b2d Emisiones directas e Indirectas por excretas animales en sistemas pastoriles	Nitroso directo de suelos	N <sub>2</sub> O	17.256,60	100,4%	100,4%	0	34.576,90
	Nitroso indirecto de suelos	N <sub>2</sub> O	5.536,30	77,6%	77,6%	1.242,00	9.830,60
<b>4.B.3. Quema de Residuos Agrícolas y Sabanas</b>							
4.B.3.a Quema de Residuos Agrícolas	Quema de residuos agrícolas	CH <sub>4</sub>	137,08	-20%	20%	109,7	164,5
	Quema de residuos agrícolas	N <sub>2</sub> O	33,3	-20%	20%	26,7	40
4.B.3.b Quema Prescriptas de Sabanas	Quema prescripta	CH <sub>4</sub>	259,14	-20%	20%	207,27	311,01
	Quema prescripta	N <sub>2</sub> O	46,5	-20%	20%	37,2	55,8

#### 4. Cambio del uso del suelo y silvicultura

No se realizó la estimación de incertidumbre para esta categoría

#### 5. Residuos

**Tabla A34.** Incertidumbre en la estimación de gases de efecto invernadero en el sector Residuos.

Categoría	Gas	Estimación	Límite inferior de la incertidumbre (%)	Límite superior de la incertidumbre (%)	Límite inferior de la estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)	Límite superior de la estimación de emisiones (Gg CO <sub>2</sub> Eq.)
6. Residuos						
6.A Residuos Sólidos en SDF						
6.A.1 Residuos manejados en SDF	CH <sub>4</sub>	4.599,00	-49%	49%	2.345,49	6.852,51
6.A.2 Residuos no manejados en SDF	CH <sub>4</sub>	2.098	-60,2%	60,2%	3.360,84	3.360,84
6.B Manejo de Aguas residuales						
6.B.2 Aguas Residuales Domésticas y Comerciales	CH <sub>4</sub>	5.906,00	-42,8%	42,8%	3.378,23	8.433,768
	N <sub>2</sub> O	1.054,00	-11,2%	11,2%	935,95	1.172,048
6.B.1 Aguas Residuales Industriales	CH <sub>4</sub>	5.905,20	-203,8%	203,8%	0	17.939,997 6