

# ESTRATEGIA CLIMÁTICA DE LARGO PLAZO DE URUGUAY



PARA UN DESARROLLO BAJO  
EN EMISIONES DE GASES  
DE EFECTO INVERNADERO  
Y RESILIENTE AL CLIMA



índice

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>GOBERNANZA CLIMÁTICA EN URUGUAY Y LOS COMPROMISOS INTERNACIONALES</b>	<b>18</b>
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA ECLP</b>	<b>24</b>
Principales actividades realizadas	25
Diagnóstico y definición de variables estratégicas	25
Hipótesis y escenarios de futuro	26
Instancias participativas en la ECLP	26
Espacios de intercambio, comunicación y difusión durante el proceso de elaboración de la ECLP	27
<b>ADAPTACIÓN, RESILIENCIA Y REDUCCIÓN DEL RIESGO</b>	<b>29</b>
Consideraciones metodológicas.	30
Hitos relevantes en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo a nivel nacional e internacional.	31
La Política Nacional de Cambio Climático y los Planes Nacionales de Adaptación (PNAs)	32
Proyecciones climáticas en los Planes Nacionales de Adaptación (PNAs) y otros planes y programas	34
Consideraciones prioritarias para el mediano plazo en materia normativa e institucional	35
Sobre la Meta Global de Adaptación.	35
<b>EMISIONES / REMOCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO</b>	<b>40</b>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	40
Evolución pasada y escenario actual	40
Escenarios y trayectorias de emisiones de CO <sub>2</sub> al 2050	46
Escenarios y trayectorias de remociones de CO <sub>2</sub> al 2050	52
Hacia la CO <sub>2</sub> neutralidad al 2050	57
Metano (CH <sub>4</sub> )	60
Evolución pasada y escenario actual	60
Escenarios y trayectorias de emisiones de CH <sub>4</sub> al 2050	64
Hacia la estabilidad en las emisiones de CH <sub>4</sub> al 2050	69
ÓXIDO NITROSO (N <sub>2</sub> O)	71
Evolución pasada y escenario actual	71
Escenarios y trayectorias de emisiones de N <sub>2</sub> O al 2050	72
Hacia la estabilidad en las emisiones de N <sub>2</sub> O al 2050	73

<b>TRANSICIÓN JUSTA</b>	<b>75</b>
<b>APORTE DE URUGUAY A LOS OBJETIVOS DEL ACUERDO DE PARÍS</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>85</b>
<b>ESCENARIOS EMISIONES DEL SECTOR ENERGÍA</b>	<b>87</b>
Escenarios Energía: Información adicional	<b>87</b>
Metodología de proyección	88
Sector Residencial	88
Sector comercial y servicios	90
Sector Actividades Primarias	91
Sector Industrial	92
Sector Industrial – Pasteras	92
Sector Industrial – Otras Industrias	93
Consumo Propio – Refinería	93
Sector Transporte	94
Generación de Energía Eléctrica:	97
Total de emisiones CO <sub>2</sub> y consideraciones finales	99
<b>ESCENARIOS EMISIONES / REMOCIONES GEI DEL SECTOR AFOLU</b>	<b>103</b>
Categorías de Uso de la Tierra	<b>103</b>
Escenario tendencial	<b>104</b>
Escenario Alternativo con una trayectoria de aumento de superficie de bosque nativo (Fnat)	<b>107</b>
Escenario Alternativo con una trayectoria de aumento de superficie forestal de usos varios (Fmad)	<b>109</b>
Cálculo de impacto de incremento del área de bosque de sombra y abrigo en los escenarios alternativos Fnat y Fmad.	<b>113</b>
Emisiones de metano y óxido nitroso de la actividad ganadera en el escenario tendencial	<b>114</b>
Escenario de aumento de productividad en ganadería con estabilidad de las emisiones de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O	<b>117</b>

<b>ESCENARIOS EMISIONES / REMOCIONES GEI DEL SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS, CATEGORÍA PRODUCCIÓN DE CEMENTO</b>	<b>121</b>
Metodología de estimación de emisiones de CO <sub>2</sub>	122
Escenario tendencial	123
Escenario aspiracional a 2050	125
Utilización de materias primas descarbonatadas	125
Nuevos tipos de clinkers de cemento y el uso de Mineralizadores	125
Captura, utilización y almacenamiento de carbono (CUAC)	126
<b>ESCENARIOS EMISIONES / REMOCIONES GEI DEL SECTOR RESIDUOS, CATEGORÍA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>129</b>
Generación de residuos sólidos municipales	130
Cantidad de residuos sólidos municipales dispuestos en SDF	132
Cantidad de residuos sólidos industriales dispuestos en SDF	133
Composición de residuos	133
Factor de conversión de metano (MCF)	134
Metano capturado	135
Escenario sin Plan Nacional de Gestión de Residuos (PNGR)	135
Generación de residuos sólidos municipales	135
Escenarios aspiracionales a 2050 de la ECLP	137
Características y gestión en los sitios de disposición final	138
Generación	139
Valorización	140
PNGR preliminar	140



# SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Documento para Consulta Pública

- **AFOLU:** Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (por su sigla en inglés)
- **ALUR:** Alcoholes del Uruguay
- **ANCAP:** Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland
- **ANMM:** Aumento del Nivel Medio del Mar
- **AP:** Acuerdo de París
- **AR5:** Quinto Informe de Evaluación del IPCC (por su sigla en inglés) **AUCI:** Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional
- **AR6:** Sexto Informe de Evaluación del IPCC (por su sigla en inglés)
- **BCU:** Banco Central del Uruguay
- **BEN:** Balance Energético Nacional
- **BEV:** Vehículos Eléctricos a Batería (por su sigla en inglés)
- **BIEE:** Base Indicadores Eficiencia Energética
- **BUR:** Informe Bienal de Actualización
- **BTR:** Informe Bienal de Transparencia
- **CDN:** Contribución Determinada a nivel Nacional (por su sigla en inglés)
- **CH<sub>4</sub>:** Metano
- **CIU:** Cámara de Industrias del Uruguay
- **CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- **ComAd:** Comunicación de Adaptación
- **CN:** Comunicación Nacional
- **CO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono
- **COP:** Conferencia de las Partes en la Convención (por su sigla en inglés)
- **CUAC:** Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono
- **DA:** Dato de actividad
- **DINACC:** Dirección Nacional de Cambio Climático
- **ECH:** Encuesta Continua de Hogares
- **ECLP:** Estrategia Climática de Largo Plazo
- **EEA:** Agencia Europea de Medio Ambiente (por su sigla en inglés)
- **EMEP:** Programa europeo de monitoreo y evaluación (por su sigla en inglés)
- **ENACE:** Estrategia para el Empoderamiento Climático
- **ENIG:** Estrategia Nacional de Igualdad de Género
- **FCEV:** Vehículos de Celdas de Combustible Alimentados por Hidrógeno (por su sigla en inglés)
- **FE:** factor de emisión
- **GdC:** Grupo de Coordinación
- **GdT:** Grupo de Trabajo
- **EI:** Gases de efecto invernadero
- **Gg:** Giga gramo
- **GGIR:** Grupo de Gestión Integral del Riesgo
- **GIRH:** Gestión Integrada de Recursos Hídricos
- **GNA:** Gabinete Nacional Ambiental
- **GNL:** Gas natural licuado
- **GTP:** Potencial de Temperatura Global (por su sigla en inglés)

- **GWP:** Potencial de calentamiento global (por su sigla en inglés)
- **HFC:** Hidrofluorocarbonos
- **HEV:** Vehículos Híbridos Enchufables (por su sigla en inglés)
- **IEU:** Intensidad energía útil
- **INE:** Instituto Nacional de Estadísticas
- **INGEI:** Inventario nacional de gases de efecto invernadero
- **INIA:** Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
- **INUMET:** Instituto Uruguayo de Meteorología
- **IPCC:** Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por su sigla en inglés)
- **IPPU:** Procesos Industriales y Uso de Productos (por su sigla en inglés)
- **LOTDS:** Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible
- **MA:** Ministerio de Ambiente
- **MCF:** Factor de Conversión de Metano (por su sigla en inglés)
- **MDN:** Ministerio de Defensa Nacional
- **MEC:** Ministerio de Educación y Cultura
- **MEF:** Ministerio de Economía y Finanzas
- **MEVIR:** Movimiento de erradicación de vivienda insalubre rural
- **MGAP:** Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
- **MGA:** Meta Global de Adaptación
- **MGAP:** Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
- **MIDES:** Ministerio de Desarrollo Social
- **MIEM:** Ministerio de Industria, Energía y Minería
- **MINTUR:** Ministerio de Turismo
- **MRREE:** Ministerio de Relaciones Exteriores
- **MRV:** Medición, Reporte y Verificación
- **MSP:** Ministerio de Salud Pública
- **MSW:** Residuos Sólidos Municipales (por su sigla en inglés)
- **MTOP:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas
- **MTSS:** Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
- **MVOTMA:** Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
- **NAMA:** Acción Nacional Apropiada de Mitigación (por su sigla en inglés)
- **N<sub>2</sub>O:** Óxido Nitroso
- **NMM:** Nivel Medio del Mar
- **ODS:** Objetivos de desarrollo sostenible
- **OIT:** Organización Internacional del Trabajo
- **OPYPA:** Oficina de Programación y Política Agropecuaria
- **OPP:** Oficina de Planeamiento y Presupuesto
- **PHEV:** Vehículos Híbridos No Enchufables (por su sigla en inglés)
- **PIB:** Producto Interno Bruto
- **PMUS:** Política de Movilidad Urbana Sostenible
- **PNA-Agro:** Plan Nacional de Adaptación a la variabilidad y cambio climático en el sector agropecuario
- **PN Aguas:** Plan Nacional de Aguas
- **PNA-Costas:** Plan Nacional de Adaptación en la zona costera
- **PNA-Ciudades:** Plan Nacional de Adaptación en ciudades e infraestructuras
- **PNA-Energía:** Plan Nacional de Adaptación en el sector Energía

- **PNA-Salud:** Plan Nacional de Adaptación en el sector Salud
- **PNCC:** Política Nacional de Cambio Climático
- **PNGIRD:** Política Nacional para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres
- **PNGR:** Plan Nacional de Gestión de Residuos
- **PNRCC:** Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático
- **PV:** Energía fotovoltaica (por sus sigla en inglés)
- **RCP:** Representative Concentration Pathway
- **REDD+:** Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación Forestal de bosque nativo y otras actividades (por su sigla en inglés)
- **RRNN:** Recursos Naturales
- **RRSS:** Residuos Sólidos
- **RSM:** Residuos Sólidos Municipales
- **RSU:** Residuos Sólidos Urbanos
- **SDF:** Sitio de Disposición Final
- **SIA:** Sistema de Información Ambiental
- **SIN:** Sistema Interconectado Nacional
- **SINAE:** Sistema Nacional de Emergencias
- **SINGEI:** Sistema Nacional de Inventario
- **SimSEE:** Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica
- **SNA:** Sistema Nacional Ambiental
- **SNAACC:** Secretaría Nacional de Agua, Ambiente y Cambio Climático
- **SNE:** Sistema Nacional de Emergencias
- **SNRCC:** Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y

variabilidad

- **SSP:** Shared Socioeconomic Pathways
- **UCC:** Unidad de Cambio Climático
- **UNIT:** Instituto Uruguay de Normas Técnicas
- **UTCUTS:** Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura
- **UTE:** Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas
- **VAB:** Valor Agregado Bruto

ESTRATEGIA CLIMÁTICA  
DE LARGO PLAZO DE URUGUAY  
PARA UN DESARROLLO  
BAJO EN EMISIONES DE GEI Y  
RESILIENTE AL CLIMA

# 01

## INTRODUCCIÓN

Documento para Consulta Pública

# 01 INTRODUCCIÓN

Con el objeto de atender las disposiciones establecidas en el Acuerdo de París (AP), así como también promover la adaptación y mitigación en Uruguay ante el desafío del cambio climático, Uruguay elaboró y presentó, en el marco de la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), su Primera Contribución Determinada a nivel Nacional (CDN<sub>1</sub>) al Acuerdo de París ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) en noviembre de 2017, luego de haber sido aprobada por Decreto No 310/017 del Poder Ejecutivo.

La CDN 1 de Uruguay incluye la Primera Comunicación de la Adaptación (ComAd<sub>1</sub>) bajo el Artículo 7.10 del Acuerdo de París, así como metas para mitigar el cambio climático hacia el 2025 y principales acciones que aportan al alcance de dichas metas, las que son monitoreadas a partir de un sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) diseñado específicamente para ese fin<sup>1</sup>.

Adicionalmente, en el marco de la Cumbre de Acción Climática de la Organización de las Naciones Unidas de 2019, Uruguay anunció su compromiso de preparar y presentar una *“Estrategia de Largo Plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, con el objetivo de aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos y basado en el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y respectivas capacidades, que incluya una meta aspiracional de neutralidad de CO<sub>2</sub> hacia 2050”*, para responder a la invitación incluida en el Art. 4.19 del Acuerdo de París.

---

<sup>1</sup> [https://visualizador.gobiernoabierto.gub.uy/visualizador/api/repos/%3Apublic%3Aorganismos%3Aambiente%3Avisualizador\\_cdn.wcdf/generatedContent](https://visualizador.gobiernoabierto.gub.uy/visualizador/api/repos/%3Apublic%3Aorganismos%3Aambiente%3Avisualizador_cdn.wcdf/generatedContent)



Teniendo en consideración que la base del acuerdo nacional sobre cambio climático en Uruguay es la PNCC, que establece lineamientos estratégicos generales para la respuesta al cambio climático y las CDN que apuntan a establecer las medidas en plazos más cortos, esta ECLP busca proyectar los escenarios posibles, en consideración a las futuras generaciones y reforzando los diferentes compromisos asumidos por el país, como parte de un proceso de construcción e implementación de una política de Estado en cambio climático.

La ECLP pretende reflejar la visión aspiracional de largo plazo de Uruguay en materia de cambio climático, tanto en materia de adaptación y resiliencia como de emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que permita mostrar cómo el país contribuye al cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París. Los instrumentos de corto y mediano plazo que explicitan las medidas, políticas y acciones concretas para transitar las sendas aspiracionales de la ECLP, incluyendo su evaluación económica, serán las sucesivas CDN junto con otros planes y políticas nacionales y sectoriales.

Dada la particular vulnerabilidad de Uruguay ante los efectos del cambio climático y variabilidad, aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia y reducir la vulnerabilidad es una prioridad de la política climática del país y por ello se incluye en la ECLP como una de las secciones centrales del documento.

Con la ECLP se busca reforzar la importancia del camino recorrido por Uruguay en materia de adaptación y agregar valor a través de la sistematización de los diferentes procesos sectoriales de planificación de la adaptación que se encuentran actualmente en elaboración (PNA-Salud y PNA-Energía) o implementación (PNA-Agro, PNA-Costas y PNA-Ciudades), identificando sinergias entre estos procesos y áreas que se deberán profundizar, fortalecer y/o atender a futuro.

El presente documento, por lo tanto, mantiene a la adaptación como una prioridad en la política y acción climática nacional, buscando avanzar en el logro de la paridad política entre mitigación y adaptación que promueva

la necesaria movilización de recursos y apoyos externos para acciones de adaptación. Se reconoce, también, la importancia de seguir elaborando PNAS de forma sectorial o territorial, asegurando que esos procesos aporten a la implementación de la PNCC, nutran su sistema de MRV y aprovechen de forma sinérgica los avances generados en conocimiento científico del país. Por otra parte, se destaca la necesidad de avanzar en la inclusión de áreas y equipos de trabajo específicos en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo en diferentes ámbitos institucionales, y promover un área y equipo específico de adaptación en la DINACC del MA. Por último, se incluye, también, la referencia a la importancia de que los procesos de adaptación de Uruguay contribuyan, de forma conceptual y metodológica, a la operacionalización de la Meta Global de Adaptación y al Balance Mundial del Acuerdo de París.

Si bien Uruguay representa el 0,04% de las emisiones globales de GEI, los esfuerzos por promover un desarrollo con la menor intensidad posible de emisiones de GEI han estado siempre presentes en los diferentes instrumentos de cambio climático. En este sentido, resulta importante mencionar la Política Energética de Uruguay (2008-2030), a partir de la cual se realizó una transformación estructural de la matriz energética muy rápida, introduciendo generación eléctrica a partir de biomasa, eólica y solar en alta proporción, siendo el 76% de la potencia instalada renovable. Esto ha permitido desacoplar las emisiones de CO<sub>2</sub> del crecimiento de la economía, en línea con uno de los objetivos de mitigación incluidos en la CDN<sub>1</sub> de Uruguay. En esta ECLP, el sector Energía se plantea el desafío de iniciar una segunda transformación que, junto con la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible que está en proceso de elaboración, permita transitar sendas de descarbonización de aquellos sectores que aún siguen teniendo un peso relativo importante en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con este objetivo, se incluye un escenario aspiracional alternativo y tecnológicamente viable en el sector de la energía (92% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país según INGEI 2017), que incluye transporte, industria, residencial, comercial y servicios, agro, pesca y minería, que implica una sustitución gradual de las fuentes fósiles utilizadas y uso por fuentes renovables, el impulso a los vehículos eléctricos a batería y la incorporación

de hidrógeno verde, de manera de minimizar las emisiones remanentes de CO<sub>2</sub> en el largo plazo, en ese camino hacia la CO<sub>2</sub> neutralidad al 2050.

Para aunar esfuerzos en este proceso, el sector de procesos industriales y uso de productos (8% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país según INGEI 2017) plantea también alternativas de descarbonización de la industria del cemento, a través de alternativas tecnológicas de sustitución gradual del clinker en la fabricación de cemento, en base a formulaciones de cemento y tecnologías disponibles actualmente, que permitan reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> debido a la transformación química de las materias primas.

De manera de acompañar la descarbonización de los sectores emisores de CO<sub>2</sub> y en el camino hacia la CO<sub>2</sub> neutralidad al 2050, el sector agropecuario y de uso de la tierra plantea diferentes escenarios de secuestro de carbono, particularmente asociados a incrementos en la superficie de bosque nativo, montes de abrigo y sombra para ganadería y plantaciones forestales para madera de aserrío y otros usos industriales, que contribuyen en términos de secuestro de carbono y también en términos de productividad. En el sector agropecuario, los esfuerzos de mitigación derivados de una expansión de la forestación comercial pueden implicar “trade-offs” con otros aspectos ambientales, como ser la sustitución de campo natural, que habrá que considerar al momento de definir acciones concretas de corto y mediano plazo, en las diferentes instancias de implementación de la política pública. Cabe mencionar que el aumento en el área de plantaciones forestales comerciales

desde la aprobación de la Ley Forestal 15.939/87, hizo que el resultado neto de emisiones de CO<sub>2</sub> fuera negativo durante el período 1990-2017 (secuestro de CO<sub>2</sub>), lo que tiende a estabilizarse con el aumento de las extracciones de madera y el secuestro a igualarse con las emisiones.

En relación al metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), dos gases de efecto invernadero fuertemente vinculados a la producción de alimentos, el sector agropecuario (94% del total de emisiones de CH<sub>4</sub> y 97% del total de emisiones de N<sub>2</sub>O del país según INGEI 2017) plantea escenarios de estabilidad de emisiones en la transición hacia el 2050, representando estos escenarios una ambición creciente en relación a los objetivos incluidos en la CDN<sub>1</sub> de Uruguay. A través de estos escenarios, Uruguay pretende aportar al objetivo de “no poner en riesgo la producción de alimentos” consignado en el Acuerdo de París, pero sin aumentar las emisiones de GEI, en uno de los principales sectores de la economía del país, muy vulnerable a los efectos del cambio climático.

Por otra parte, las emisiones de metano generadas por la gestión de los residuos sólidos urbanos (6% del total de emisiones de CH<sub>4</sub> del país según INGEI 2017) se reducirán considerablemente como producto de la implementación del Plan Nacional de Gestión de Residuos, liderado por el Ministerio de Ambiente de Uruguay, con una visión estratégica de economía circular. Para este sector se plantean escenarios ambiciosos de minimización del enterramiento de residuos sólidos en la senda hacia el 2050.

Como instrumento de planificación en el largo plazo, la ECLP facilitará la elaboración e implementación de objetivos y acciones de mediano y corto plazo que se incluirán en las sucesivas CDN de Uruguay, en un proceso como el que se esquematiza a continuación:



Fuente: elaboración propia

El proceso de elaboración de la ECLP fue liderado por el Grupo de Coordinación (GdC) del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y variabilidad (SNRCC)<sup>2</sup>, integrado por representantes de diversos Ministerios y otras Instituciones nacionales, que permite trabajar de forma coordinada y asegurar una mirada

transversal sobre el tema, potenciando la acción climática en Uruguay. El GdC del SNRCC conformó, en mayo de 2020, un Grupo de Trabajo específico para llevar adelante este proceso (GdT ECLP)<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/238-2009>

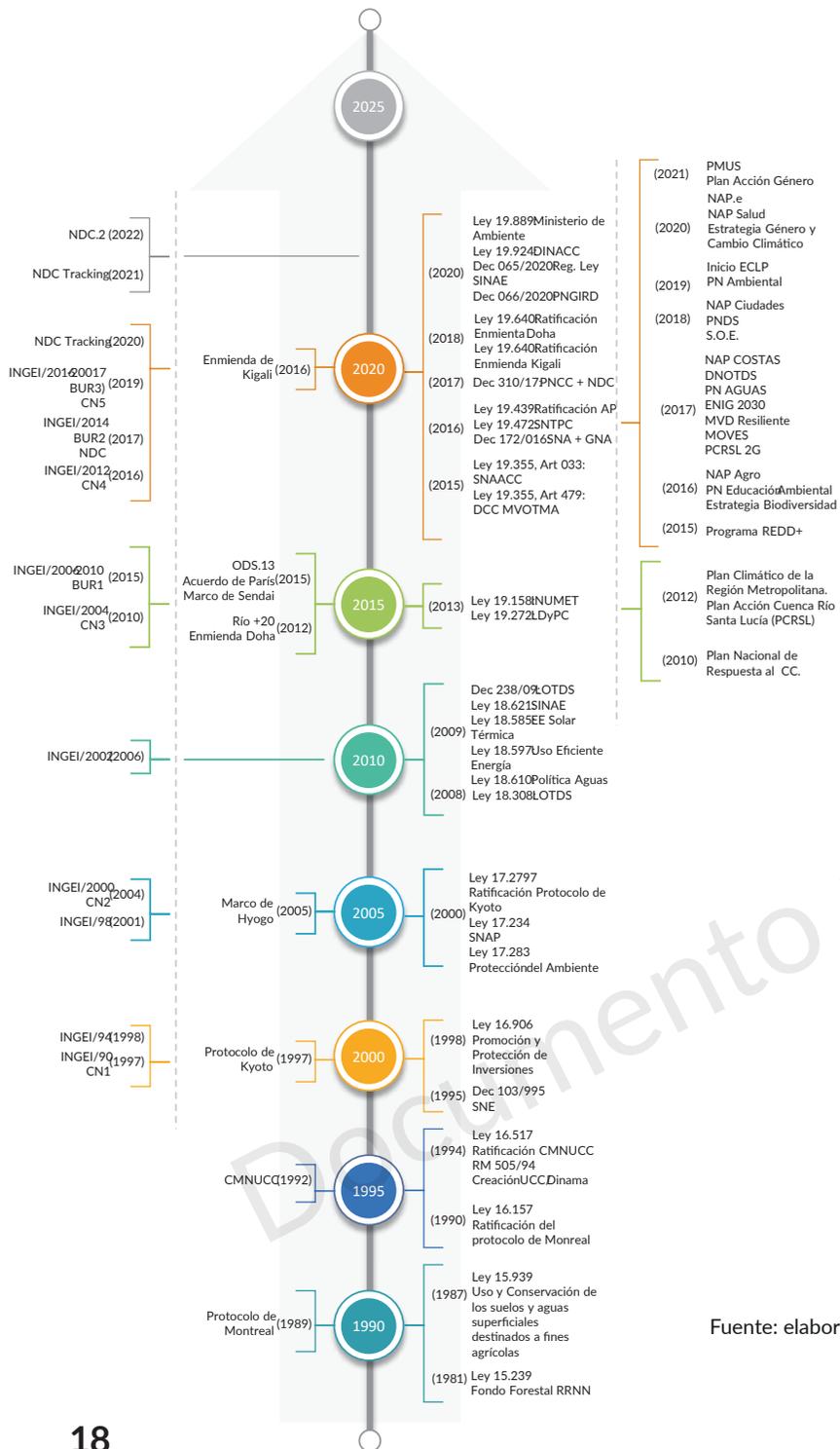
<sup>3</sup> Integrado por representantes de las siguientes instituciones: MEF, MGAP, MIEM, MINTUR, MRREE, MSP, OPP, SINAIE, MTSS.

# 02

## GOBERNANZA CLIMÁTICA EN URUGUAY Y LOS COMPROMISOS INTERNACIONALES

Documento para Consulta Pública





## 02 GOBERNANZA CLIMÁTICA EN URUGUAY Y LOS COMPROMISOS INTERNACIONALES

Fig. 1: Hitos relevantes en la política climática del país y su vínculo con los compromisos internacionales

Fuente: elaboración propia

Desde la adopción de la CMNUCC en la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992, la gobernanza climática en el país ha evolucionado de manera de acompañar esos procesos, cumplir con sus compromisos internacionales y vincularlos con la política climática nacional. Como parte de esa evolución y jerarquización de la temática ambiental a nivel nacional, que se confirma en el año 2020 con la creación del Ministerio de Ambiente, algunos hitos han sido muy significativos para la política climática en el país.

La década del noventa se destaca por la creación del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), en 1990, por Ley 16.112, siendo el primer órgano responsable de la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los planes nacionales de protección del ambiente, así como de proponer e implementar la política nacional ambiental. Cabe resaltar, también, su función de garantizar el cumplimiento de los acuerdos y convenios internacionales en materia ambiental suscritos por Uruguay. En 1994 se destaca la creación de la Unidad de Cambio Climático (Resolución Ministerial 505/94) dentro de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA-MVOTMA) y la ratificación de la CMNUCC, mediante la Ley 16.517.

El primer Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Uruguay (INGEI) fue estimado para el año 1990, presentado en la Primera Comunicación Nacional (CN<sub>1</sub>) en el año 1997 ante la CMNUCC, año en el que se adoptó a nivel internacional el Protocolo

de Kioto. El segundo INGEI de Uruguay correspondió al año 1994 y fue presentado en 1998.

A partir de la sanción de la Ley General sobre Protección del Medio Ambiente (Ley 17.283), en el año 2000, se generaron competencias para el MVOTMA en materia climática y se establecieron previsiones sobre la política nacional ambiental y la gestión ambiental, incluyendo el derecho de los ciudadanos a gozar de un ambiente sano.

Uruguay publicó su tercer INGEI, correspondiente al año 1998, en 2001, año en el que también se ratificó a nivel nacional el Protocolo de Kioto (Ley 17.279).

En 2004, Uruguay presentó su Segunda Comunicación Nacional (CN<sub>2</sub>) conteniendo el INGEI 2000 y en 2005 se aprobó, en la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, el Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015. En el año 2006, Uruguay presentó el INGEI 2002.

En el año 2009 tiene lugar uno de los hitos más significativos en cuanto a la institucionalidad climática a nivel nacional, con la creación del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y variabilidad (SNRCC), como ámbito de coordinación horizontal, a cargo del ex MVOTMA, actual Ministerio de Ambiente, en el que participan instituciones públicas que trabajan en temas de cambio climático y cuyo objetivo es coordinar y planificar las acciones necesarias para la prevención de riesgos, la mitigación y adaptación al cambio climático.

En 2010, el Grupo de Coordinación del SNRCC adoptó el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (PNRCC), como instrumento para incluir el cambio climático en la estrategia de desarrollo sostenible de Uruguay a largo plazo. Ese mismo año, en oportunidad de la COP16 en Cancún (México), Uruguay presentó su CN<sub>3</sub> que incluyó el INGEI 2004. En esa misma COP se consagró la creación del Fondo Verde para el Clima (FVC).

En 2012 se estableció el Plan Climático de la Región Metropolitana y un año más tarde se estableció el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) por Ley 19.158.

El año 2015 fue uno de los más relevantes a nivel internacional, en la medida que tuvieron lugar diversas conferencias claves e interrelacionadas que derivaron en documentos sustantivos para la arquitectura ambiental y climática global, entre las que se destacan la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en la Asamblea General de la ONU y la adopción del Acuerdo de París en la 21ª Conferencia de las Partes de la CMNUCC. Ese mismo año Uruguay presentó su Primer Informe Bienal de Actualización (BUR1), incluyendo el INGEI 2010. En este marco tan sustantivo para la agenda climática, Uruguay creó la Dirección de Cambio Climático en el marco del ex MVOTMA (actual MA), sustituyendo la existente División de la DINAMA, y ratificó, en 2016, el Acuerdo de París por Ley 19.439.

En 2016, el SNRCC convocó a instituciones públicas y privadas, a organizaciones de la sociedad civil y a la academia para la elaboración de la PNCC, que fue aprobada en 2017 por Decreto 310/017 del Poder Ejecutivo, mismo año y Decreto con el que se aprobó la Primera Contribución Determinada a nivel Nacional de Uruguay al Acuerdo de París (CDN<sub>1</sub>). En ese mismo año, Uruguay presentó su CN<sub>4</sub>, incluyendo el INGEI 2012 y se inició el proceso de elaboración del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para el sector agropecuario (PNA-Agro), con el fin de contribuir a la mejora en los medios de vida de las poblaciones rurales mediante sistemas de producción animal y vegetal sostenibles y menos vulnerables a los impactos de la variabilidad y el cambio climático.

La PNCC es un instrumento estratégico y programático, *rector de la política climática nacional y subnacional del Estado, que instituye el objetivo de promover la adaptación y mitigación en el país y le da el rol a la política pública de contribuir al desarrollo sostenible con una perspectiva global, de equidad intra e intergeneracional y de derechos humanos, procurando lograr una sociedad más resiliente, menos vulnerable, con mayor capacidad de adaptación al cambio y variabilidad climática, tanto como más consciente y responsable de los desafíos que involucra el cambio climático, promoviendo una economía con bajas emisiones de carbono y teniendo como horizonte temporal el año 2050.* Es el norte de la acción climática de Uruguay a corto, mediano y largo plazo y ordena el modo de comprender el ciclo de política climática uruguaya, desde el diagnóstico y la planificación, a la implementación y el monitoreo. Está integrada por cinco dimensiones: gobernanza, conocimiento, social, ambiental y productiva, cada una de las cuales involucra lineamientos generales de acción distribuidas por sectores y áreas.

La Primera CDN<sub>1</sub> de Uruguay al Acuerdo de París es el instrumento de implementación de la PNCC, tal como se establece en su párrafo 23. Incluye los objetivos para mitigar el cambio climático, las principales medidas de mitigación que aportan al alcance de dichos objetivos y las principales medidas de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, constituyendo la Primera Comunicación de Adaptación (ComAd<sub>1</sub>) elaborada por el país. La contribución de Uruguay se centra en poder desarrollarse con la menor intensidad posible de emisiones de GEI, “descarbonizando” su economía en el tiempo y a su vez adaptándose, mediante la reducción de su vulnerabilidad y el aumento de su resiliencia, realizando todo esto de un modo que no amenace la producción de alimentos. Dado el perfil de emisiones de Uruguay, fuertemente marcado por las emisiones relativas a la producción de alimentos, se incluyen objetivos globales de intensidad de emisiones por unidad de PIB para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, así como objetivos específicos de intensidad de emisiones vinculados a la producción de carne vacuna y objetivos para el sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS).

El proceso de elaboración del Plan Nacional de Adaptación para la zona Costera (PNA-Costas) se inició en 2017, focalizándose en el fortalecimiento de las capacidades para identificar los impactos y las vulnerabilidades del sector costero y el mismo será presentado en la COP26. En 2017 Uruguay presentó su Segundo Informe Bial de Actualización (BUR2), conteniendo el INGEI 2014. En el plano subnacional, en el mismo año, se elaboró la Estrategia de Resiliencia de Montevideo, que favorece la institucionalización de una Oficina de Resiliencia de la Intendencia de Montevideo.

En 2017 se inició, también, el proceso de la Estrategia Nacional para la Igualdad de Género al 2030, como hoja de ruta para brindar orientación al Estado en materia de igualdad de género a mediano plazo. La Estrategia se aprobó en 2018 (Decreto 137/18) e incorpora entre sus líneas la promoción de medidas de adaptación al cambio climático. Esto se ve reforzado por la creación del Grupo de Trabajo de Género en el marco del SNRCC y por la Estrategia de Género y Cambio Climático de 2019.

El proceso de elaboración del Plan Nacional de Adaptación en Ciudades e Infraestructuras (PNA-Ciudades) se inició en 2018, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático mediante la creación de capacidades de adaptación y resiliencia en ciudades, infraestructuras y entornos urbanos. Este PNA se encuentra en fase de finalización y será presentado en la COP26.

Documento para Consulta Pública



En setiembre de 2019, en la Cumbre de Acción Climática de Naciones Unidas, el gobierno de Uruguay anunció su compromiso de preparar y presentar una Estrategia de Largo Plazo, para responder a la invitación incluida en el Art. 4.19 del Acuerdo de París. Ese mismo año finalizó y fue presentado ante la CMNUCC el PN-Agro, la CN<sub>5</sub> y el BUR<sub>3</sub>, incluyendo el INGEI 2016 y 2017 respectivamente.

En el año 2020, se creó el Ministerio de Ambiente de Uruguay, mediante Ley 19.889/020, y como parte de su estructura la antigua División de Cambio Climático se convierte en Dirección Nacional de Cambio Climático (DINACC), reflejo claro y contundente de la voluntad de priorizar la cuestión ambiental a nivel nacional y los aspectos de cambio y variabilidad climática en particular. La DINACC tiene como funciones: cumplir con las obligaciones nacionales en el contexto de los acuerdos ambientales multilaterales sobre cambio climático y la protección de la capa de ozono de los cuales Uruguay es Parte y apoyar el funcionamiento del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y variabilidad (SNRCC). La DINACC es el punto focal ante la CMNUCC y opera como Autoridad Nacional Designada ante el Fondo de Adaptación, el Fondo Verde del Clima, el Centro y Red de Tecnología del Clima de la CMNUCC, la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), el Programa EUROCLIMA de la Unión Europea, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), la Secretaría de Ozono y demás órganos del Protocolo de Montreal.

En 2020 comenzó, también, la elaboración de la ECLP de Uruguay y se aprobó la Política Nacional de Gestión Integral de Riesgos de Emergencias y Desastres en Uruguay, destacando particularmente la relación entre la gestión integral del riesgo de desastres y la adaptación, así como las pérdidas y daños. Ese mismo año se inició, también, la planificación nacional de adaptación de los sectores de energía y salud (PNA-Energía y PNA-Salud).

En 2021, se inició el proceso de elaboración de la Estrategia Nacional para el Empoderamiento Climático (ENACE).

El proceso de elaboración de la Segunda Contribución Determinada a nivel Nacional (CDN<sub>2</sub>) iniciará en 2022 en el marco del SNRCC, de manera de cumplir con lo establecido en el Acuerdo de París que indica que cada país deberá comunicar una CDN cada cinco años. El Acuerdo de París establece, también, que las sucesivas CDN deben representar una progresión con respecto a la anterior y reflejar la mayor ambición posible del país, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales. Los escenarios aspiracionales de emisiones / remociones de GEI y el contenido de la Sección de Adaptación de esta ECLP serán un insumo fundamental para elaborar la CDN<sub>2</sub> y ComAd<sub>2</sub>.

# 03

PROCESO DE  
ELABORACIÓN DE LA ECLP

Documento para Consulta Pública



# 03 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA ECLP

Fig. 2. Esquema del proceso de elaboración de la Estrategia Climática de Largo Plazo de Uruguay, mayo 2020 – noviembre 2021



Fuente: elaboración propia

La figura anterior esquematiza el proceso seguido para la elaboración de la ECLP en Uruguay. En azul, en la parte inferior del esquema, se pueden visualizar los hitos más relevantes en el proceso participativo desde la conformación del Grupo de Trabajo ECLP en el marco del SNRCC, en mayo de 2020, hasta la presentación de la ECLP ante la CMNUCC en noviembre de 2021. En verde, en la parte superior del esquema, se incluyen las principales actividades llevadas a cabo por el GdT como parte del proceso, que tomó como referencia algunos lineamientos metodológicos de la prospectiva estratégica pero que requirió mucha flexibilidad y adaptabilidad a lo largo del proceso, así como la aplicación de otras técnicas.

## Principales actividades realizadas

### Diagnóstico y definición de variables estratégicas

El trabajo comenzó con algunos diagnósticos que permitieron tener insumos para proyectar en el largo plazo en adaptación y resiliencia y las emisiones / remociones de GEI. Para ello, se trabajó en estrecha coordinación con otros dos Grupos de Trabajo del SNRCC:

1. GdT INGEI<sup>4</sup>: responsable de la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Uruguay y por coordinar el Sistema Nacional de INGEI.
2. GdT Adaptación<sup>5</sup>: responsable de coordinar aspectos vinculados con la planificación de la adaptación en el país.

El GdT INGEI realizó un análisis de la serie histórica de Inventarios de GEI de Uruguay, que abarca el período 1990 – 2017, de manera

---

<sup>4</sup> Equipo nacional experto en la estimación de emisiones y remociones de GEI, aplicando los lineamientos metodológicos adoptados en el marco de la CMNUCC. Conformado por representantes de los equipos técnicos sectoriales del MA, MGAP, MIEM.

<sup>5</sup> Este GdT se conformó en agosto de 2020 teniendo, entre sus objetivos, apoyar el proceso de elaboración de la ECLP para la sección Adaptación, Resiliencia y Reducción del Riesgo.

de identificar aquellas categorías que mayor incidencia tienen en términos de emisiones / remociones de GEI, y que explican el 90-95% de las emisiones del país, como insumo fundamental para el trabajo de elaboración de escenarios y trayectorias de emisiones / remociones para la ECLP. Todos los materiales generados a partir de este análisis se hicieron públicos en el sitio web de la ECLP<sup>6</sup> y fueron presentados en el Taller Virtual realizado en diciembre de 2020.

Con la colaboración del GdT Adaptación, se realizó la sistematización de los diferentes procesos de planificación de la adaptación en Uruguay, a partir de revisión de la documentación existente y entrevistas a referentes clave de esos procesos. Como resultado, tomando las dimensiones de la PNCC como referencia, se identificaron fortalezas y sinergias entre procesos, áreas en las que se requiere fortalecer y profundizar el trabajo, nuevas áreas a atender y líneas de trabajo futuras en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo.

En materia de empleo, se trabajó con el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social para analizar el empleo de los diferentes sectores y categorías que explican las emisiones / remociones de GEI en el país, desagregada por sexo, edad, localización geográfica, vínculo funcional y monto imponible. Posteriormente, se analizaron las oportunidades y los riesgos en materia de empleo, género y generaciones de los escenarios aspiracionales que se plantean en la ECLP, que permitirán definir acciones concretas para asegurar una transición justa en este proceso de descarbonización hacia 2050 y garantizar que nadie quede atrás.

Por último, se elaboraron y acordaron proyecciones de evolución demográfica y del Producto Interno Bruto (PIB), a partir de proyecciones oficiales disponibles y tendencias históricas, que fueron usadas por los diferentes equipos técnicos en la elaboración de los escenarios de la ECLP.

---

<sup>6</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/diagnosticos-insumos-relevancia>

## Hipótesis y escenarios de futuro

Los escenarios y trayectorias de emisiones y remociones de GEI fueron contruidos a partir del análisis de la serie histórica de INGEI (sectores, categorías y variables relevantes) y de las proyecciones acordadas de evolución demográfica y de PIB. En tal sentido, los escenarios planteados incluyen las emisiones de GEI de categorías que representan el 95% de las emisiones totales del país. Estos escenarios incluyen los GEI CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O y el trabajo técnico fue realizado desde los equipos de los ministerios sectoriales asociados a las emisiones y remociones de dichos GEI: Oficina de Programación y Política Agropecuaria del MGAP, Dirección Nacional de Energía del MIEM y Dirección Nacional de Cambio Climático y División Planificación del MA.

Como consigna general para el trabajo se definió que se elaborarían al menos dos escenarios para cada uno de los sectores y para cada uno de los GEI: i) un escenario tendencial, cuya trayectoria debía asegurar el cumplimiento de los objetivos incondicionales incluidos en la CDN<sub>1</sub> para cada gas al año 2025 (año meta de la CDN<sub>1</sub>); ii) al menos un escenario aspiracional, y considerar trayectorias de reducción de emisiones y aumento de secuestro de carbono ambiciosas, entre las que se debía considerar la meta aspiracional de neutralidad de CO<sub>2</sub> al 2050 anunciada por el gobierno de Uruguay en 2019 en la Cumbre del Clima.

Siguiendo esos lineamientos, la elaboración de los escenarios y trayectorias aspiracionales de emisiones / remociones de GEI se basaron, en el conocimiento técnico institucional y experiencias de otros países, en la opinión de expertos nacionales sobre las perspectivas sectoriales a nivel nacional y global, futuras tecnologías, potenciales cambios culturales y de reglamentación, barreras y desafíos para avanzar hacia el camino deseado e instrumentos y políticas necesarias para levantar las limitaciones. Se realizaron, también, reuniones entre los equipos de los diferentes sectores de manera de analizar posibles interacciones y asegurar consistencia y coherencia entre los diferentes escenarios aspiracionales planteados.

Sobre la base de los escenarios aspiracionales planteados por cada uno de los sectores y para los diferentes GEI, junto con la información diagnóstica generada para la ECLP, se realizaron los análisis de oportunidades y amenazas en materia de empleo, género y generaciones que surgen de dichas trayectorias. Uruguay entiende que la transición planteada en su ECLP debe ser justa y estos aspectos, entre otros, serán atendidos a la hora de definir acciones concretas de corto y mediano plazo para transitar dichas sendas, poniendo especial consideración sobre niños, niñas y adolescentes de hoy, quienes enfrentarán las peores consecuencias del cambio climático y serán protagonistas en dicha transición.

La lógica del análisis de futuro realizado para la adaptación, resiliencia y reducción del riesgo fue diferente, en el entendido que los diferentes procesos sectoriales de planificación de la adaptación existentes en el país ya miran el futuro y planifican en el mediano y largo plazo. Teniendo en cuenta eso, la definición fue analizar críticamente lo hecho hasta el momento, resaltar puntos fuertes y sinergias entre los procesos, identificar áreas a fortalecer, nuevas áreas a atender y líneas de trabajo futuras en materia de adaptación y resiliencia. Para ello, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica y se mantuvieron entrevistas con actores clave vinculados directamente con dichos procesos. Con la intención de que la ECLP permita agregar aún más valor a todos los esfuerzos realizados por el país en este tema, se define la conveniencia de aportar a la implementación de la Meta Global de Adaptación y al Balance Mundial a través de las diferentes acciones en adaptación que desarrolle Uruguay.

## Instancias participativas en la ECLP

Como parte del proceso de elaboración de la ECLP, considerando y atendiendo la especial situación sanitaria producto de la pandemia de COVID-19 que transcurrió durante todo el proceso, se realizaron diferentes instancias participativas virtuales, que permitieron presentar avances y recibir insumos de diferentes actores de la sociedad:

- Agosto 2020: Lanzamiento del proceso de elaboración de la ECLP<sup>7</sup> (virtual), evento que contó con la presencia de la Ministra interina de Ambiente (MA), Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Subsecretario de Industria, Energía y Minería (MIEM), Subsecretaria de Relaciones Exteriores (MRREE), Ministro de Salud Pública (MSP), Subsecretario de Turismo (MINTUR) y Subsecretaria de Educación y Cultura (MEC).
- Cada uno de ellos aportó su visión sobre este tema desde cada una de sus instituciones y manifestó la voluntad política de emprender este proceso. La Secretaria Ejecutiva de la CMNUCC, Patricia Espinosa, grabó un video especialmente para la ocasión.
- Diciembre de 2020: Taller Virtual<sup>8</sup> de amplia participación, en el cual se presentaron los principales insumos disponibles para elaborar la ECLP y se recibieron aportes en base al trabajo en subgrupos temáticos.
- Setiembre de 2021: Presentación de avances de la ECLP<sup>9</sup>, en las diferentes secciones que integrarán el documento: adaptación y resiliencia; emisiones y remociones de GEI y consideraciones transversales (transición justa; aspectos macroeconómicos).

<sup>7</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/lanzamiento-estrategia-climatica-largo-plazo-uruguay>

<sup>8</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/materiales-taller-virtual-estrategia-climatica-largo-plazo-eclp>

<sup>9</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/presentacion-avances-estrategia-climatica-largo-plazo-uruguay-eclp>

- Noviembre de 2021: Consulta pública de la ECLP.

### Espacios de intercambio, comunicación y difusión durante el proceso de elaboración de la ECLP

- *Espacio de comunicación y difusión virtual:* en agosto de 2020, se diseñó el espacio dedicado a la Estrategia Climática de Largo Plazo en la página web del Ministerio de Ambiente, en el que se hizo disponible toda la información que se fue generando durante el proceso y que incluyó vías de comunicación y contacto con el equipo técnico a cargo.
- *Espacios de intercambio, comunicación y difusión:* se mantuvieron reuniones con el Grupo de Trabajo de Género y con el Grupo de Trabajo Educación, Comunicación y Sensibilización del SNRCC, con el objetivo de alinear y complementar procesos y contribuir a los objetivos de la ECLP. En particular, el GdT Educación, Comunicación y Sensibilización lidera el proceso de elaboración de la Estrategia para el Empoderamiento Climático (ENACE por su sigla en inglés), actualmente en curso, para el cual la ECLP ha sido un insumo fundamental. Ambas estrategias, ENACE y ECLP, continuarán retroalimentándose en el futuro.



# 04

ADAPTACIÓN, RESILIENCIA  
Y REDUCCIÓN DEL RIESGO

Documento para Consulta Pública

## 04 ADAPTACIÓN, RESILIENCIA Y REDUCCIÓN DEL RIESGO

El Gobierno de Uruguay decidió elaborar e incluir una sección de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo en su ECLP por las siguientes razones: en primer lugar, porque aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia ante el cambio climático y reducir los riesgos que conlleva es una prioridad nacional y, por lo tanto, debe ser un aspecto sustancial a integrar en un proceso de planificación de largo plazo; en segundo lugar, porque Uruguay requiere avanzar en dimensionar y explicitar los esfuerzos y acciones posibles y necesarias para fortalecer la adaptación, resiliencia y reducir el riesgo ante el cambio climático; y en tercer lugar, porque Uruguay busca aportar al fortalecimiento de una gobernanza global que registre una paridad política y de movilización de recursos financieros entre adaptación y mitigación del cambio climático, para lo cual es estratégico dirigir esfuerzos que aporten al diseño de la Meta Global de Adaptación y al Balance Mundial previstos en el Acuerdo de París. Sumado a las razones indicadas, se entiende que la invitación a elaborar y presentar ECLP en el Acuerdo de París, habilita la posibilidad de incluir el tema adaptación y resiliencia en este ejercicio de planificación.

Aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia ante el cambio climático y reducir los riesgos que conlleva, es una prioridad para Uruguay. Esto se justifica en el hecho de que Uruguay posee una economía abierta basada fuertemente en la producción agroindustrial, representando las exportaciones de alimentos un 79% del total (PNA-Agro), y un sector turístico que en años recientes ha alcanzado gran dinamismo. Su población y principales infraestructuras están en áreas de riesgo; el 70% del total de la población se encuentra en los departamentos costeros (Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado, Rocha) y el 59% de las zonas costeras presentan un uso turístico (PNA-Costas). Estos factores lo convierten en un país altamente vulnerable al cambio y la



variabilidad climática, y acorde a las proyecciones climáticas elaboradas en el marco de los Planes Nacionales de Adaptación, los eventos extremos asociados aumentarán su intensidad y frecuencia. Un Aumento del Nivel Medio del Mar (ANMM) que a fines de siglo implicaría hasta 12.000 Ha de superficies inundadas, pérdidas de hasta 23.000 km<sup>2</sup> por erosión costera, un incremento de casi 35% para el horizonte lejano en las precipitaciones medias anuales, un aumento en la ocurrencia de ciclones y anticiclones sobre el océano, así como eventos extremos de viento, aumento en la temperatura entre 1.5 y 3 °C, con una evolución creciente, de casi el doble en la ocurrencia de olas de calor.

Considerando lo anterior y sabiendo la complejidad que implica planificar y avanzar en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo climático, es que Uruguay vio necesario incorporar y hacer explícitas las necesidades del país en este tema en los diferentes procesos de planificación en el ámbito de la acción climática, tengan como eje central o no la adaptación. Ejemplo de ello son las Comunicaciones Nacionales (CNs), el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (PNRCC), la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), los diferentes Planes Nacionales de Adaptación (PNAs), la primera Comunicación de la Adaptación (ComAd<sub>1</sub>) y la presente ECLP.

A su vez, cabe mencionar que, a través de los esfuerzos por aumentar la capacidad de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo, Uruguay aporta al objetivo del Acuerdo de París indicado en el párrafo 1.b del artículo 2, que se transcribe a continuación: *“Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos”*. De hecho, a través de este documento se busca reflejar dicho aporte y conectar esos esfuerzos con la Meta Global de Adaptación (MGA), explicitando la importancia de aportar información que facilite la realización del Balance Mundial en adaptación.

Por último, cabe mencionar que la invitación a elaborar y presentar ECLP refiere a la posibilidad de aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia. Esto lo hace al referir al artículo 2 en la invitación (párrafo 19 del artículo 4): *“Todas las Partes deberían esforzarse por formular y comunicar estrategias a largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo presente el artículo 2 y tomando en consideración sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales”*. Al indicar *“teniendo presente el artículo 2”* en el Artículo 4.19 se explicita, además de la meta de temperatura, la necesidad de aumentar la capacidad de adaptación y la resiliencia al clima.

### Consideraciones metodológicas.

Sector Agropecuario, uno para la zona costera y otro en ciudades e infraestructuras, y que estén en elaboración otros dos PNAs: en Energía y en Salud. Considerando dicha definición, es que esta sección se elaboró con una perspectiva “agregada” y enfocada en lo normativo e institucional, no entrando en especificidades sectoriales o territoriales en las cuales se enfocan los actuales y potenciales PNAs.

La segunda premisa metodológica refiere al hecho de que Uruguay es altamente afectado por el cambio y la variabilidad climática y por este motivo es que en la ECLP se proponen acciones que buscan fortalecer los aspectos normativos e institucionales en materia de adaptación respecto a la evolución pasada y estado actual, sin poner foco en los potenciales impactos que se derivan de las proyecciones climáticas de mediano y largo plazo, cuestión que sí es atendida por los diversos PNAs en sus sectores o territorios.

Cabe mencionar que esta definición metodológica se distingue de la forma en la que se construyeron los escenarios y proyecciones de emisiones y remociones de GEI que se presentan en la sección a continuación. El ejercicio en materia de emisiones y remociones estuvo impulsado por la detección de escenarios deseables y viables (en materia

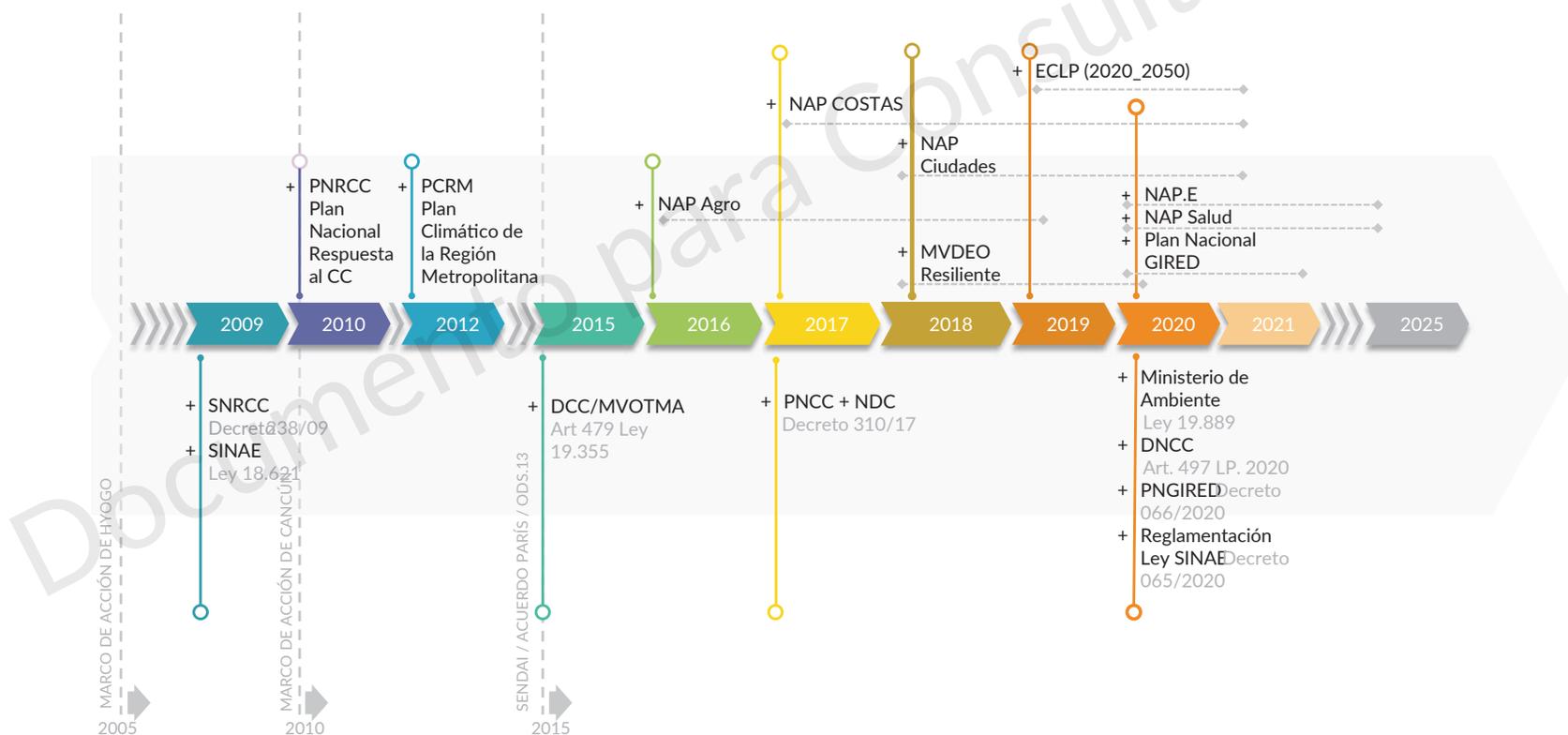
de emisiones y remociones) a mediados de siglo y a partir de allí se elaboraron diferentes sendas de emisiones y remociones. Esta distinción está determinada, también, por las diferencias existentes respecto a la posibilidad de cuantificar la adaptación, resiliencia y reducción del riesgo en comparación con la cuantificación de emisiones y remociones de GEI.

### Hitos relevantes en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo a nivel nacional e internacional.

Se presentan a continuación algunos hitos relevantes en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo a nivel nacional e internacional, así como una breve descripción de los PNAs en los que

el país se ha embarcado hasta el presente y su vínculo con la PNCC. A partir del análisis de la evolución en la institucionalidad, el diseño e implementación de la política climática nacional, los compromisos internacionales y los diferentes procesos de planificación de la adaptación en curso, se presentan posibles acciones de mediano y largo plazo en materia institucional y normativa que permitan aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia de Uruguay ante el cambio climático y reducir el riesgo. Por último, se presenta la relevancia de trabajar la adaptación en Uruguay buscando aportar a la Meta Global de Adaptación.

Fig. 3. Hitos relevantes en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo a nivel nacional e internacional, período 2008-2021



## La Política Nacional de Cambio Climático y los Planes Nacionales de Adaptación (PNAs)

La **Política Nacional de Cambio Climático (PNCC)** de Uruguay es un instrumento estratégico y programático preparado por el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y Variabilidad (SNRCC), adoptado por el Gabinete Nacional Ambiental en 2017 (aprobado por Decreto 317/2017). Asimismo, la PNCC es el instrumento rector de la política climática nacional e instituye el objetivo de promover la adaptación y mitigación en el país, y le da el rol a la política pública de contribuir al desarrollo sostenible “...con una perspectiva global, de equidad intra e intergeneracional y de derechos humanos, procurando lograr una sociedad más resiliente, menos vulnerable, con mayor capacidad de adaptación al cambio y variabilidad climática, tanto como más consciente y responsable de los desafíos que involucra el cambio climático, promoviendo una economía de bajas emisiones de carbono, a partir de procesos productivos y servicios sostenibles ambiental, social y económicamente, que incorporan conocimiento e innovación”.

La PNCC establece los senderos de la acción climática de Uruguay a corto, mediano y largo plazo, elaborados de modo participativo, con todos los actores de la sociedad. De esta forma, la Política ordena el modo de comprender el ciclo de política climática uruguaya, desde el diagnóstico y la planificación, a la implementación y el monitoreo. Con lo cual, uno de sus principales aportes, no sólo a nivel nacional sino internacional, es proveer un modo de ver y organizar el andamiaje de documentos que de ésta se desprenden.

Entre las prioridades de adaptación, el país se planteó el desarrollo de PNAs de carácter sectorial y territorial. Como fue indicado, a la fecha ya se alcanzó la aprobación del PNA Agro mientras que el PNA Costas y el PNA Ciudades se encuentran próximos a su finalización. A su vez, el PNA Energía y PNA Salud se encuentran en etapas iniciales de su elaboración. A continuación, se presenta una breve descripción del contenido y estados de situación de estos planes.

El **PNA-Costas** se planteó como objetivos incorporar una perspectiva de adaptación en el desarrollo e implementación del marco de políticas de la zona costera; fortalecer las capacidades a nivel nacional, departamental y municipal relacionadas con la gestión y adaptación del riesgo climático en los ecosistemas costeros a través de la formación de recursos humanos y el financiamiento de acciones específicas, según corresponda en materia de competencias presupuestarias en los respectivos niveles de gobierno y promover la preservación de los espacios y procesos naturales costeros amenazados por el cambio y la variabilidad climática. Asimismo, se plantea contribuir al desarrollo sostenible con una perspectiva de equidad procurando una sociedad más resiliente, más adaptada, y más consciente en la zona costera. A la fecha, ha avanzado en aspectos vinculados a la generación de conocimientos para la comprensión de la vulnerabilidad de la costa, la definición de acciones de adaptación que minimicen pérdidas y daños en infraestructuras y ecosistemas naturales y reduzcan su vulnerabilidad, el fortalecimiento de las capacidades institucionales a nivel nacional y local, así como a la integración de esta dimensión en marcos normativos costeros.

El **PNA-Ciudades** tiene como objetivos reducir la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático mediante la creación de capacidades de adaptación y resiliencia en ciudades, infraestructuras y entornos urbanos; facilitar la integración de las medidas de adaptación al cambio climático, de manera uniforme, en las políticas, programas y actividades, así como en procesos y estrategias de planificación del desarrollo concretos dirigidos a las ciudades y al ordenamiento territorial. Desde 2018 se ha avanzado en el proceso, identificando como logros el análisis de amenazas, la sistematización de actividades de adaptación y buenas prácticas de planificación urbana con perspectivas de cambio climático, entre otras.

En el sector agropecuario se llevó adelante un proceso que culminó con la elaboración del **PNA-Agro** como herramienta para el diseño y la evaluación de políticas orientadas a aumentar la capacidad adaptativa y disminuir la vulnerabilidad ante la variabilidad y el cambio climático.

Como resultado, se definió una estrategia a 2050 que contribuye a desarrollar y adoptar sistemas de producción animal y vegetal menos vulnerables a los impactos de la variabilidad y el cambio climático; conservar los agroecosistemas y sus servicios; mejorar los medios de vida de las poblaciones rurales; y fortalecer las capacidades institucionales para la gestión de estos sistemas de producción sostenibles y adaptados. En base a esto, se definió un marco lógico de la estrategia a 2050 en torno a cuatro dimensiones: sistemas de producción; ecosistemas y recursos naturales; medios de vida; y capacidades institucionales. A su vez, se identificaron 66 medidas de adaptación y se definió un plan de acción a 2025 para su implementación, identificando el estado de cada una de las medidas, beneficiarios y actores involucrados, así como financiamiento y barreras para su implementación. El PNA-Agro fue presentado en 2019 en la COP 25 de la CMNUCC en Madrid.

En la CDN<sub>1</sub> se definió desarrollar un **PNA para el Sector Energético** en concordancia con las políticas nacionales de energía y de cambio climático. Sus objetivos se centran en generar y fortalecer la capacidad de resiliencia, prevención y respuesta del sector energético del Uruguay, fortaleciendo las capacidades institucionales y de los actores involucrados; mejorar el conocimiento sobre la vulnerabilidad del sector energético en relación a los escenarios de cambio climático; establecer lineamientos estratégicos para la adaptación del sector que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad de la población y de los sectores productivos frente a los efectos negativos del cambio climático; establecer las necesidades de desarrollo de capacidades para implementar las acciones de adaptación; medidas para el desarrollo de los lineamientos estratégicos; así como la identificación y priorización de acciones que muestren sinergia entre adaptación y mitigación.

En la CDN<sub>1</sub> también se incorporó el compromiso de elaborar un **PNA en Salud** y se definieron metas para este sector orientadas hacia el fortalecimiento de capacidades, el desarrollo de conocimientos específicos y la mejora de las capacidades de gestión. A corto plazo, se plantea la elaboración de un programa de capacitación en cambio

climático y salud para trabajadores del sector, y el desarrollo de un sistema de alerta temprana ante eventos extremos de temperatura (olas de calor y frío). A mediano plazo, un plan de prevención para diferentes amenazas asociadas a enfermedades transmisibles por vectores sensibles al cambio climático y el estudio de modelos predictivos para enfermedades vectoriales y zoonosis; la definición de indicadores de salud ambiental vinculados al cambio climático, y un diagnóstico de la capacidad de respuesta y de la infraestructura de los servicios y centros asistenciales de salud ante eventos extremos relacionados al clima.



## Proyecciones climáticas en los Planes Nacionales de Adaptación (PNAs) y otros planes y programas

El esquema que se presenta a continuación, resume las proyecciones climáticas en los diferentes Planes Nacionales de Adaptación (PNA-Agro, PNA-Costas y PNA-Ciudades), y las desarrolladas en el marco del Plan Nacional de Aguas y en el Primer Atlas de Riesgo del Uruguay (SINAE).

Fig. 4: Proyecciones climáticas en los PNAs de Uruguay y otros planes y programas

 PNA Agro	CMIP5CANESM2 CMIP5CNRMCM5 CMIP5GFDLIESM2M CMIP5MPHESMHR	RCP 4.5 RCP 8.5		 Ot-Inv 10% a 25% (~2040) 15% a 40% (~2070)  1.5°C a 3°C (~2070)  Menos días de heladas  Déficit Hídrico Pronunciado
 PNA Costas	CMIP5: MODELOS MCGs	RCP 4.5 RCP 8.5		 0.5°C a 1.5°C (~2044) 1.0°C a 4.5°C (~2099)  15,000 a 22,000 km2  40 a 45 cm (~2050) 55 a 60 cm (~2099)  2m (~2069)           (+) Anticiclones Locales (+) Borrascas Extra Tropicales
 PNA Ciudades	CMIP6- CAMSCSM1.0 CMIP6- Canesm5 CMIP6- ECEarth3 CMIP6- ECEarthVeg CMIP6- MRHESM20"	SSP245 SSP370 SSP585		 Ot-Inv 20% a 30% (~2044) 50% a 90% (~2099)  0.5°C a 1.5°C 2044 1.6°C a 2.6°C SSP245 (+) Olas de Calor 2.6°C a 5.1°C SSP585 (+) Duración           (+) Vientos Extremos V. Corta duración 200km/h V. Larga duración 100km/h
 Plan Nacional de Aguas	Enfoque integrado y multidimensional de "gestión de riesgos climáticos"			 Escenarios Climáticos E1: Precipitación (+5%): Evapotranspiración (Actual) E2: Precipitación -5%: Evapotranspiración (Actual) E3: Precipitación (Actual): Evapotranspiración (+10%)
 Atlas de Riesgo	Análisis de riesgo probabilístico CSCM4	RCP 2.6 RCP 4.5 RCP 6.0 RCP 8.5		 0.1% a 3.1%  0.1% a 5.0%  25% a 29.7% (Agropecuario) Aumento en la cobertura  0.3% a 0.8%

Fuente: elaboración propia

## Consideraciones prioritarias para el mediano plazo en materia normativa e institucional

Se refuerza la decisión de Uruguay de mantener a la adaptación como una prioridad en la política y acción climática. Esto confirma y refuerza la forma de trabajo que ha llevado adelante el país, al considerar y destacar el tema en los diferentes procesos de planificación e implementación en cuestiones de cambio climático. Lo anterior implica, en concreto, que Uruguay evalúe y defina cómo elaborará y presentará su ComAd<sub>2</sub>. Cabe mencionar que la ComAd<sub>1</sub> fue elaborada durante el mismo proceso de elaboración de la CDN<sub>1</sub> y es una subsección dentro de esta. En la búsqueda de fortalecer las capacidades de adaptación y resiliencia y reducir el riesgo, resulta necesario revisar la forma de elaboración y, sobre todo, de presentación de la ComAd<sub>2</sub>, buscando avanzar en la paridad entre mitigación y adaptación.

Uruguay mantiene la estrategia de elaborar los PNAs de forma sectorial o territorial lo que le ha permitido avanzar en procesos potentes y con posibilidades de implementación real. Más allá de esto, se ve la conveniencia de tomar en cuenta las siguientes consideraciones para potenciar la robustez de los diferentes PNAs: i) asegurar que los planes en elaboración y futuros aporten a la implementación de la PNCC y en concreto nutran al sistema de MRV de dicha PNCC; ii) aprovechar de forma sinérgica entre PNAs los vínculos y necesidades de conocimiento que provienen de la academia, en particular en lo que a proyecciones climáticas requieren.

Se propone avanzar en la inclusión de áreas y equipos de trabajo con foco específico en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo en diferentes ámbitos institucionales. En este sentido, se destaca la reciente creación del Grupo de Trabajo de Adaptación en el marco del SNRCC y la necesidad de fortalecer su funcionamiento y priorizarlo como ámbito de coordinación de las diferentes acciones en la materia. Este espacio podría favorecer una mirada más integral de las etapas del ciclo político de la adaptación (planificación, implementación y monitoreo) más allá de la dinámica sectorial y territorial de los planes.

De forma similar, se identifica la necesidad de avanzar en la definición de un área y equipo especializado en la materia a la interna de la propia DINACC, pudiendo atender y potenciar la acción a nivel territorial/subnacional, nacional y en los diferentes espacios de negociación internacional y mecanismos financieros internacionales y regionales. Cabe destacar la referencia a los mecanismos financieros, en el entendido que una transición justa hacia una sociedad más adaptada y resiliente requiere de apoyos del exterior, considerando las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las respectivas capacidades, a la luz de las circunstancias nacionales.

### Sobre la Meta Global de Adaptación.

A través de esta sub sección Uruguay comunica su decisión de avanzar en la definición de un enfoque que permita conectar los resultados de sus acciones



de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo con el “objetivo mundial relativo a la adaptación, que consiste en aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático”, como se indica en el Párrafo 1 del Artículo 7 del Acuerdo de París buscando aportar de forma conceptual y metodológica al diseño de la Meta Global de Adaptación (MGA)<sup>10</sup>

Esta decisión se basa en el entendido de que hacer el esfuerzo conceptual y metodológico de diseñar las metas de adaptación de los diferentes procesos nacionales buscando aportar a la MGA permitirá avanzar en la búsqueda de la paridad política y de movilización de recursos financieros entre mitigación y adaptación. A su vez, considerando el estado actual incipiente en el diseño de la MGA, estos esfuerzos podrán aportar e influir en su diseño e implementación y posicionar como referencia para la comunidad internacional, las diferentes acciones en materia de adaptación diseñadas e implementadas por Uruguay. Por último y no menor, el diseño de acciones en línea con el marco de la MGA podría facilitar el acceso a fondos y apoyos tan necesarios para avanzar en las necesidades de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo.

En relación a esto, cabe destacar lo indicado en el Párrafo 5 del Artículo 7: *“Las Partes reconocen que la labor de adaptación debería llevarse a cabo mediante*

*un enfoque que deje el control en manos de los países, responda a las cuestiones de género y sea participativo y del todo transparente, tomando en consideración a los grupos, comunidades y ecosistemas vulnerables, y que dicha labor debería basarse e inspirarse en la mejor información científica disponible y, cuando corresponda, en los conocimientos tradicionales, los conocimientos de los pueblos indígenas y los sistemas de conocimientos locales, con miras a integrar la adaptación en las políticas y medidas socioeconómicas y ambientales pertinentes, cuando sea el caso”.*

En el Informe del IPCC publicado en 2018, se presentaron los tres componentes que hacen a la MGA:

- Capacidad de Adaptación - Capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias;
- Resiliencia - Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosos respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación;
- Vulnerabilidad - Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

---

<sup>10</sup> <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/new-elements-and-dimensions-of-adaptation-under-the-paris-agreement-article-7>

Cabe mencionar que la Meta Global de Adaptación es objeto de un mandato provisto al Comité de Adaptación de la CMNUCC para que brinde recomendaciones considerando enfoques para revisar el progreso en su cumplimiento y las incluya en su informe anual para la COP26<sup>11</sup>.

A su vez, el Comité ha elaborado un documento técnico que da cuenta de los desafíos conceptuales (no sólo respecto a los tres componentes de la meta sino al propio concepto de adaptación), metodológicos (dificultad de atribuir resultados a las intervenciones, las líneas de base cambiantes y las incertidumbres en materia de amenazas), empíricos (las dificultades de los países para contar con bases de datos actualizadas y con información relevante, confiable y de buena calidad), políticos (tradicionales sensibilidades en la CMNUCC, incluyendo en relación a la mitigación) y los trade off. En tal sentido, el Comité enuncia distintas opciones posibles para medir el progreso colectivo y sugiere un conjunto de enfoques.

Algunos de los enfoques reconocidos por el Comité de Adaptación para avanzar en la evaluación del progreso de la adaptación a nivel global son:

- Métricas estandarizadas aplicadas en diferentes escalas;
- Métricas específicas al contexto, como las métricas para evaluar los riesgos;
- Enfoque de proximidad al objetivo, que intenta conciliar la tensión entre la sensibilidad a los contextos nacionales y la viabilidad de una evaluación global del progreso mediante el uso de metas y objetivos de adaptación nacionales como puntos de referencia;
- Consensos sobre objetivos de la acción de adaptación, fuentes de evidencia, métodos para hacer seguimiento de la adaptación, y cómo categorizar las acciones;

---

<sup>11</sup> Ver el Informe 2021 del Comité de Adaptación con las recomendaciones de la Meta Global de Adaptación en <https://unfccc.int/documents/307007>

- Otros mecanismos de revisión internacionales basados en procesos hermanos como la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres.

Cada uno de estos enfoques tiene fortalezas y debilidades a la luz del proceso en la CMNUCC y de la situación particular de Uruguay en su proceso de adaptación. Por ejemplo, el Comité de Adaptación celebró una reunión de expertos técnicos en agosto de 2018 sobre los indicadores y metas de adaptación, en la que concluyó -entre otros aspectos- que utilizar sistemas *top-down* como ODS y Sendai podía no ser lo más apropiado para la arquitectura *bottom-up* del Acuerdo de París<sup>12</sup>.

Al mismo tiempo, mientras algunos países y grupos buscan avanzar en métricas cuantitativas que puedan contrastarse con los medios de implementación provistos, otros prefieren evaluar el progreso colectivo a partir de objetivos o metas nacionales o colectivas, incluso si a nivel nacional se busca contar con indicadores cuantitativos.

En todos los casos, es de reconocer que los puntos de partida en materia de indicadores de adaptación y sistemas de monitoreo y evaluación nacionales son muy disímiles. Como se reconoce en el Informe de la Brecha de Adaptación 2020 (UNEP, 2021), el 33% de países cuenta con sistemas de monitoreo y evaluación específicos para la adaptación y el 11% se encuentra en el proceso de desarrollarlos. El 34% de los países tiene algún tipo de seguimiento de sus medidas de adaptación, mientras que el 31% está planeando emprender o ya ha emprendido algún tipo de evaluación o revisión de sus planes de adaptación.

Cabe destacar, también, que la consideración de la MGA en el diseño y

---

<sup>12</sup> Ver informe de la reunión en [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/ac14\\_indicators.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/ac14_indicators.pdf)



planificación de la adaptación en Uruguay se dará en un momento clave considerando la realización del primer Balance Mundial, cuyo proceso comienza este año y desembocará en 2023 (COP28). En el marco del Balance Mundial, se llevará adelante el reconocimiento de esfuerzos de adaptación de los países en desarrollo; el fortalecimiento de la acción de adaptación teniendo en cuenta las Comunicaciones de Adaptación; la revisión de la idoneidad y eficacia de la adaptación y del apoyo; y la revisión del progreso colectivo para alcanzar la Meta Global de Adaptación (ver párrafo 14 del Artículo 7).

En cuanto a las fuentes del Balance Mundial definidas en las Decisiones 1/CP.21 y 19/CMA.1, es clave considerar que las principales en el caso de los Estados Partes son los informes y comunicaciones, especialmente aquellas en el contexto del Acuerdo de París, como: las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), las Comunicaciones de Adaptación (ComAd) y los Informes Bienales de Transparencia (BTR). Sin embargo, el primer Informe Bienal de Transparencia se presentará luego del primer Balance Mundial. De cualquier modo, no se trata de las únicas fuentes y los Estados Partes pueden indicar otras.

En el marco de la elaboración de esta ECLP se realizó un primer esfuerzo conceptual de “conectar” los lineamientos estratégicos de la PNCC (sus Párrafos) con metas aspiracionales de mediano y largo plazo que podrían aportar al marco de la MGA. Cabe mencionar que este esfuerzo fue solo a modo de ejercicio técnico para evaluar y extraer lecciones

sobre la posibilidad y complejidad de aportar a la MGA y comenzar a delinear posibles enfoques para hacerlo. Vale recordar también el objetivo general de la PNCC y en particular respecto a “...lograr una sociedad más resiliente, menos vulnerable, con mayor capacidad de adaptación al cambio y variabilidad climática...” incluyendo así los tres componentes de la MGA.

Más allá de dicho ejercicio preliminar, Uruguay se compromete a aportar al diseño de la MGA a través de las diferentes acciones de adaptación que realice y, en particular, a través de su ComAd<sub>2</sub>, a elaborar y presentar ante la CMNUCC en 2022.

# 05

## EMISIONES / REMOCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Documento para Consulta Pública



# 05 EMISIONES / REMOCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En esta sección se presentan los escenarios y trayectorias de emisiones y remociones de GEI de la ECLP para el período 2020-2050, por gas y por sector.

Como ya fuera mencionado, los escenarios planteados incluyen las emisiones de GEI de categorías que representan el 95% de las emisiones totales del país.

Para cada gas, se incluye un análisis de la evolución pasada y el escenario actual de emisiones / remociones de GEI de cada sector y los escenarios y trayectorias al 2050.

## DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)

### Evolución pasada y escenario actual

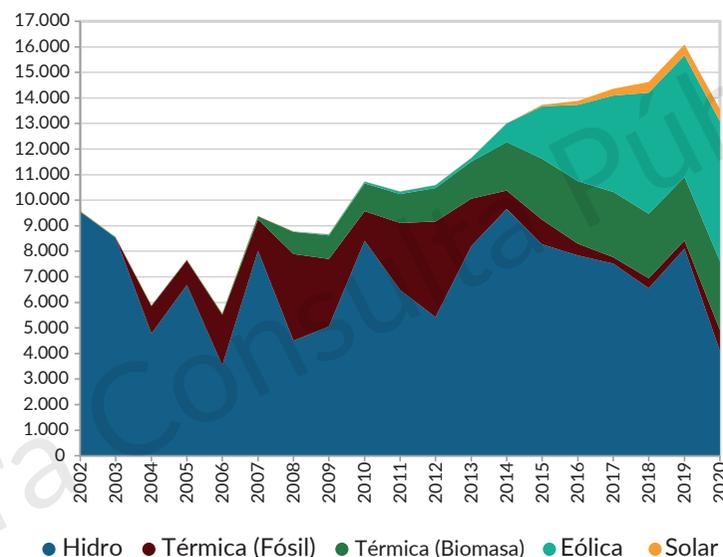
#### 1. Sector Energía

Uruguay no tiene reservas probadas de hidrocarburos; es un importador de petróleo que es refinado por una empresa estatal y tiene un bajo consumo de gas natural importado. La generación de electricidad se realizó históricamente con centrales hidroeléctricas complementadas con termoeléctricas en base a combustibles fósiles líquidos.

La hidroelectricidad tiene una alta y creciente vulnerabilidad al cambio y la variabilidad climática, que históricamente era complementada con combustibles fósiles, impactando tanto en emisiones de GEI como en el costo de abastecimiento. A partir de la Política Energética (2008-2030)

se realizó una transformación estructural muy rápida, introduciendo generación eléctrica a partir de biomasa, eólica y solar en alta proporción (76% de la potencia instalada es renovable), en una sinergia entre adaptación y mitigación (ver Fig. 5. Generación electricidad por fuente acumulado).

GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR FUENTE ACUMULADO



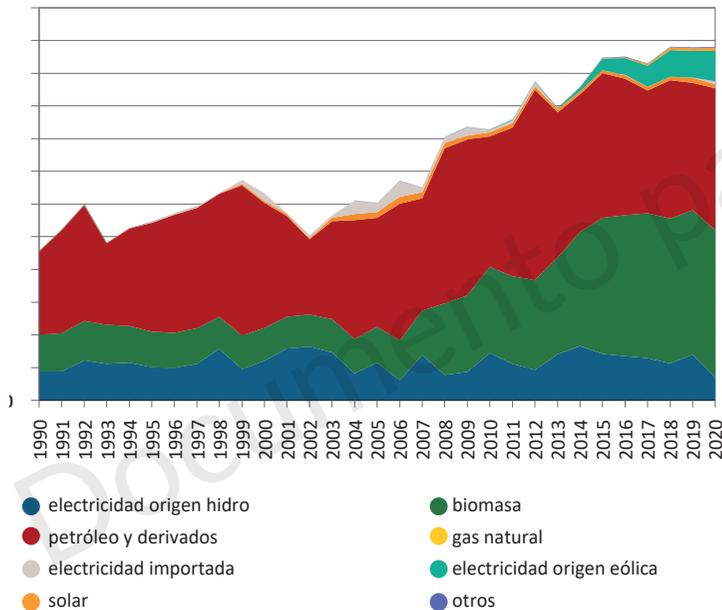
El esfuerzo realizado para diversificar la matriz eléctrica condujo a una reducción de la dependencia de los combustibles fósiles que en años secos era crítica, así como de la importación de electricidad para cubrir la demanda interna, reduciendo la vulnerabilidad del sistema. Por otra parte, las termoeléctricas fósiles que funcionaban en la base junto con la hidroeléctrica fueron sustituidas por equipos más eficientes y aptos para entradas rápidas en operación para cubrir posibles faltantes de energía.

En paralelo a la diversificación de la matriz energética se desarrolló una estrategia de promoción de la eficiencia energética que permitió reducir la intensidad energética, aplicando distintos instrumentos de carácter general y sectorial.

Hacia adelante, para mantener bajas las emisiones, se entiende necesario poner énfasis en el almacenamiento de energía proveniente de fuentes variables. En ello también tiene su rol la Estrategia de Hidrógeno Verde que está en elaboración. Ésta puede llevar a una segunda transformación, abarcando tanto el sector de generación como los sectores del consumo, en particular industrial y transporte, así como la exportación.

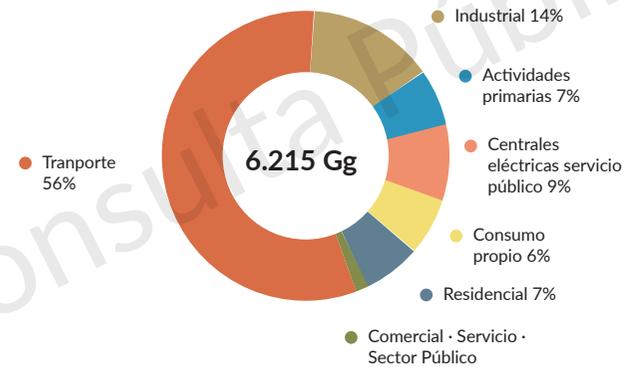
En cuanto a los sectores de consumo, la instalación de dos grandes plantas de celulosa llevó al sector industrial a ser el primer consumidor de energía y a la biomasa a ser la principal fuente de energía. Esto se verá amplificado dado que está en construcción una tercera planta de celulosa. La leña es principalmente consumida en la industria, así como en calefacción residencial (ver Fig. 6. Abastecimiento por fuente acumulado).

ABASTECIMIENTO DE ENERGIA POR FUENTE ACUMULADO



Dadas las características del sector de generación de energía eléctrica y el consumo industrial, el transporte es el sector de mayor consumo de combustibles fósiles y el principal emisor de GEI dentro del sector energético (ver gráfico 6. Emisiones de CO<sub>2</sub> por sector), por lo que está en el foco de atención de iniciativas para la mitigación, existiendo disponibilidad tecnológica de soluciones para su descarbonización.

EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR SECTOR  
Matriz 2020



En cuanto a la sustitución de fuentes, aprovechando el fuerte componente renovable de la matriz eléctrica, la electrificación del transporte es una clara opción de descarbonización, existiendo distintas iniciativas de promoción. En cuanto a la utilización de Hidrógeno, se está trabajando en un piloto para vehículos de carga y buses de larga distancia.

Asimismo, este sector requiere una visión amplia desde la sostenibilidad y está en proceso de elaboración la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible, con la visión de posibilitar el acceso a todas las personas a las oportunidades que ofrecen los centros urbanos, con alternativas de movilidad ambiental, social y económicamente sostenibles, apuntando a la mejora de la calidad de vida de las personas. La movilidad activa y el transporte público, junto con la electromovilidad son claves en la planificación de la movilidad sostenible.

En el proceso de descarbonización de la economía, el sector energía ha dado importantes pasos quedando desafíos complejos en algunos sectores por la aún escasa disponibilidad de tecnologías disponibles. El país deberá explorar distintos instrumentos y requerirá de diversos apoyos para poder dar paso a una segunda transición energética.

## 2. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

En el sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por su sigla en inglés) se analizan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provocadas por los procesos industriales, por el uso de estos gases en los productos y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles.

Las principales fuentes de emisión son las generadas en los procesos que transforman materias primas por medios químicos o físicos, sin que ello sea consecuencia del consumo de energía durante el proceso y, por tanto, de la quema de combustibles para su generación. Las emisiones por el consumo de energía durante el proceso industrial son consideradas dentro del sector Energía.

Las emisiones del sector IPPU están directamente ligadas al nivel de actividad de la industria y, por lo tanto, las variaciones en las emisiones se explican enteramente por las variaciones en el sector.

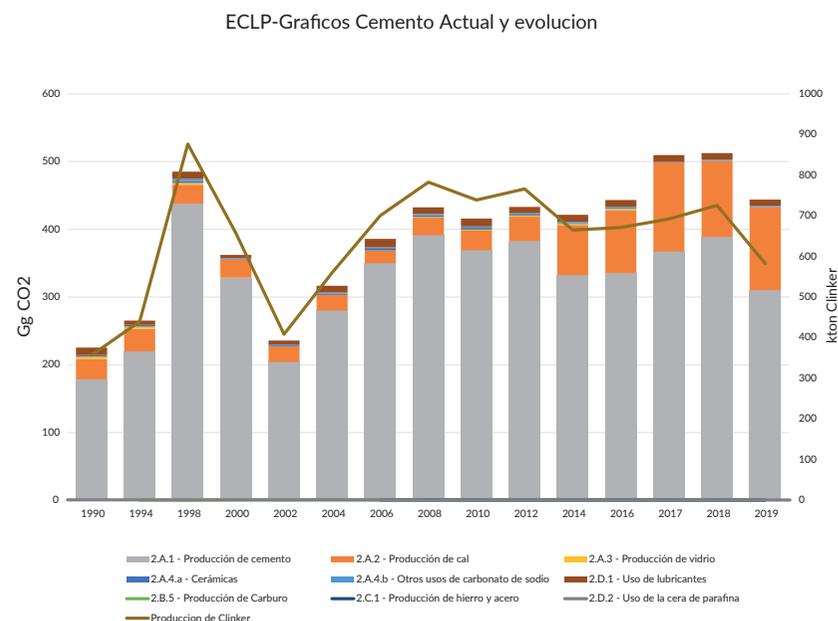
El grado de industrialización de la economía (sin considerar la refinería de ANCAP) pasó de representar un 13% en el año 1998, a ubicarse en el entorno de 10% en el año 2014 y 12% en 2017. Según indica la CIU, luego de la contracción de la industria, en ocasión de la devaluación en Brasil y Argentina a fines de los noventa y principios del nuevo siglo (1999 y 2001, respectivamente), la industria experimentó elevadas tasas de crecimiento, sucediéndose en ese período reestructuras importantes en la producción y en el empleo asociados a importantes inversiones realizadas en el país (CIU, 2015).

En la serie 1990-2019 se observa un aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>, con un máximo en el año 1998 y un mínimo en el año 2002. Esto coincide con la variación del grado de industrialización de la economía, con la evolución de la producción de clinker para elaboración de cemento y afines y el Índice de Volumen Físico (IVF) de la rama Cemento y Afines. Esto se debe a que más del 70% de las emisiones del sector IPPU a lo largo de la serie temporal fueron explicadas por las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas en la producción de cemento.

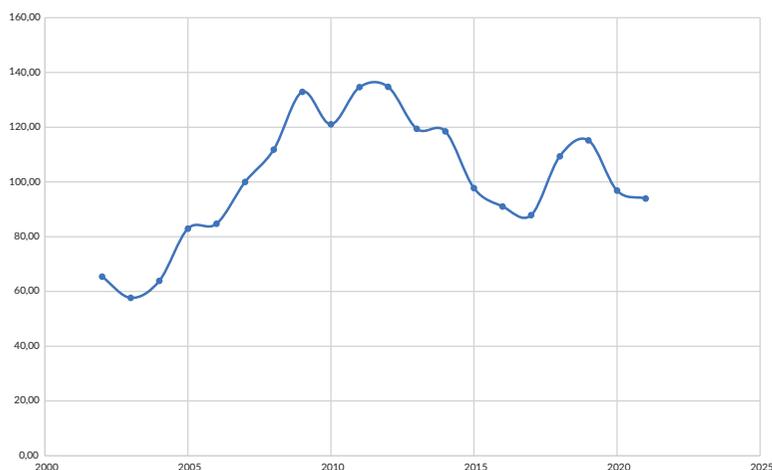
A partir del 2004, un aumento sostenido en la producción de cemento genera un aumento en las emisiones de GEI. A partir del 2012, comenzó una disminución en la actividad de producción y ventas de cemento, lo cual se vio reflejado en una disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> del año.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del Sector representaron un 8% de las emisiones nacionales para el año 2017 de acuerdo a lo reportado en el INGEI 1990-2017.

Fig. 7. Evolución de CO<sub>2</sub> e IVF



Indice de Volumen Físico, CIU Rev. 3 Base año 2006 = 100  
Industria del cemento y afines

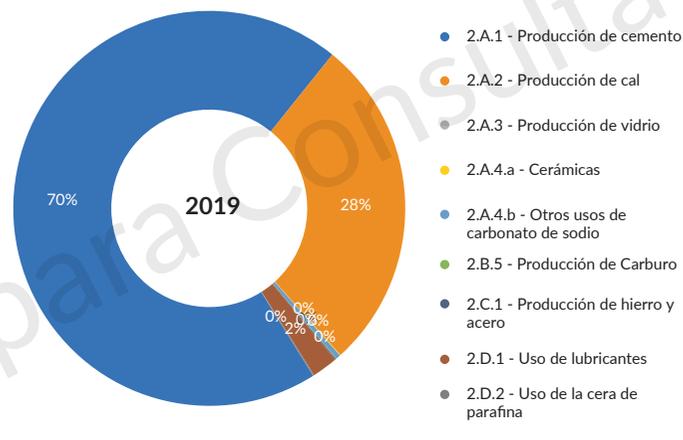


En Uruguay, la producción de cemento se realiza utilizando principalmente piedra caliza como materia prima. Las emisiones de CO<sub>2</sub> se generan en la etapa de producción de clinker, debido a la calcinación de los carbonatos contenidos en la materia prima, por lo cual el nivel producción de clinker anual explica las variaciones en las emisiones de CO<sub>2</sub> en la serie. Al 2021, existe en Uruguay una capacidad instalada de generación de clinker de aproximadamente 1200 kton. En 2019, las emisiones de dicha producción representaron el 70% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector IPPU. A lo largo de la serie temporal 1990-2019 la producción de cemento explicó en promedio un 83% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector IPPU.

El tipo de cemento más extendido es el cemento Portland. En Uruguay, los tipos de cemento

Portland están definidos por el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT 20:2017) en función de la proporción de clinker y otros materiales utilizados. Actualmente, se comercializa en su mayoría Cemento Portland Normal y en forma mucho menor Cemento Portland con filler calcáreo. Este último presenta la ventaja de requerir menos clinker en la formulación del cemento y, por ende, se generan menos emisiones de CO<sub>2</sub>.

Fig. 8: Porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub>, año 2019



Si bien la producción de cemento tiene una incidencia baja en las emisiones nacionales de GEI (1 % según lo reportado en último INGEI), es la única categoría del sector IPPU que integra el listado de categorías principales a nivel nacional (aquellas que sumadas explican el 95% de las emisiones/remociones totales) en la serie temporal (1990-2017).



### 3. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

El sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU, por su sigla en inglés) es responsable del 75% de las emisiones de GEI en Uruguay (con métrica GWP<sub>100 AR2</sub>) y del 100% de las remociones de CO<sub>2</sub> de acuerdo al INGEI 2017 (BUR 3 Uruguay, 2019).

Las emisiones brutas de CO<sub>2</sub> del sector agropecuario provienen principalmente de la pérdida de reservorio de biomasa viva en tierras forestales debido a la extracción de madera (figura 1) y en menor medida a la pérdida de carbono orgánico de la materia orgánica del suelo debido a cambios en el uso del suelo con destino a producción de cultivos (figura 2).

Por su parte, las remociones en el sector AFOLU se explican mayormente por el secuestro de carbono en tierras forestales (93%) y, en menor medida, en pastizales (7%). En las tierras forestales, el carbono se deposita en la biomasa viva (BV) aérea y subterránea (troncos, ramas, hojas y raíces), en la materia orgánica muerta (MOM, hojarasca y madera muerta) o en la materia orgánica contenida en los suelos (MOS). En el caso de los pastizales, también existen estos tres reservorios, pero el INGEI contabiliza sólo las emisiones y remociones de GEI de la MOS asociado a cambios en el uso del suelo. La metodología de los inventarios nacionales asume que las ganancias en biomasa (viva o muerta) de pastizales y tierras de cultivos a lo largo del año son iguales a las pérdidas, por lo que son de suma cero.

Actualmente la serie del INGEI (BUR 3 Uruguay, 2019) muestra que hay remociones netas de CO<sub>2</sub> en el sector AFOLU. Este efecto neto en el flujo de carbono es temporal debido a que hubo un importante aumento de la superficie de plantaciones forestales en Uruguay y una porción significativa de superficie forestal está en fase de pleno crecimiento y acumulación de biomasa viva.

Figura 1. Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> en tierras forestales (Gg CO<sub>2</sub>), período 1990-2017

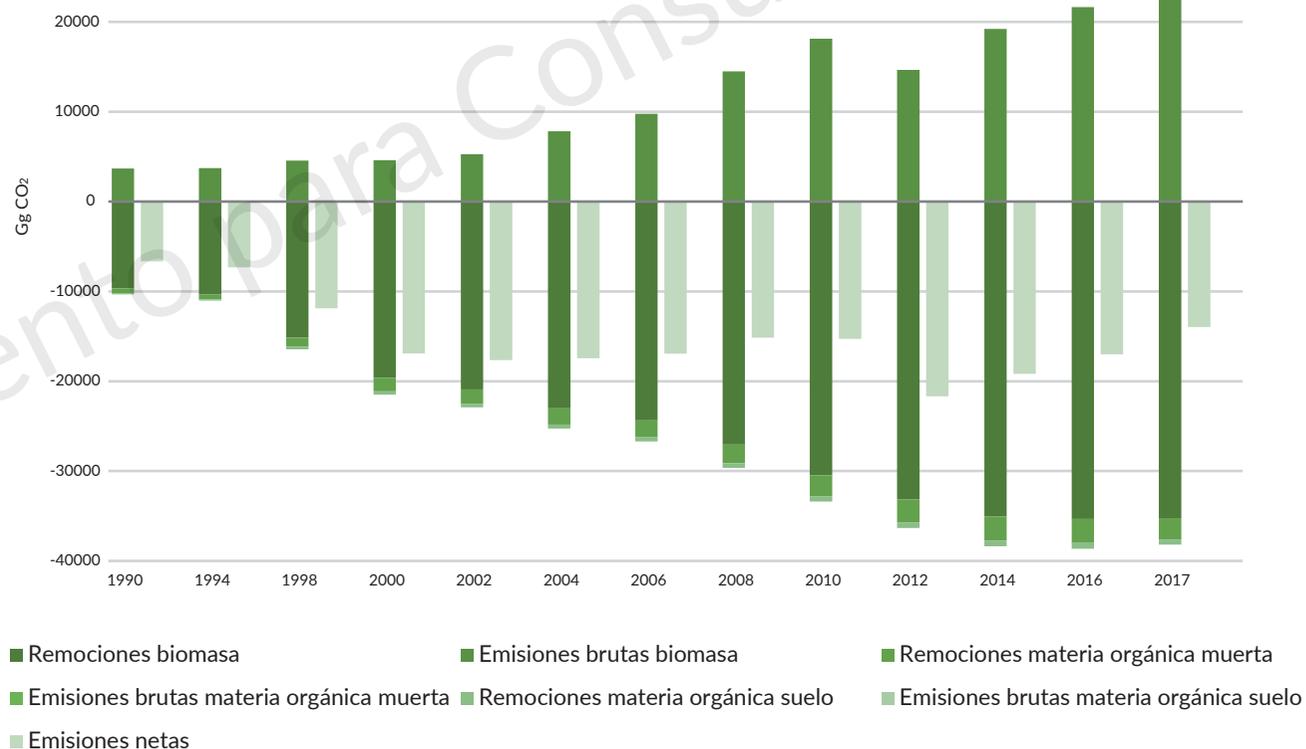
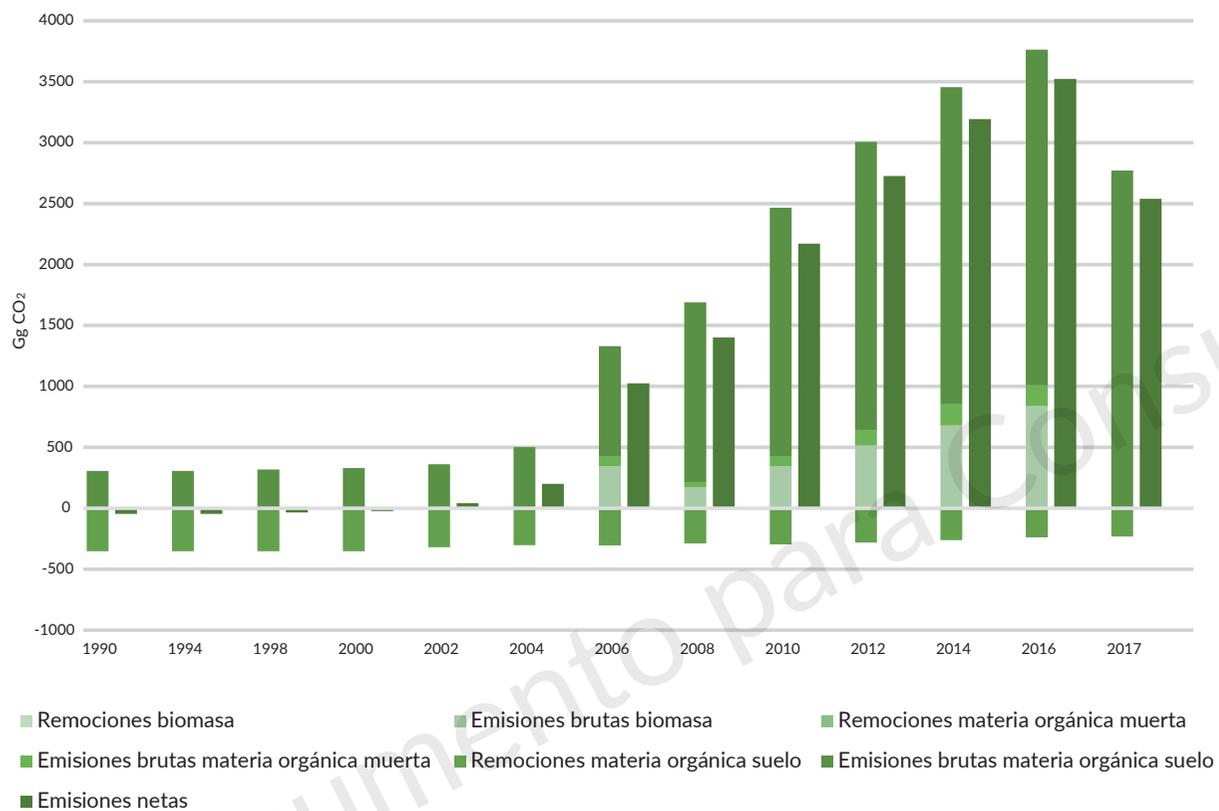


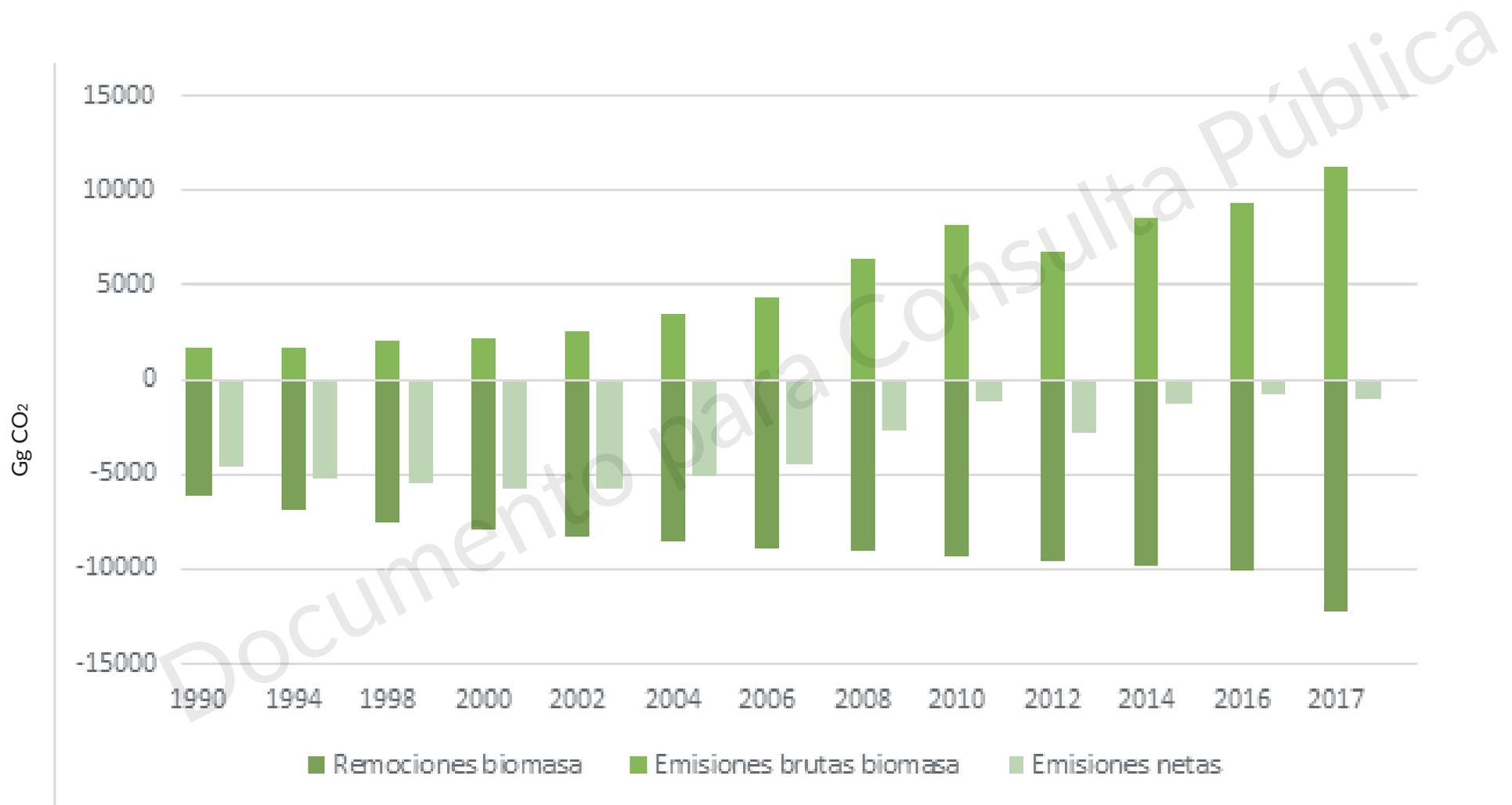
Figura 2. Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> en tierras de cultivo (Gg CO<sub>2</sub>), período 1990-2017



En la serie de tiempo, una vez que se estabiliza el área forestal sembrada y cosechada el balance de carbono tiende a cero, como se observa en la figura 3, donde se muestran las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de la biomasa viva en tierras forestales que permanecen bajo el mismo uso del suelo por más de 20 años.

Figura 3. Remociones de biomasa, emisiones brutas y emisiones netas de tierras forestales que permanecen en el mismo uso del suelo por más de 20 años (Gg CO<sub>2</sub>).

Figura 3. Remociones de biomasa, emisiones brutas y emisiones netas de tierras forestales que permanecen en el mismo uso del suelo por más de 20 años (Gg CO<sub>2</sub>).



## Escenarios y trayectorias de emisiones de CO<sub>2</sub> al 2050

### 1. Sector Energía

En este capítulo se presentan el escenario tendencial y un escenario aspiracional a 2050 realizados para el sector energético considerando solamente las emisiones de CO<sub>2</sub><sup>13</sup>.

Se incluyen las emisiones de la transformación, generación, transmisión y distribución de energía y las generadas en los usos y consumos energéticos, considerando los sectores residencial, comercial y servicios, agro, pesca y minería, transporte e industria.

El escenario aspiracional para la descarbonización del sector se construyó con medidas y metas ambiciosas con el conocimiento existente sobre tecnologías disponibles. Por ello, y considerando los avances tecnológicos que se esperan a futuro, se requiere establecer un proceso de revisión y ajuste para profundizar en la reducción de emisiones. En este escenario que se considera ambicioso para nuestro país, aún persisten emisiones residuales no despreciables a 2050.

Es importante señalar que se consideraron las medidas para reducir en forma ambiciosa las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero aún no se analizó el proceso de transición necesario para alcanzar dicho objetivo, lo que es imprescindible para convertirlo en realidad. Esto incluye los aspectos económicos, sociales y ambientales (fuera de las emisiones de

---

<sup>13</sup> El CO<sub>2</sub> representa aproximadamente el 95% de las emisiones del sector energético.

GEI), así como las necesidades de inversión y de apoyo de cooperación internacional, y mecanismos de mercado que aporten a su concreción.

Para construir el escenario tendencial<sup>14</sup> no se consideraron mejoras tecnológicas relevantes ni cambios importantes en la participación de cada combustible según su uso. En cuanto a la expansión del parque de generación de electricidad se incluyen máquinas térmicas fósiles dentro de las opciones a instalar.

Para el escenario aspiracional, se sustituyen gradualmente las fuentes fósiles utilizadas en cada sector y uso en aquellos casos donde la tecnología para hacerlo está ya desarrollada o se estima que lo estará en el corto/mediano plazo. En la expansión del parque de generación de electricidad solamente se incluyen fuentes renovables y acumulación (bancos de baterías).

A continuación, se mencionan algunos aspectos metodológicos relativos a la energía eléctrica. Se considera la demanda interna y el sistema cerrado (no importaciones ni exportaciones), considerando que históricamente el principal intercambio internacional se ha dado en base a renovables. Asimismo, tanto en el escenario tendencial como en el aspiracional se asumen condiciones de hidráulica media, tomando como base datos históricos. Por otra parte, en el escenario aspiracional no se considera la energía necesaria

---

<sup>14</sup> En el Anexo 1 se presentan detalles sobre las hipótesis.



para generación de hidrógeno, considerando que se producirá con fuentes renovables dedicadas directamente a su producción.

En cuanto al sector transporte, el escenario aspiracional incluye los cambios de fuente (electrificación, hidrógeno verde) pero no los impactos provenientes del cambio modal (sustitución de uso de vehículos particulares por mayor movilidad activa o migración hacia el transporte colectivo) ni cambios en los recorridos medios anuales.

En resumen, estos dos escenarios representan un intervalo de

emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético para el periodo estudiado, con las consideraciones antes mencionadas, en particular en cuanto a la madurez de las tecnologías a promover.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de las principales hipótesis para el escenario aspiracional en los distintos sectores del consumo.

Tabla 1.

Sectores del consumo	Medidas
Residencial	A 2050 cero emisiones <sup>1</sup>
Comercial y Servicios	A 2045 cero emisiones <sup>2</sup>
Industria (pasteras y otros)	A 2040 el transporte interno es cero emisiones A 2045 cero emisiones <sup>3</sup> en generación de vapor y calor directo, a excepción de sectores duros <sup>4</sup>
Consumo propio de la refinería	A 2050 se deja de refinar petróleo crudo
Transporte <sup>5</sup>	A 2035 todos los vehículos nuevos de pasajeros son cero emisiones A 2040 los vehículos nuevos de carga de menor capacidad <sup>6</sup> son cero emisiones A 2045 todos los vehículos nuevos de carga son cero emisiones

<sup>1</sup> La sustitución de las fuentes fósiles se modeló con electricidad, si bien pueden promoverse otras fuentes como biomasa en algunos usos (ej. uso eficiente de leña en calefacción). Esta meta representa un gran desafío por las características actuales de consumo residencial de energía para cocción y calefacción.

<sup>2</sup> ídem

<sup>3</sup> Ídem. Ej. leña en generación de vapor industrial

<sup>4</sup> Coque de petróleo en cementeras y fueloil en pasteras.

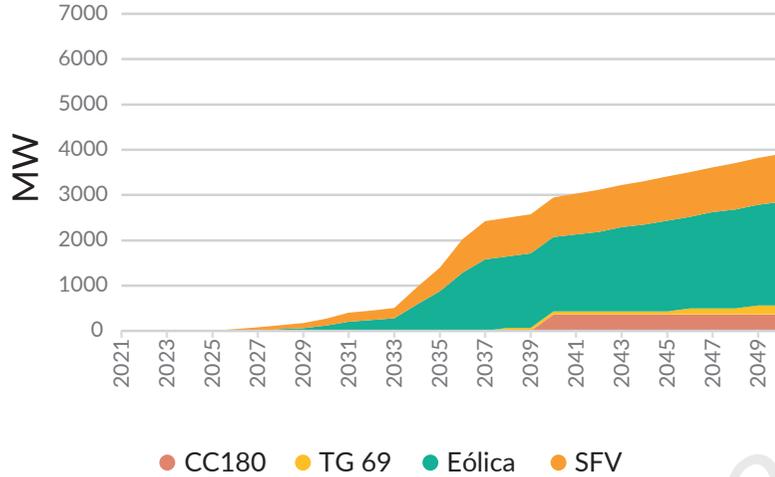
<sup>5</sup> En el Anexo 1 DE ENERGÍA puede verse la evolución del parque tendencial y aspiracional.

<sup>6</sup> Vehículos con Peso bruto total (PBT) menor a 7.5ton.

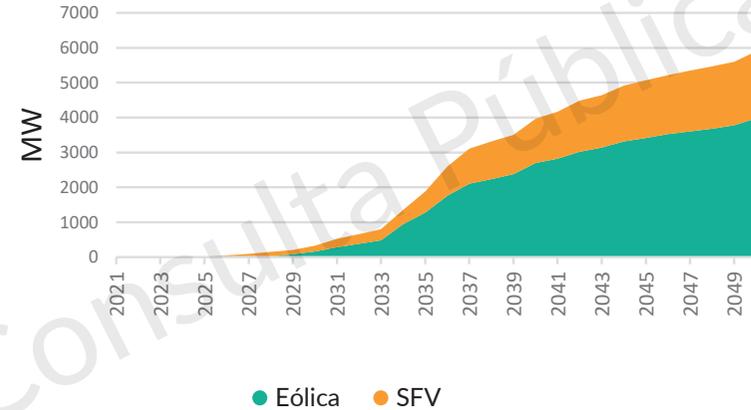
En el transporte, la transformación se basa en un impulso a los vehículos eléctricos a batería (BEV) y la incorporación vehículos FCEV (Hidrógeno verde).

La energía eléctrica a generar será sensiblemente mayor en el escenario aspiracional (24% más aproximadamente), producto de la electrificación de varios usos, con lo que la nueva potencia a instalar será mayor.

Potencia a instalar-Escenario Tendencial

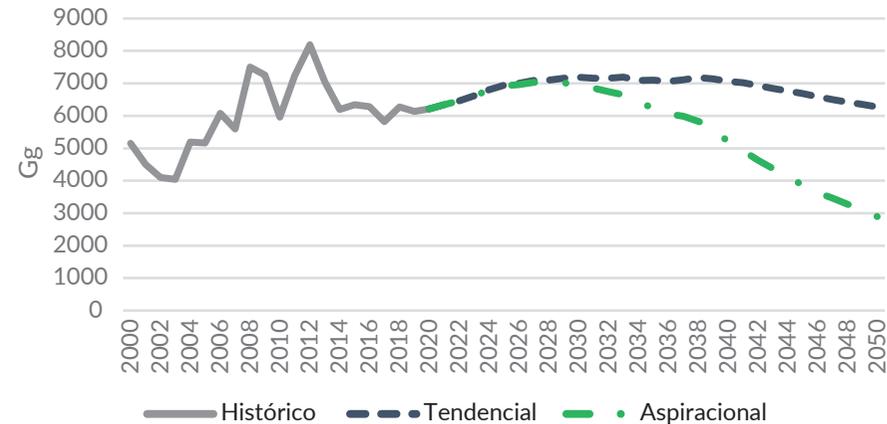


Potencia a instalar-Escenario Aspiracional



En el siguiente gráfico pueden verse los escenarios tendencial y aspiracional resultantes precedidos por datos históricos.

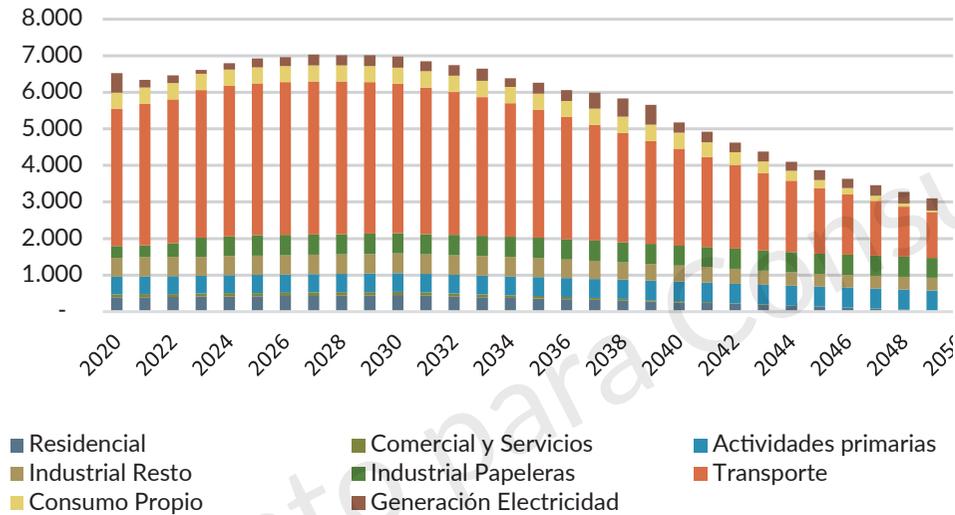
Emisiones CO<sub>2</sub> por escenario



Como puede observarse, las emisiones se reducirían a la mitad aproximadamente en comparación con el escenario tendencial. Existen varias actividades donde no son aún evidentes las tecnologías que harán posible la descarbonización, como pueden ser la producción de clinker o para la maquinaria agrícola.

En el gráfico siguiente se muestra la proyección de emisiones del escenario aspiracional a 2050, que se espera continúe descendiendo.

Emisiones CO<sub>2</sub> - Escenario Aspiracional



Algunas opciones tecnológicas aún en desarrollo que podrían reducir significativamente las emisiones remanentes son la incorporación de biocombustibles avanzados (Green o drop-in) y/o combustibles sintéticos (e-fuels) en todas las ramas del transporte, la sustitución del coque de petróleo en cementeras y del fueloil en pasteras por hidrógeno verde o una combinación de hidrógeno verde y biomasa y la incorporación de maquinaria eléctrica en el sector de actividades primarias.. Por otra parte, una sustitución más acelerada de vehículos a combustión permitiría reducir aún más las emisiones del transporte,

donde la conversión vehicular puede tener un papel a jugar. También podría utilizarse gas natural con mezcla de hidrógeno verde en el remanente de generación eléctrica fósil, o salir de funcionamiento el ciclo combinado antes del fin de su vida útil.

Como se comentó previamente, se requiere complementar estos escenarios con un profundo análisis en cuanto al proceso de transición justa, así como de la necesidad de medios de implementación para alcanzar y profundizar el escenario propuesto.

## 2. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

Se incluyen en esta sección las trayectorias de emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de cemento bajo un escenario tendencial y un escenario aspiracional a 2050. Las emisiones de la producción de cemento explican más del 70% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector IPPU.

Para construir el escenario tendencial se consideró la incorporación de una nueva planta de producción de clinker, que actualmente cuenta con Autorización Ambiental Previa y se encuentra en fase de construcción. Se considera en el modelo que esta planta entra en operación en el año 2023. No se consideraron mejoras tecnológicas relevantes y se supone que se mantienen los tipos de cemento elaborados actualmente (en base a UNIT 20:2017) y la proporción de clinker en la formulación, siendo el principal tipo de cemento producido y comercializado el Cemento Portland Normal.

En el escenario aspiracional se considera la sustitución gradual de clinker en la formulación del cemento para alcanzar un nivel de sustitución del 20% en 2050. Este escenario se elabora sobre la base de formulaciones de cemento y tecnologías disponibles actualmente en forma global.

Se requerirá una revisión y análisis frente a futuros desarrollos tanto a nivel de formulación de cemento como modificaciones en los procesos de fabricación y tecnológicos que podrán modificar la trayectoria

de emisiones.

En base a los escenarios planteados, con el escenario aspiracional se obtiene a 2050 una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del 20% respecto al escenario tendencial. Algunas opciones tecnológicas en desarrollo o aún no globalmente extendidas podrían reducir las emisiones de la categoría de forma sustancial y eventualmente a cero.

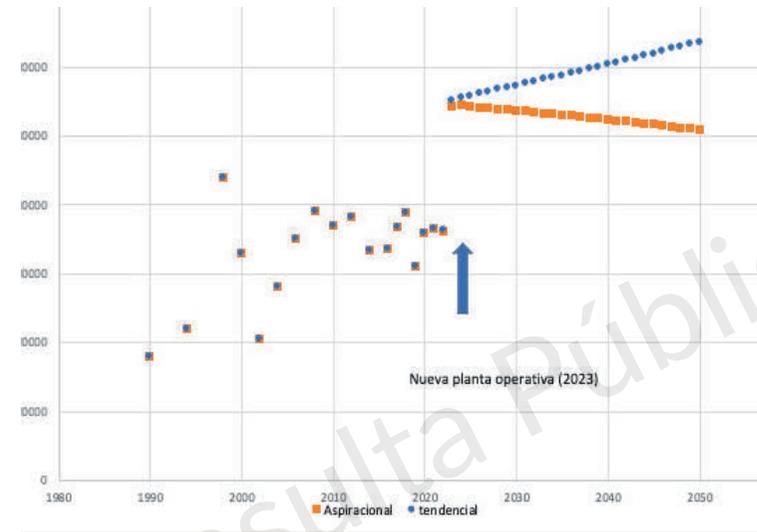
Esto podría llevarse a cabo con una potencial combinación de medidas. Dentro de estas opciones, se encuentra el incremento en la sustitución de clinker por otros sustitutos (filler calcáreo, escoria, puzolanas). En base al conocimiento actual, las formulaciones con bajo contenido en clinker y mayor sustitución por otros insumos, pueden provocar modificaciones en las características físicas, químicas y mecánicas del producto final, dificultando su comercialización. Futuros avances en la formulación del cemento podrían llevar a un menor uso de clinker y mayor disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Modificaciones en los procesos de fabricación; implementación de tecnologías de captación y almacenamiento de CO<sub>2</sub> y/o métodos de absorción química y biológica podrían llevar a disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> a cero. Algunas de estas medidas, como ser la captura de CO<sub>2</sub>, deberán ser consideradas en conjunto con el sector Energía, dado que las emisiones asociadas al proceso industrial y a la quema de combustibles se dan en forma conjunta.





Fig. 9: Escenarios y trayectorias de emisiones CO<sub>2</sub> al 2050 – Producción de cemento



### Escenarios y trayectorias de remociones de CO<sub>2</sub> al 2050

#### 1. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

Los usos de la tierra y cambios de uso de la tierra tienen gran impacto en la dinámica de emisiones y remociones de los principales reservorios de carbono de Uruguay. Por ese motivo, para proyectar las emisiones a 2050 se realizaron proyecciones de cambios de los usos del suelo más relevantes para Uruguay a partir del relevamiento nacional de usos de la tierra y cambios en el uso de la tierra para el período 2000-2017, utilizado para la elaboración del INGEI. En los anexos de AFOLU se detallan las categorías de usos de la tierra más relevantes para Uruguay.

A su vez, se tuvieron en cuenta los objetivos y medidas específicas del sector agropecuario

incluidas en la CDN<sub>1</sub>, proyectando la actividad bajo el supuesto que Uruguay cumple su compromiso.

El escenario tendencial es el que proyecta una evolución estable de la actividad agropecuaria a 2050 sin cambios en la orientación presente. En este escenario se proyecta que los cambios de uso de la tierra siguen una trayectoria donde no se dan grandes alteraciones en las fuerzas que los determinan (ver anexo 2 del sector AFOLU de los anexos).

A partir de estos supuestos se proyectaron las

emisiones netas de CO<sub>2</sub> (emisiones menos remociones) en el horizonte temporal de la Estrategia Climática de Largo Plazo. La gráfica 4 muestra emisiones netas de CO<sub>2</sub>, en los tres reservorios, para sus proyecciones con periodicidad quinquenal a partir de 2020.

La gráfica ilustra el efecto del aumento del área de plantaciones forestales con destino comercial y la dinámica de extracción de madera, que a partir del año 2025 tiende a un equilibrio de forma que se estabilizan los flujos y el secuestro tiende a igualarse con las emisiones.

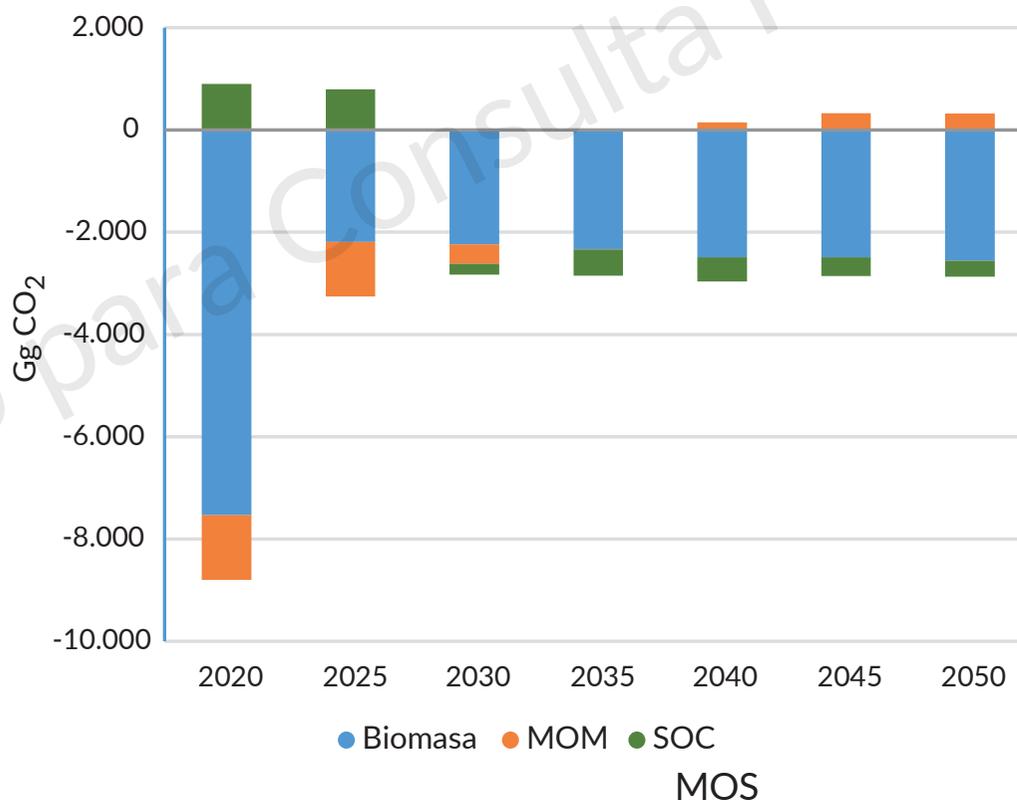
El secuestro de carbono constante que se observa en la gráfica 4, en el - escenario tendencial  
En la serie de inventarios de GEI, desde el año 2010 el reservorio de materia orgánica

en suelos ha estado actuando como emisor neto de CO<sub>2</sub>; en la proyección tendencial esto se confirma hasta el año 2030, a partir de ese momento se comporta como sumidero neto por la disminución de tierras que se convierten a tierras de cultivos desde otros usos.

Para una estrategia climática a largo plazo se

período 2025-2050, se explica por las remociones en bosque nativo y otros bosques plantados que no tienen destino comercial, debido a que se considera que no hay cosecha de estos recursos y la saturación de este reservorio de carbono, sobre todo en bosque nativo, es más lenta por las características de crecimiento de las especies que lo conforman. La disminución observada en los cambios de uso del suelo con destino a agricultura (ver anexo 2 AFOLU), explica por qué el reservorio MOS pasa de tener emisiones netas a ser un reservorio con remociones netas.

Gráfica 4. Emisiones netas de CO<sub>2</sub> por reservorio de carbono (Gg CO<sub>2</sub>)





estudiaron escenarios alternativos que recorren trayectorias que maximizan la captura de carbono, acompañando al proceso de descarbonización de la economía. De acuerdo al perfil de remociones de CO<sub>2</sub> del Uruguay, la biomasa forestal, los suelos forestales y los suelos con cobertura natural de pastizal, son los principales responsables del flujo de remociones de CO<sub>2</sub>. Sobre estos reservorios se puso el foco al proyectar trayectorias que resulten en maximizar las remociones de CO<sub>2</sub> a 2050.

Se identificaron dos escenarios que conducen al incremento de biomasa viva en tierras forestales, uno donde aumenta la superficie de bosque nativo (Fnat) y un segundo escenario donde además

hay un aumento de la superficie de plantaciones forestales impulsada por la industria de madera para construcción (Fmad). En los anexos 3 y 4 de AFOLU, se describen los usos de la tierra y parámetros para los escenarios alternativos Fnat y Fmad. Para los dos escenarios se plantea la expansión del área de montes de abrigo y sombra en la superficie ganadera para una mayor captura de carbono asociada al aumento de la biomasa leñosa (ver anexo 2 AFOLU).

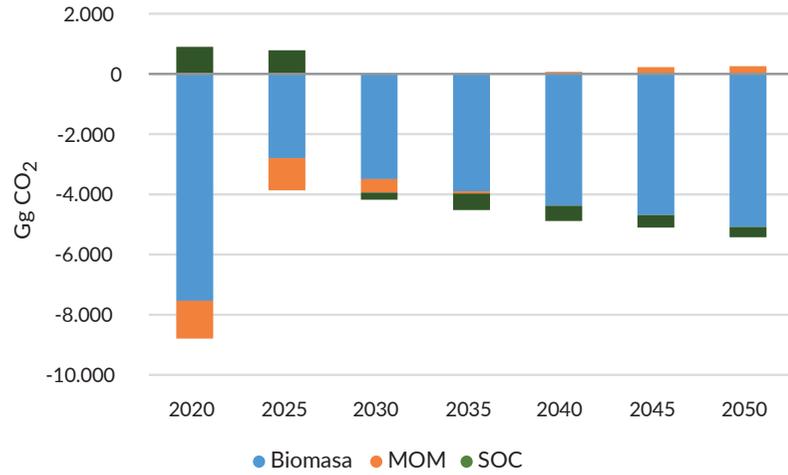
Cuadro 1. Escenarios alternativos para maximizar la captura de carbono

Escenario	Supuestos
1. Fnat	Se incrementa 2.5% la superficie forestada con respecto al escenario tendencial en 2050 por aumento de la superficie de bosque nativo. Se incrementa de 0.8% a 1.6% en el área de bosques de abrigo y sombra en la superficie ganadera entre 2020 y 2050.
2. Fmad	Se incrementa 10.9% la superficie forestada con respecto a la trayectoria tendencial por aumento de bosque nativo y expansión de la superficie forestada con fines de madera de aserrío y usos industriales. Se incrementa de 0.8% a 1.6% en el área de bosques de abrigo y sombra en la superficie ganadera entre 2020 y 2050.

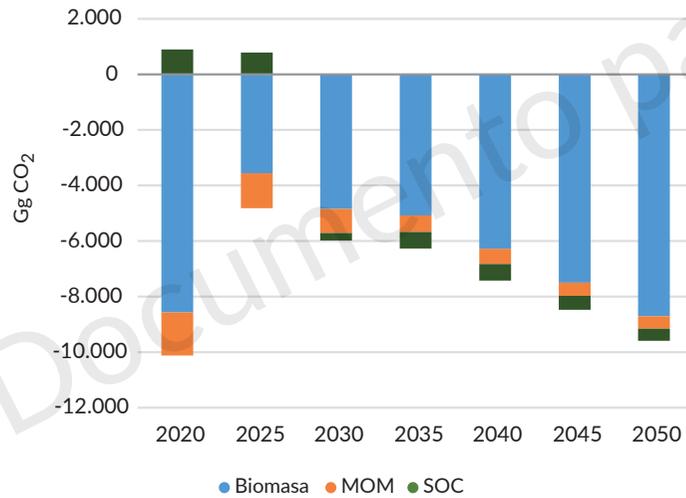
En las gráficas siguientes se ilustran las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de los escenarios alternativos Fnat y Fmad.

Gráfica 6. Emisiones netas de CO<sub>2</sub> por reservorio de carbono (Gg CO<sub>2</sub>) - escenario Fnat

Gráfica 6. Emisiones netas de CO<sub>2</sub> por reservorio de carbono (Gg CO<sub>2</sub>) - escenario Fmad.



De acuerdo a las normas vigentes (Ley Forestal 15.939/87), en el escenario Fnat no se realiza cosecha





de la biomasa leñosa acumulada, por ese motivo el flujo de remociones y emisiones muestra un aumento constante del secuestro neto en toda la serie proyectada relacionado al aumento de la superficie, sumado al aporte de la captura de C incremental por aumento del área de bosques de abrigo y sombra en tierras ganaderas, que tampoco registrarían extracciones de madera en el período proyectado. Las estimaciones de remociones por crecimiento del bosque nativo se realizaron en base a una tasa de crecimiento de 2 metros cúbicos por hectárea al año que, si bien es conservadora, guarda coherencia con el INGEL.

En las proyecciones de remociones de CO<sub>2</sub> del escenario Fmad, además del efecto del aumento (Gg CO<sub>2</sub>)

de la superficie de bosque nativo y bosques de abrigo y sombra, se observa una acumulación de carbono en biomasa leñosa adicional por el aumento de plantaciones forestales.

El cuadro 2 muestra las remociones netas agregadas de CO<sub>2</sub> en el escenario tendencial y los escenarios alternativos.

Cuadro 2. Remociones netas de CO<sub>2</sub> para el escenario tendencial y los escenarios alternativos

Año	Escenario		
	Tendencial	Fnat	Fmad
2020	-7.896	-7.896	-9.228
2025	-2.464	-3.078	-4.035
2030	-2.831	-4.180	-5.981
2035	-2.848	-4.338	-6.270
2040	-2.816	-4.819	-7.420
2045	-2.530	-4.878	-8.476
2050	-2.543	-5.170	-9.594

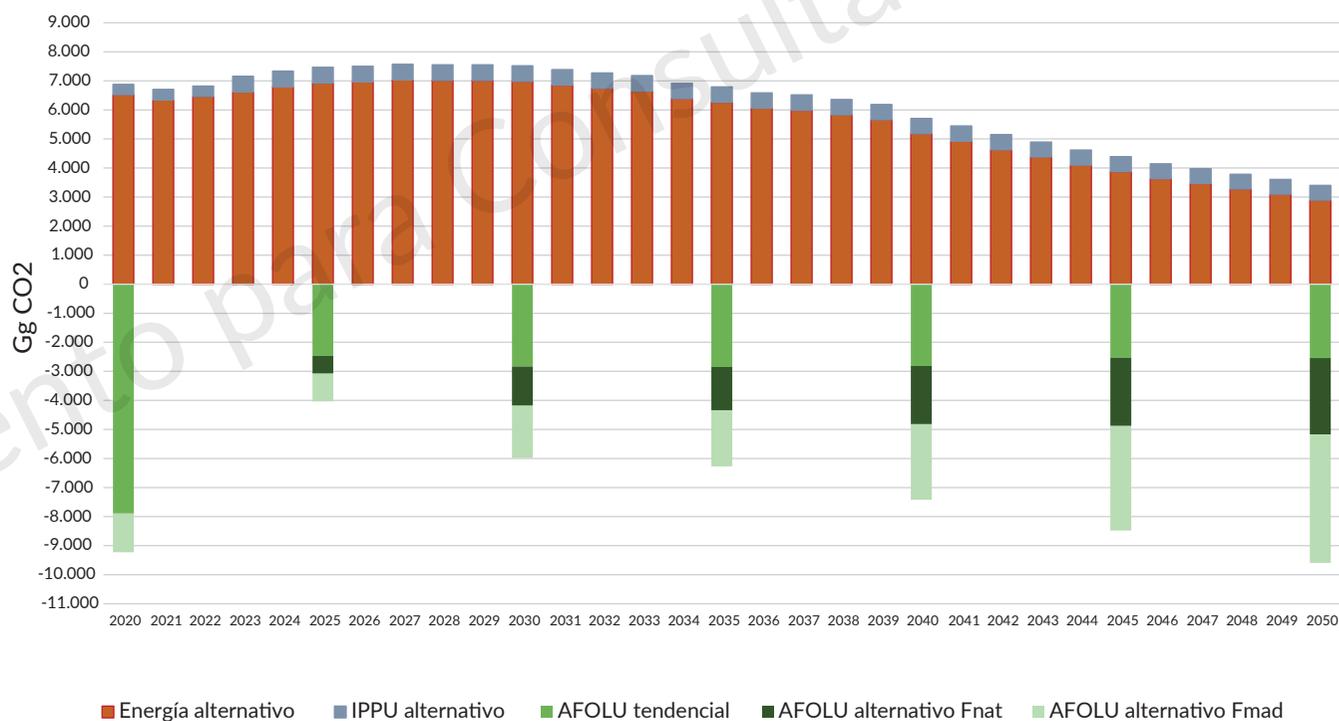
Es de destacar que los escenarios no incluyen estimaciones del potencial de incremento de las remociones en suelos por aplicación de buenas prácticas de gestión del campo natural. Actualmente no se han alcanzado los consensos científicos, ni los desarrollos metodológicos necesarios para integrar esta fuente de remociones en los inventarios nacionales de

gases de efecto invernadero. Sin embargo, estas prácticas climáticamente inteligentes son parte central de los esfuerzos en adaptación al cambio climático y el aumento de la productividad ganadera y tienen un potencial significativo de incrementar la captura de carbono en suelos.

### Hacia la CO<sub>2</sub> neutralidad al 2050

Como se desprende de los escenarios descritos previamente, y a los efectos de seguir contribuyendo al logro de los objetivos del Acuerdo de París, Uruguay presenta en su ECLP trayectorias ambiciosas, deseables y factibles, basadas en el conocimiento y las tecnologías disponibles actualmente, que le permitirán alcanzar la CO<sub>2</sub> neutralidad al 2050, como puede observarse en la figura y cuadro que se presentan a continuación

Fig. 10. Trayectoria de emisiones / remociones de CO<sub>2</sub>, período 2020-2050



Cuadro 3.  
Resumen escenarios emisiones /  
remociones CO<sub>2</sub>, año 2050

Empleo	Sector	Escenario	Gg CO <sub>2</sub>
EMISIONES CO2	ENERGÍA PROCESOS INDUSTRIALES	Escenario alternativo	2.892
		Escenario alternativo	508
		Total	3643
REMOCIONES CO2	AFOLU	Escenario Fnat	-5.170
		Escenario Fmad	-9.594

Como muestran el cuadro 3 y la gráfica 10, al agregar los escenarios alternativos de los sectores emisores de CO<sub>2</sub>, Energía e IPPU, y combinarlos con los escenarios de remociones de CO<sub>2</sub> planteados por el sector AFOLU, se desprende que tanto con el escenario alternativo Fnat como con el escenario alternativo Fmad, se lograría la meta aspiracional de CO<sub>2</sub> neutralidad al 2050<sup>15</sup>.

Plantear escenarios de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> implica un gran desafío para Uruguay, sobre todo considerando el gran esfuerzo ya realizado por el país para diversificar su matriz eléctrica con fuentes renovables no tradicionales, promover la eficiencia energética y sustituir las centrales termoeléctricas de fuentes fósiles por equipos más eficientes y aptos para cubrir faltantes intermitentes de energía. Esto hace que las opciones de descarbonización del sector Energía, que representa actualmente el 92% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país, se vean reducidas, teniendo en cuenta que aún hay sectores que en la actualidad no cuentan con soluciones tecnológicas maduras para su descarbonización.

No obstante, el país propone e incluye en esta ECLP escenarios ambiciosos para este sector, incorporando el almacenamiento de energía proveniente de fuentes variables de forma de seguir profundizando el mix renovable en generación eléctrica. Asimismo, la Estrategia de Hidrógeno Verde, actualmente en elaboración, puede llevar a una segunda transformación en la generación eléctrica y en la sustitución de combustibles fósiles en los sectores del consumo. El transporte es un sector en el que está puesto el foco de atención para la mitigación, dadas las características del sector de generación de energía eléctrica y el consumo industrial. A partir de tecnologías disponibles para su descarbonización, la transformación planteada se basa en un impulso a los vehículos eléctricos a batería y la incorporación de vehículos a hidrógeno verde. En el entendido de que este sector requiere una visión amplia desde la sostenibilidad, que considere alternativas de movilidad ambiental, social y económicamente sostenibles, apuntando a la mejora de la calidad de vida de las personas, la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible, en elaboración actualmente en Uruguay, tendrá un rol complementario fundamental para dicha descarbonización.

Estas alternativas tecnológicas que se proponen para el sector Energía, reducirían las emisiones de CO<sub>2</sub> aproximadamente al 50% en relación al escenario tendencial. Las emisiones de CO<sub>2</sub> remanentes al 2050 corresponden a actividades donde no son aún evidentes las tecnologías

<sup>15</sup> Es importante tener en consideración la incertidumbre que las estimaciones de emisiones / remociones de GEI en el largo plazo pueden tener.



Documentación Pública

que permitirán su descarbonización. Sin embargo, hay opciones tecnológicas en desarrollo que podrían reducir significativamente esas emisiones remanentes y que seguirán siendo analizadas para determinar su viabilidad a futuro. Por otra parte, las emisiones remanentes del sector transporte se deben a que aún no se habría completado la transición a vehículos cero emisiones en la totalidad del parque automotor a esa fecha. Se deberá monitorear la evolución de la movilidad y posibles nuevas medidas para avanzar hacia una mayor reducción de emisiones.

En cuanto a las emisiones de la industria del cemento asociadas a la calcinación de los carbonatos contenidos en la materia prima, que representa actualmente el 8% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país, la sustitución de clinker por otros compuestos es la alternativa tecnológica que se propone en la ECLP. Estos compuestos reducirían las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 20% con relación al escenario tendencial. Esta alternativa tiene actualmente restricciones relacionadas con las propiedades físicas, químicas y mecánicas del producto final, pero es esperable que futuros avances en la formulación del cemento puedan llevar a mayor disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Adicionalmente, existen algunas opciones tecnológicas en desarrollo que a futuro podrían considerarse para reducir las emisiones de la categoría de forma sustancial y eventualmente a cero.

En relación a los escenarios de remociones de CO<sub>2</sub> del sector AFOLU, es importante resaltar que se estudiaron alternativas que recorren trayectorias que maximizan la captura de carbono, con el objetivo principal de acompañar el proceso de descarbonización de los sectores de la economía que tienen emisiones netas de CO<sub>2</sub>. Para ello, el foco de los escenarios elaborados fue la biomasa forestal, los suelos forestales y los suelos con cobertura de pastizales naturales, principales responsables del flujo de remociones de CO<sub>2</sub> en la serie histórica de INGEIs.

Los dos escenarios alternativos planteados, ambiciosos ambos en cuanto al desafío que representan desde el punto de vista de la política pública, conducen al incremento de la biomasa viva en tierras forestales. Uno de ellos, considera el aumento de la superficie de bosque nativo y la

expansión del área de montes de abrigo y sombra para ganadería (Fnat) y el otro incorpora, además, un aumento de la superficie de plantaciones forestales impulsada por la industria de la madera para construcción y otros usos industriales (Fmad). Como se observa en la gráfica xxxx, ambos escenarios, Fnat y Fmad, contribuyen cada uno con niveles incrementales de secuestro de carbono en la trayectoria hacia el 2050. En el sector agropecuario los esfuerzos de mitigación pueden implicar trade-offs con otros aspectos ambientales que habrá que considerar al momento de definir acciones de implementación de corto y mediano plazo.

Por otra parte, resulta importante recordar que, en cualquier escenario de aumento del área de plantaciones forestales con destino comercial, una vez que se alcanza el equilibrio entre el área plantada y cosechada, se estabilizan los flujos de carbono y el secuestro tiende a igualarse con las emisiones, por lo que el efecto de remociones netas de CO<sub>2</sub> en el flujo de carbono es temporal (ver Fig. 10, pág. 57). Por lo tanto, para mantener la neutralidad de CO<sub>2</sub> en períodos temporales más largos que el que se está considerando en esta ECLP, será necesario continuar los esfuerzos por minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Cualquiera de los escenarios alternativos que Uruguay se plantea en su ECLP en el camino hacia la CO<sub>2</sub> neutralidad, tanto de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> como de aumento del secuestro de carbono, implica desafíos significativos en términos de política pública y requerirá medios de implementación adicionales para alcanzarlos. Resulta importante considerar, también, que estos escenarios ofrecen, a la vez, oportunidades de inversión, empleo, investigación, innovación, y tecnológicas

El principal desafío, a partir de este trabajo de planificación y de construcción de una visión aspiracional de largo plazo, es identificar aquellas acciones concretas que se deben emprender y decisiones de política pública que se deben tomar, en el corto y mediano plazo, que permitan transitar las trayectorias planteadas en esta ECLP y que serán consideradas en las sucesivas CDN de Uruguay.

Para ello, en todos los casos se requerirá complementar estos escenarios

con análisis más profundos de trayectorias que conducen a una transición justa, posibles impactos ambientales más allá de las emisiones de GEI, así como medios de implementación para alcanzar los escenarios propuestos.

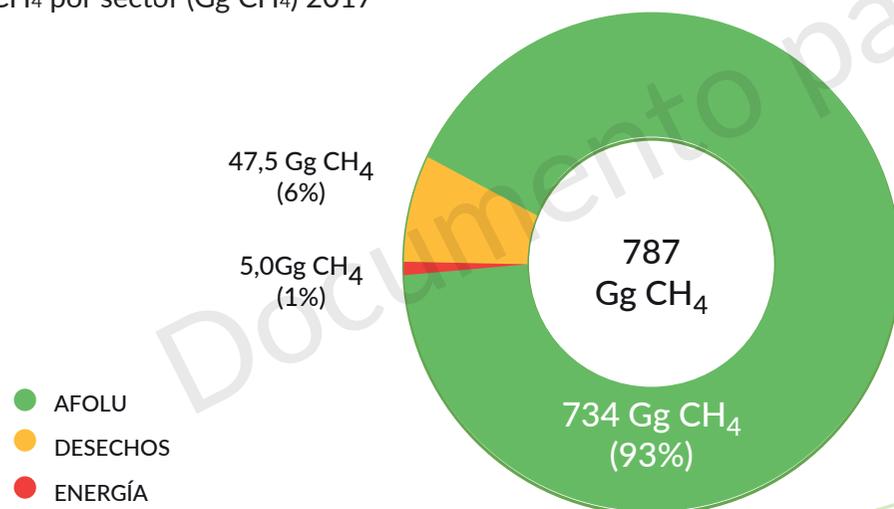
## METANO (CH<sub>4</sub>)

### Evolución pasada y escenario actual

#### 1. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

El 93% de las emisiones de CH<sub>4</sub> del país provienen del sector agropecuario. Las principales fuentes de emisión de este gas son la fermentación entérica del ganado vacuno no lechero (85,6%) y de la fermentación entérica del ganado lechero, ovino y de otros animales rumiantes y no rumiantes, el manejo del estiércol, el cultivo de arroz y la quema de biomasa (14,4%).

Figura 7 Emisiones de totales CH<sub>4</sub> por sector (Gg CH<sub>4</sub>) 2017



De acuerdo al perfil de emisiones y remociones de GEI de Uruguay, la ganadería es responsable de la mayor parte de las emisiones de CH<sub>4</sub>. Estas están determinadas principalmente por el stock vacuno y responde a un conjunto de variables que caracterizan la eficiencia reproductiva de la cría y la velocidad de terminación de los novillos para faena.

Figura 8 Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) del sector agropecuario por fuente de emisión (Gg CH<sub>4</sub>) 2017.

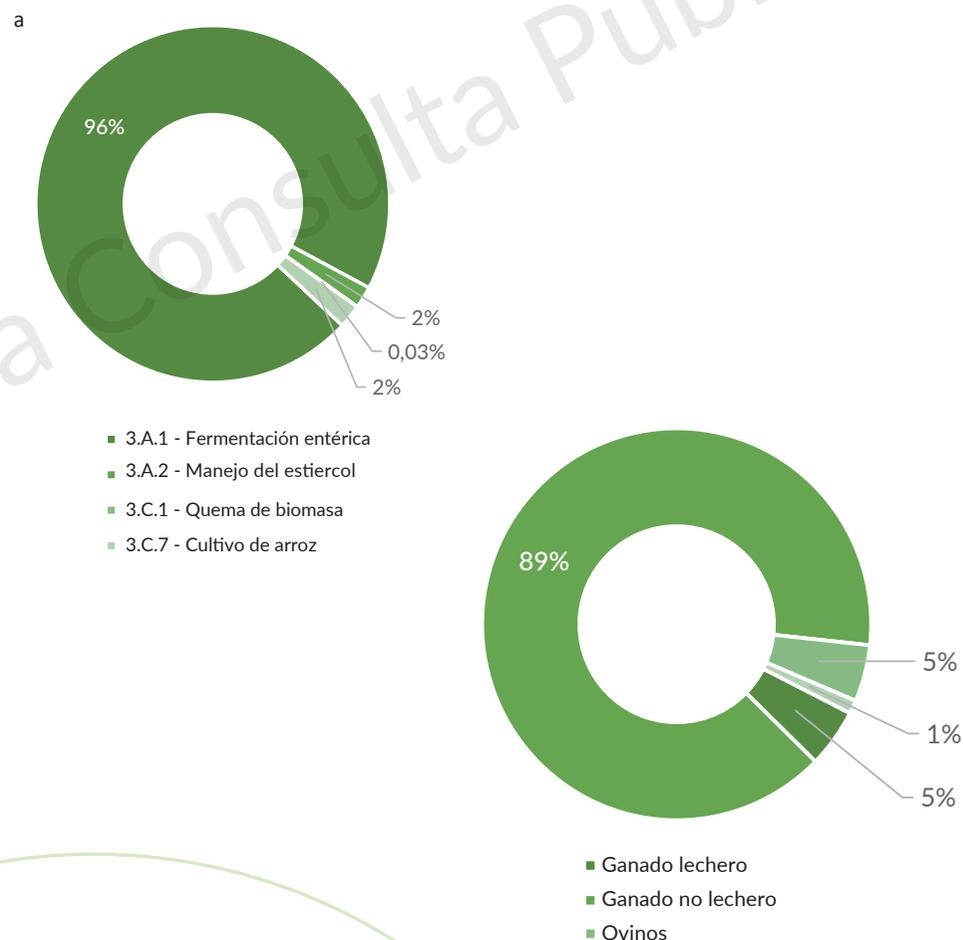
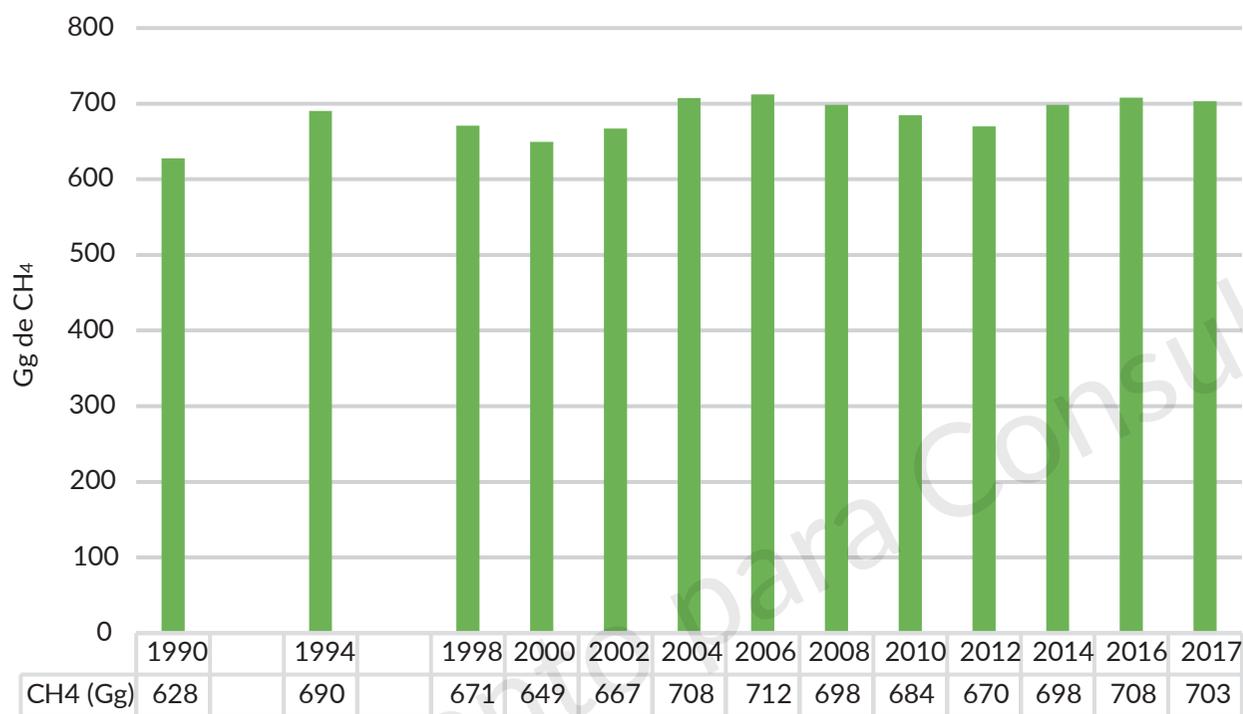


Figura 9. Evolución pasada de las emisiones de CH<sub>4</sub> del sector AFOLU, período 1990-2017



La evolución de las emisiones de CH<sub>4</sub> en el país responde en gran medida a la variación del stock vacuno y a aspectos relacionados con la performance de la producción ganadera debido a la alta proporción de las emisiones derivadas de esta actividad en el total nacional.





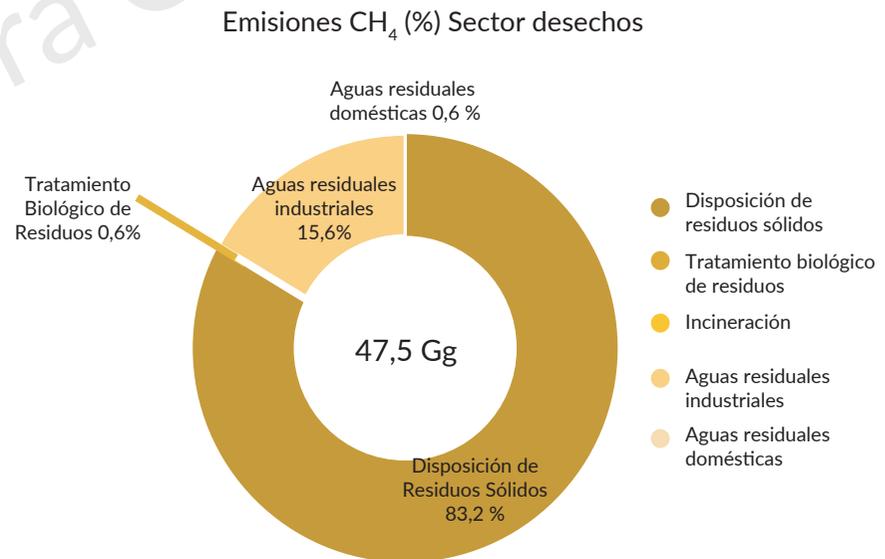
## 2. Residuos

El sector Desechos comprende la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O proveniente de la disposición de residuos sólidos, el tratamiento biológico de los desechos sólidos, incineración e incineración abierta de desechos y el tratamiento y eliminación de aguas residuales.

De acuerdo con el INGEI 1990-2017, en el año 2017 el metano representó el 91% de las emisiones del sector Desechos, seguido del óxido nitroso 7% y de dióxido de carbono 1%, en términos de CO<sub>2</sub>-eq con métrica GWP<sub>100AR2</sub>. La tendencia prevalente de las emisiones de CH<sub>4</sub> se registran a lo largo de toda la serie temporal 1990-2017.

Dentro de las emisiones de CH<sub>4</sub>, para el 2017 un 83% correspondió a la disposición de residuos sólidos, seguido de las emisiones provenientes del tratamiento de aguas residuales industriales (15%). Las emisiones por el tratamiento de aguas residuales domésticas y las emisiones de metano del tratamiento biológico de residuos e Incineración de residuos resultaron en un aporte al menor a 1%. La incidencia predominante de la disposición de residuos sólidos se mantiene a lo largo de toda la serie 1990-2017.

Fig. 11. Emisiones CH<sub>4</sub>, Sector Desechos



Fuente:  
INGEI 1990-2017

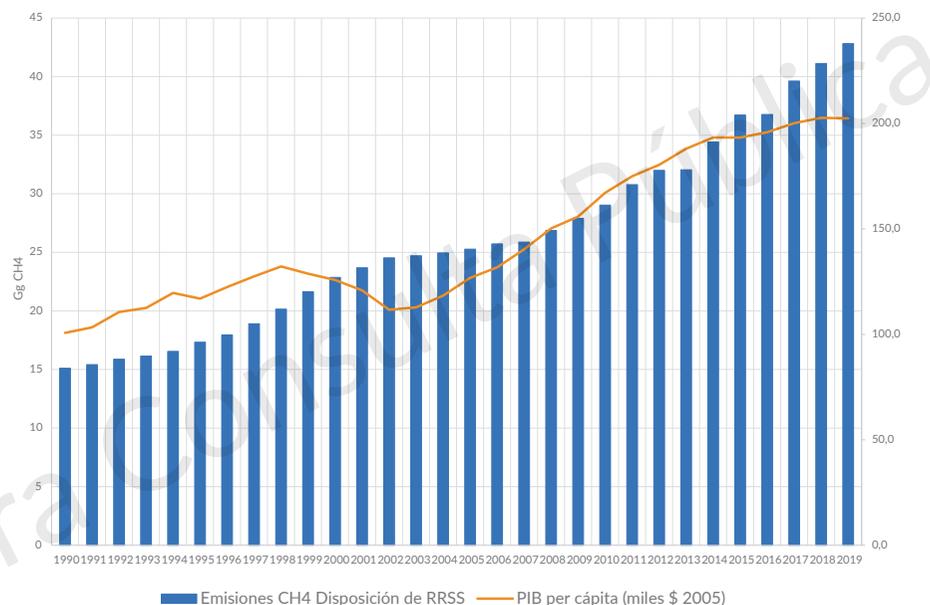
A nivel nacional, el sector Desechos representó un 3,4 % de las emisiones totales nacionales en términos de CO<sub>2</sub>-eq con métrica GWP 100 AR2 en el año 2017 (INGEI 1990-2017). La disposición final de residuos es la única categoría del sector Desechos dentro del listado de categorías principales de emisiones/remociones a nivel nacional, con una incidencia del 2,6 % en términos de CO<sub>2</sub>-eq con métrica GWP100 AR2 en el año 2017 (INGEI 1990-2017).

Las emisiones de CH<sub>4</sub> de la disposición final de residuos sólidos se estima mediante el método FOD (First Order Decay) de las Directrices del IPCC de 2006. Las variables y factores que inciden sobre las emisiones de la categoría son: la cantidad de residuos sólidos anuales depositados, el tipo de sitio de disposición final (manejado, no manejado, profundo, poco profundo, etc.), composición de los residuos y los parámetros del modelo (tomados por defecto para la región climática) y la captura de biogás.

A lo largo de la serie temporal, uno de los principales factores responsables de las emisiones es la cantidad ¿de residuos? depositada.

Para los residuos domiciliarios, la generación es impulsada por la variación del PIB per cápita y la población anual. Los residuos de tipo industriales tienen una incidencia en las emisiones de los sitios de disposición final en el entorno del 5% a lo largo de la serie temporal. Se observa en la siguiente figura, la relación entre las emisiones de CH<sub>4</sub> y la tendencia histórica del PIB per cápita.

Figura XX. Evolución de emisiones de metano de la Disposición de Residuos Sólidos.



Actualmente, existen 5 rellenos sanitarios en el país, dos de los cuales poseen instalados sistemas de captura de biogás (para quema o aprovechamiento energético). Los residuos depositados en los sitios con captura de biogás representan más del 60% del total nacional. El resto de los residuos es fundamentalmente depositado en 14 vertederos controlados y un porcentaje menor (aprox. 4%) de los residuos son dispuestos en más de 40 vertederos no controlados, asociados principalmente a localidades con menos 5.000 habitantes. Existe un relleno de seguridad para residuos industriales peligrosos, que por las características de los residuos allí vertidos tiene baja incidencia en las emisiones de metano a nivel nacional.

## Escenarios y trayectorias de emisiones de CH<sub>4</sub>

### 1. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

Para la proyección de emisiones de CH<sub>4</sub>, al igual que para las emisiones de CO<sub>2</sub>, en el escenario tendencial se proyecta una evolución estable de la actividad agropecuaria a 2050 sin cambios en la orientación presente. En el cuadro 4 se ilustran los principales indicadores técnicos de la producción ganadera que inciden sobre las emisiones totales de CH<sub>4</sub>.

Cuadro 4. Modelo de evolución ganadera a 2050 de indicadores de ganadería en el escenario tendencial.

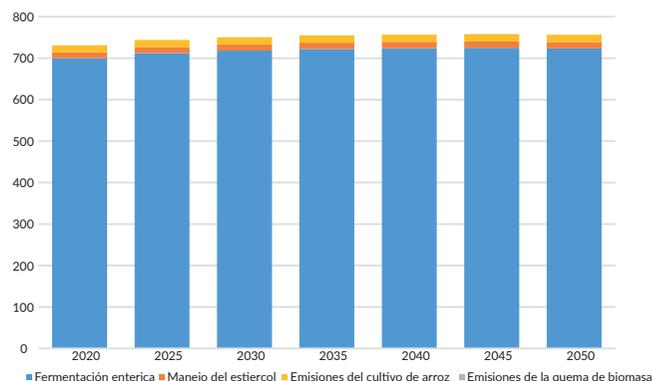
	2020	2025	2035	2050	Incremento 2020 - 2050	Incremento % respecto a 2020
Stock (miles de cabezas)	11.882,0	12.103,7	12.274,8	12.275,4	393,4	3,31%
UG/ha SP	0,723	0,744	0,754	0,756	0,033	4,52%
Tasa faena vacas	0,174	0,175	0,177	0,180	0,005	2,94%
Tasa faena Vaquillonas	0,165	0,169	0,178	0,191	0,026	15,56%
Tasa faena Novillos +1	0,455	0,473	0,513	0,545	0,090	19,72%
Tasa procreo	0,600	0,612	0,637	0,673	0,073	12,12%
Producción total (mil ton)	1.217,5	1.210,5	1.257,8	1.285,0	67,4	5,54%
Productividad ( kg/ha)	93,1	92,8	97,3	100,7	7,6	8,14%

La tendencia de cambios de uso de suelo indica que la superficie ganadera se contraería en un 2,7% en el período 2020-2050 por reducción de la superficie de campo natural, mientras que el stock total aumentaría en

392.000 cabezas (3.31%) en los mismos 30 años, producto de la evolución de largo plazo de la tasa de faena de novillos y la tasa de procreo vacuno (ver Anexo 2 AFOLU).



Gráfica 9. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) según fuente de emisión (Gg CH<sub>4</sub>). Escenario tendencial.



Las emisiones de metano, del sector AFOLU, en 2050 serían 3,1% mayores que las reportadas en el INGEI del año 2017, aumentando en 22,55 Gg de metano. Este aumento estaría compuesto por un incremento de 2,9% de las emisiones por fermentación entérica del ganado (20,57 Gg), 2,2% de incremento de las emisiones por manejo de estiércol (0,33 Gg) y 10,4% de incremento en las emisiones del cultivo de arroz (1,67 Gg) sobre cada categoría.

Como escenario alternativo se plantea un escenario ganadero en donde el sector estabiliza sus emisiones de CH<sub>4</sub> y no contribuye con calentamiento adicional. En el escenario alternativo se propone un aumento de la productividad con estabilidad de emisiones que resultan en una disminución de la intensidad de emisiones por unidad de producto. En el cuadro 5 se ilustran los principales indicadores técnicos asociados a la dinámica de emisiones de CH<sub>4</sub>. Esto se lograría a través de mejoras de la tasa de procreo y tasa de extracción para faena con estabilización el stock total vacuno (ver anexo 2 AFOLU).

Cuadro 5. Modelo de evolución a 2050 de indicadores de ganadería en el escenario alternativo.

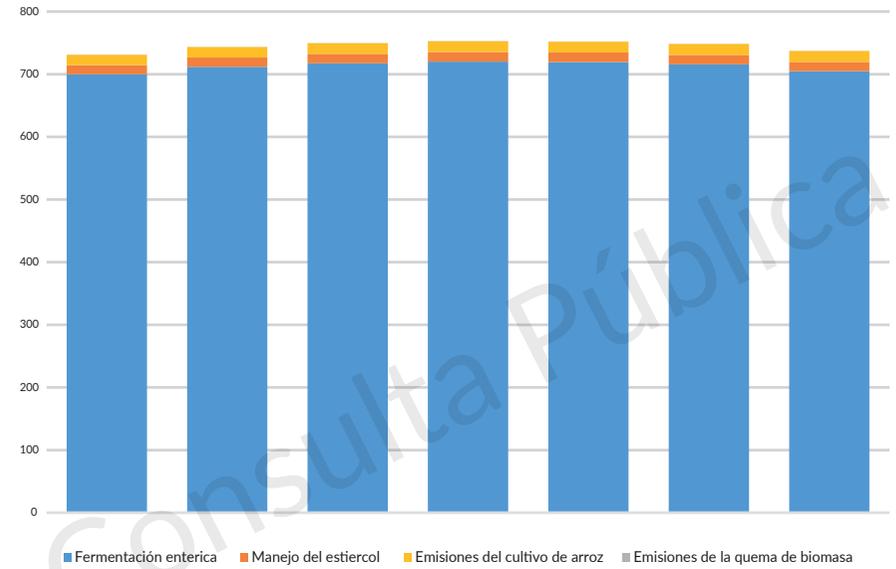
	2020	2025	2035	2050	Incremento 2020 - 2050	Incremento % respecto a 2020
Stock (miles de cabezas)	11.882,0	12.094,5	12.234,7	11.924,3	42,3	0,36%
UG/ha SP	0,723	0,745	0,757	0,747	0,023	3,21%
Tasa faena vacas	0,174	0,176	0,179	0,183	0,009	4,90%
Tasa faena Vaquillonas	0,165	0,178	0,206	0,254	0,089	54,00%
Tasa faena Novillos +1	0,455	0,489	0,566	0,650	0,195	42,87%
Tasa procreo	0,600	0,621	0,666	0,735	0,135	22,42%
Producción total (mil ton)	1.217,5	1.228,1	1.313,3	1.367,0	149,5	12,28%
Productividad (kg/ha)	93,1	94,6	103,0	110,2	17,1	18,36%

El aumento de productividad sería derivado de la aplicación de buenas prácticas de manejo ganado - pastizal en el ciclo de cría, mejora en la digestibilidad de la dieta, una mayor proporción de finalización a corral, u otras propuestas tecnológicas acordes a una ganadería baja en carbono.

Esto implica que las emisiones de metano por fermentación entérica del ganado aumentan únicamente en un 0,2% (1,5 Gg). El total de las emisiones de metano se incrementa en 0,4% (3,14 Gg), cambio compuesto por la mencionada variación de las emisiones del ganado, por una leve caída del 0,3% de las emisiones de la gestión de efluentes, y un aumento de 10,4% de las emisiones del cultivo de arroz. Estos discretos incrementos virtualmente representan un escenario de estabilización de las emisiones de metano.



Gráfica 10. Emisiones de metano según fuente de emisión. Escenario alternativo



## 2. Residuos

Se incluyen en esta sección las trayectorias de emisiones de CH<sub>4</sub> asociadas exclusivamente a la disposición de residuos sólidos en sitios de disposición final bajo tres escenarios a 2050. Las emisiones de la disposición de residuos sólidos explican más del 80% de las emisiones de CH<sub>4</sub> del sector Desechos.

Uruguay aprobó en 2019 la Ley de Gestión Integral de Residuos (N° 19.829). Esta ley tiene por objeto la protección del ambiente y la promoción de un modelo de desarrollo sostenible, mediante la prevención y reducción de los impactos negativos de la generación, el manejo y todas las etapas de gestión de los residuos y el reconocimiento de sus

posibilidades de generar valor y empleo de calidad. Además, impulsa fuertemente la disminución de la generación de residuos y los posiciona como recursos, apostando al desarrollo de capacidades nacionales para que la disposición final de residuos no sea la base de la gestión.

Es bajo este marco que, en 2021, desde el Ministerio de Ambiente se empezó a trabajar en la elaboración del Plan Nacional de Gestión de Residuos (PNGR), previsto en el Art. 14 de la Ley N° 19.829. El PNGR es una herramienta de planificación estratégica que aterriza estos conceptos mediante objetivos, metas y líneas de acción con un alcance de diez años. La primera versión del PNGR (aun no aprobado a la fecha de cierre del presente documento) es tomado como base y proyectado para la elaboración de la ECLP.

El primer escenario, denominado escenario sin PNGR, establece una trayectoria para las emisiones de la disposición de residuos en sitios de disposición final que asume un crecimiento en la generación de residuos asociado a la proyección del PIB y de la población (ver consideraciones intersectoriales o hacer referencia a la sección de proyecciones de PIB y población) y considera que no se implementa el PNGR. Se asume que la composición y otros parámetros del modelo de estimación de emisiones FOD, permanecen constantes (ver detalles en Anexo 4 Residuos).

Este escenario sí considera la implementación de lo establecido en la Ley N° 19.829 (vigente desde 2019) relativo a los sitios de disposición final operativos. A partir del 1° de enero de 2024 se establece el cierre de vertederos a cielo abierto, los sitios de disposición final deberán contar con autorización ambiental provista por el Ministerio de Ambiente y por tanto deberán realizar las adecuaciones constructivas necesarias para alcanzar dicha autorización. A los efectos del modelado del escenario se considera que los sitios de disposición final pasarán a carácter de sitio de disposición final manejado (relleno sanitario) con captura de biogás, con una eficiencia de captura del 20%.

Los escenarios aspiracionales, proyectan los principales lineamientos del PNGR a 2050 planteando trayectorias potenciales para dos situaciones: *enterramiento cero* y *enterramiento 10%* de residuos en sitios de disposición final.

Ambos escenarios aspiran a la reducción gradual de los sitios de disposición final como medio para la gestión de residuos, tomando como meta ambiciosa a 2050 que se detengan los ingresos de residuos a los sitios de disposición final.

Para elaborar las trayectorias se consideraron dos aspectos fundamentales: la disminución en la generación de residuos y la disminución de ingresos a sitios de disposición.

Para la disminución de la generación de residuos, se considera un desacople de la generación de residuos en relación con la producción de bienes y servicios. Para ello, se apuesta a reforzar la estrategia de reducción del uso de plásticos de un solo uso, que comienza con la RM N° 272, el desarrollo de un esquema de certificación de empresas libres de plásticos de un solo uso y se irá extendiendo con otras medidas. Estos escenarios también consideran la línea de reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos, en todos los eslabones de las cadenas de alimentos y en línea con la meta del ODS 13.2.

Para la línea de disminución de ingresos de residuos a sitios de disposición final, los escenarios consideran un incremento gradual y progresivo de estrategias de economía circular, recuperación y valorización de las diferentes fracciones de residuos, apoyadas en una estrategia de recolección selectiva que permita la correcta desagregación de las corrientes para su posterior valorización. (Ver Anexo 4 RESIDUOS).

Para las fracciones rechazadas de los procesos de recuperación y valorización, así como para otras fracciones que no tengan potencial valorización (por ejemplo, pañales) se plantea como escenario su valorización energética.

Se requerirá una revisión y análisis frente a cambios en temporalidades y metas de valorización establecidas en los modelos (ver detalles en Anexo 4 Residuos) o futuros desarrollos tecnológicos que podrán modificar la trayectoria de emisiones. Por ejemplo, mejoras en los sistemas de captura de biogás, podrían disminuir significativamente las emisiones.

La implementación de las medidas relativas a la recolección selectiva, recuperación y valorización de residuos, generan impactos en emisiones y reducciones que van más allá de las trayectorias descritas en esta sección, que sólo abarca las emisiones generadas en los sitios de disposición final.

Los escenarios proyectados deberán estar acompañados de un fuerte trabajo nacional en materia de investigación, innovación y desarrollo y del fortalecimiento de todos los procesos de educación tendientes a lograr una sociedad comprometida en forma activa con los cambios propuestos. Para su implementación es necesario el establecimiento de línea de financiamiento y el fortalecimiento y desarrollo de empresas a nivel nacional para recuperar y valorizar las diferentes fracciones de residuos. Si bien el PNGR y la ECLP involucran un conjunto de retos, también generan un conjunto de oportunidades para el desarrollo de nuevos negocios que pueden colaborar con un desarrollo más justo e inclusivo.

Figura XX. Trayectoria de emisiones CH<sub>4</sub> para la Disposición de Residuos

En la siguiente figura se presentan los resultados de las trayectorias de CH<sub>4</sub> para los diferentes escenarios planteados. Se observa que a 2050 se estima una reducción del 67% de las emisiones para el escenario *enterramiento 10%* comparado con el *escenario sin PNGR* y una disminución de aproximadamente el 80% de las emisiones para el escenario *enterramiento cero*.

Si comparamos las emisiones a 2021 contra los escenarios aspiracionales, se estima una reducción de emisiones del 20% para el escenario *enterramiento 10%* y casi el 50% para el escenario *enterramiento 0%*.



### Hacia la estabilidad en las emisiones de CH<sub>4</sub>

El sector agropecuario representó para Uruguay un 6,6% en promedio entre 2016 y 2020 de su Producto Interno Bruto (DIEA, 2021) y gran parte de su territorio está destinado a la producción agropecuaria, siendo la ganadería la actividad predominante en cuanto a uso del suelo. Esto determina un perfil de emisiones de GEI muy particular y fuertemente marcado por las emisiones de GEI no-CO<sub>2</sub> relativas a la producción ganadera y agrícola, donde no existen aún tecnologías difundidas, consolidadas y/o accesibles que permitan reducir considerablemente las emisiones sin comprometer la producción de alimentos.

En particular, las emisiones de CH<sub>4</sub> se generan fundamentalmente en el sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra y representaron, en el año 2017, el 94% de las emisiones totales de CH<sub>4</sub> del país, de las cuales el 86% correspondieron a la fermentación entérica en la ganadería vacuna de carne. El 6% restante de las emisiones de metano del país correspondieron, en el año 2017, al sector Residuos, de las cuales un 87% provinieron de la Disposición de residuos sólidos (BUR<sub>3</sub> Uruguay, 2019).

En relación a los escenarios de emisiones de CH<sub>4</sub>, es importante tener en consideración los siguientes elementos que lo diferencian de las emisiones de otros GEI:

El CH<sub>4</sub> es un GEI de vida corta, cuyo tiempo de permanencia en la atmósfera es entre 10-13 años, a diferencia del CO<sub>2</sub> que tiene una permanencia en la atmósfera mayor a los 1000 años. Por otra parte,

las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la producción ganadera, a diferencia de las emisiones de origen fósil, tienen su origen en procesos biológicos naturales como la digestión entérica y es parte del ciclo biológico del carbono. Por lo tanto, la cantidad remanente de CH<sub>4</sub> en la atmósfera, a los 10-13 años de haber sido emitido, es muy baja (Terra y Baethgen, 2021).

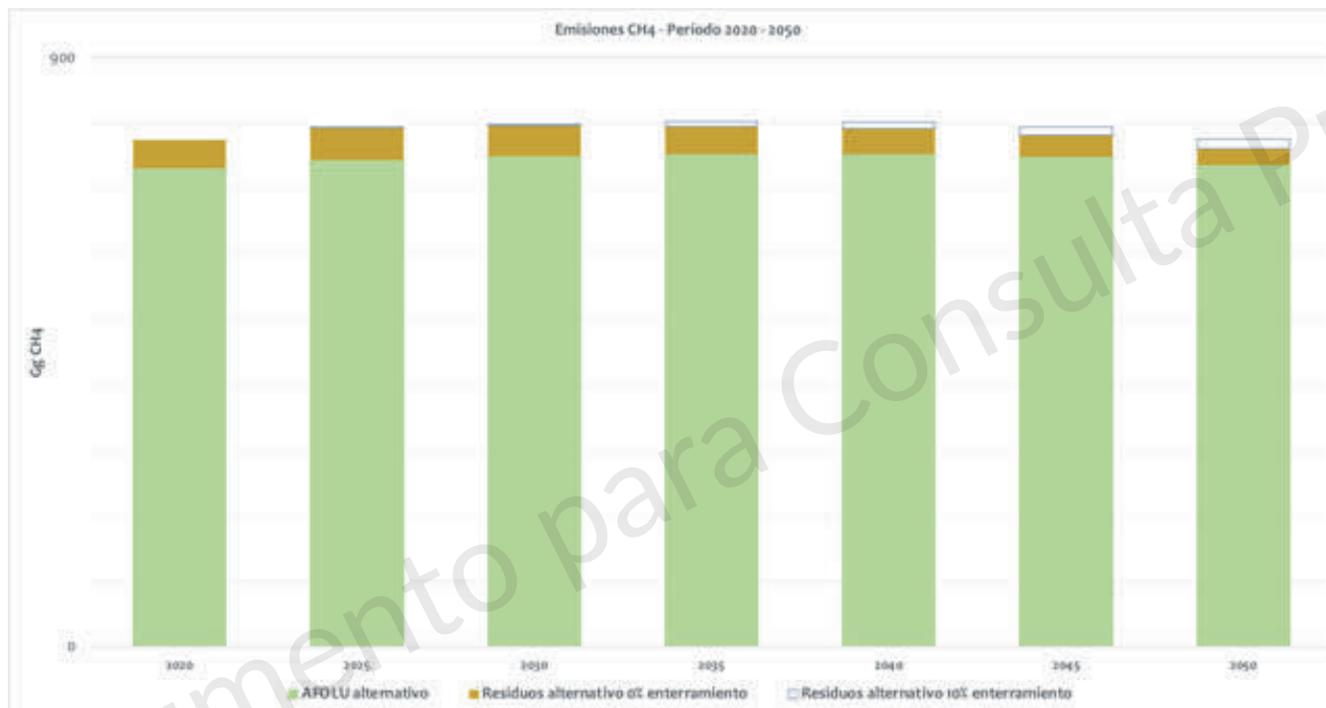
Otro elemento importante a considerar en la elaboración de una ECLP, se vincula con las métricas comunes<sup>16</sup> utilizadas para la cuantificación de las emisiones de los GEI no-CO<sub>2</sub>, en particular el CH<sub>4</sub>. El potencial de calentamiento del metano es bastante mayor que el del CO<sub>2</sub>, estimado en 28 veces más que el del CO<sub>2</sub> en un período de 100 años (AR<sub>5</sub> IPCC, 2014). Sin embargo, al ser diferente el tiempo de permanencia en la atmósfera de los distintos GEI, el potencial de calentamiento debería referir a dicho período de tiempo. En este sentido, el IPCC ha evaluado e incorporado nuevas métricas comunes en su AR<sub>5</sub> (IPCC, 2014) y AR<sub>6</sub> (IPCC, 2021), que pueden estar más directamente vinculadas con un límite de temperatura y ser más útiles para este propósito. En base a ello, Uruguay sostiene y refuerza su posición de que es necesario definir métricas comunes que mejor reflejen la relación de las emisiones con el aumento de la temperatura y que, como señala el IPCC, “puedan ser útiles para los usuarios y los tomadores de decisión”. Es por esto que, en línea con la CDN<sub>1</sub>, los escenarios de emisiones / remociones de GEI de la ECLP de Uruguay se presentan por gas. Teniendo

<sup>16</sup> Las métricas comunes son aquellos coeficientes numéricos utilizados para convertir GEI no-CO<sub>2</sub> en su equivalente en CO<sub>2</sub>.



en consideración estos elementos y de manera de seguir contribuyendo con la producción mundial de alimentos, Uruguay plantea en su ECLP un escenario ambicioso de estabilidad de emisiones de CH<sub>4</sub> al 2050, como lo muestra la siguiente gráfica:

Fig. 12. Trayectoria de emisiones de CH<sub>4</sub>, período 2020-2050



El escenario alternativo del sector AFOLU para CH<sub>4</sub> apunta a estabilizar las emisiones de metano en la actividad ganadera, aumentando la productividad de los sistemas, a la vez que reduce las emisiones por unidad de producto. Esto se lograría a través de mejoras tecnológicas que se traducirían en aumentos en la tasa de procreo y tasa de extracción para faena, logrando así estabilizar el stock total vacuno.

Con este escenario alternativo, de emisiones estables de CH<sub>4</sub>, Uruguay contribuirá a que se equilibren las concentraciones atmosféricas de este gas y no se genere calentamiento adicional.

Por otro lado, si bien el aporte del sector Residuos al total de emisiones de CH<sub>4</sub> de Uruguay es bajo, la gestión de los residuos sólidos es un aspecto relevante de la política ambiental nacional y, debido a ello, la elaboración

del Plan Nacional de Gestión de Residuos (PNGR) ha sido priorizado por el Ministerio de Ambiente para el período 2020-2025. Los escenarios aspiracionales que se plantean para este sector proyectan los principales lineamientos del PNGR a 2050 e incluyen, como meta ambiciosa a 2050, que se disminuya la generación de residuos y se detengan los ingresos de residuos a los sitios de disposición final.

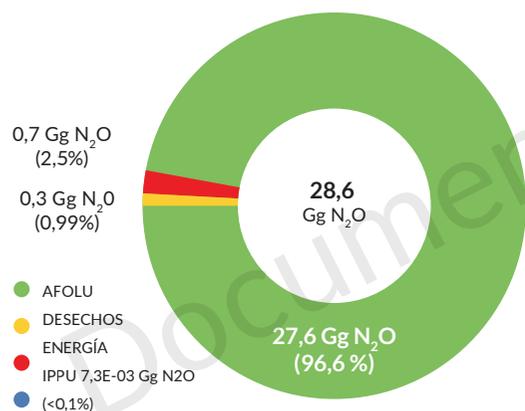
## ÓXIDO NITROSO (N<sub>2</sub>O)

### Evolución pasada y escenario actual

#### 1. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

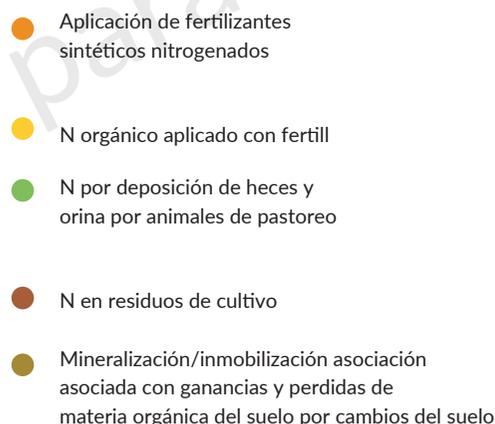
Las emisiones nacionales de N<sub>2</sub>O, al igual que las emisiones CH<sub>4</sub>, derivan en su gran mayoría del sector agropecuario (96% de las emisiones totales de N<sub>2</sub>O con métrica GWP<sub>100</sub> AR2, figura 11). En el sector agropecuario las fuentes de emisión de este gas son: emisiones directas de óxido nitroso por deposición de orina y heces en áreas de pastoreo (64,7%), seguidas por aplicación de fertilizantes (8,5%), descomposición de residuos de cultivos (3,8%) y mineralización del nitrógeno del suelo por cambios en el uso de la tierra (2,9%). Las emisiones indirectas de óxido nitroso, por volatilización y lixiviación, representaron el 19,5% de las emisiones totales de N<sub>2</sub>O de AFOLU (BUR 3 Uruguay, 2019).

Figura 11. Emisiones de N<sub>2</sub>O totales de Uruguay (Gg N<sub>2</sub>O)



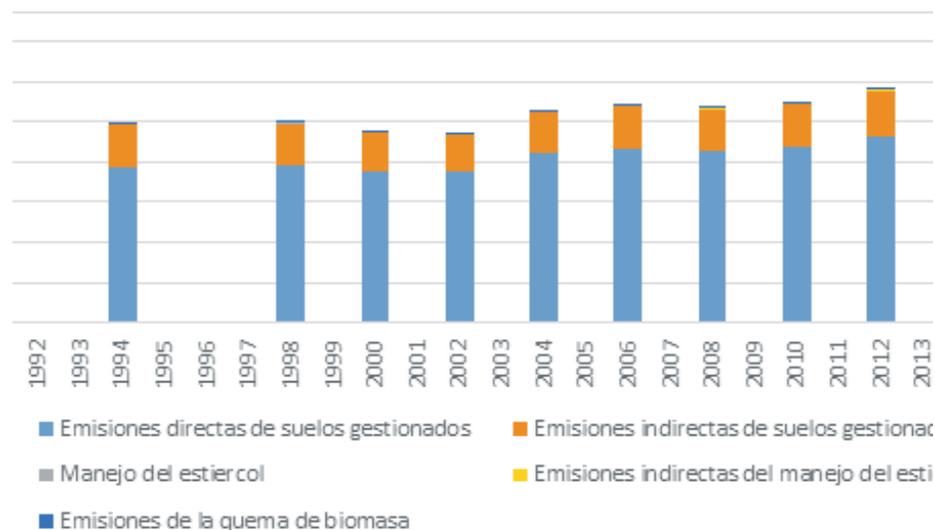
Fuente: BUR 3 Uruguay, 2019

Figura 12. Emisiones N<sub>2</sub>O sector agropecuario por fuente de emisión, año 2017 (Gg N<sub>2</sub>O)



Fuente: BUR 3 Uruguay, 2019

Figura 14 evolución pasada de las emisiones de N<sub>2</sub>O, sector AFOLU, período 1990-2017



La evolución de las emisiones de N<sub>2</sub>O tienen un alto correlato con la dinámica de las emisiones de N<sub>2</sub>O de la ganadería (N en heces y orina depositado en pasturas por animales en pastoreo) ya que es la fuente de emisión principal de este gas, y en menor medida por el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

La proyección de emisiones de N<sub>2</sub>O tiene una tendencia similar a las emisiones de CH<sub>4</sub> y también está asociada a la producción de vacunos de carne. Sin embargo, mientras que una mejora en la digestibilidad y contenido de proteína de la dieta tienden a reducir las emisiones de CH<sub>4</sub>, las emisiones de N<sub>2</sub>O podrían aumentar por una mayor cantidad de N excretado por los animales.

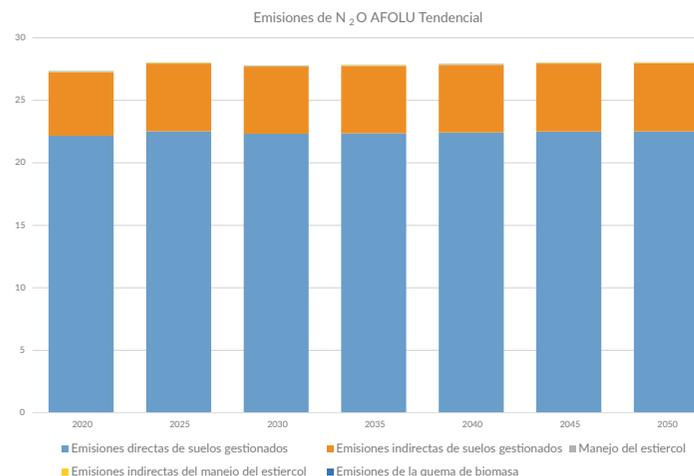
## Escenarios y trayectorias de emisiones de N<sub>2</sub>O

### 1. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

De acuerdo al perfil de emisiones y remociones de GEI de Uruguay, la ganadería es responsable de la mayor parte de las emisiones de N<sub>2</sub>O del sector agropecuario al igual que sucede con las emisiones de CH<sub>4</sub>. Estas están determinadas principalmente por el stock vacuno y responde a un conjunto de variables que caracterizan la eficiencia reproductiva de la cría y la velocidad de terminación de los novillos para faena. En el cuadro 5. se ilustran los principales indicadores técnicos de la ganadería que están asociados a la dinámica de emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

De acuerdo a las proyecciones a 2050, en el escenario tendencial, las emisiones de N<sub>2</sub>O se incrementarían un 1,6% en el período 2017-2050, aumentando en 0,43 Gg. Las emisiones directas de suelos gestionados asociadas a la ganadería explican el 80% de dicho incremento.

Gráfica 13. Emisiones de óxido nitroso según fuente de emisión (Gg N<sub>2</sub>O). Escenario tendencial.

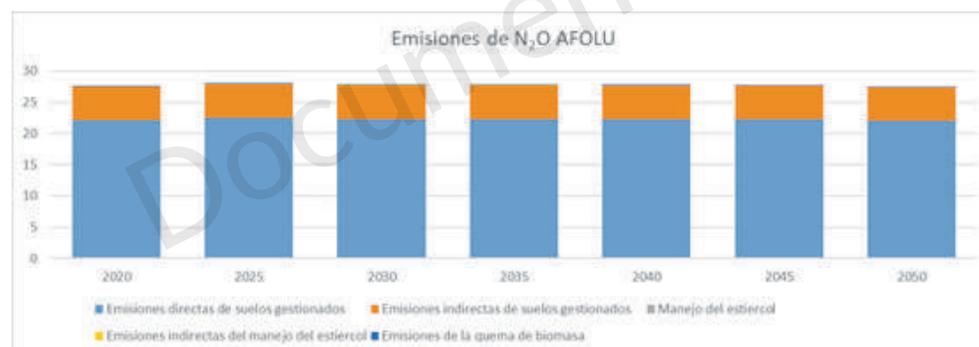




Para la estrategia climática a largo plazo se plantea un escenario alternativo que conduce a la estabilidad de emisiones de N<sub>2</sub>O del sector ganadero y que no contribuye con calentamiento adicional. Las emisiones proyectadas de N<sub>2</sub>O siguen una dinámica similar a la de CH<sub>4</sub>. En el cuadro 5. se describen los indicadores técnicos en el escenario alternativo y el cambio que se propone con respecto al escenario tendencial. En el escenario alternativo se propone un aumento de la productividad con estabilidad de emisiones que resultan en una disminución de la intensidad de emisiones por unidad de producto. Esto se lograría a través de mejoras tecnológicas que se traducirían en aumentos de la tasa de procreo y tasa de extracción para faena con estabilización del stock total vacuno.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O, en este escenario mostrarían una caída de 0,6% (-0,16 Gg) explicado principalmente por la disminución de las emisiones directas de suelos gestionados (- 0,15 Gg), asociadas a una menor pérdida de materia orgánica y menor uso de fertilizantes nitrogenados por cambio en el uso del suelo.

Gráfica 14. Emisiones de óxido nitroso según fuente de emisión (Gg N<sub>2</sub>O). Escenario alternativo.



### Hacia la estabilidad en las emisiones de N<sub>2</sub>O

Las emisiones de N<sub>2</sub>O, al igual que las de CH<sub>4</sub>, están fuertemente relacionadas con el sector agropecuario y la producción de alimentos y, representaron, en el año 2017, el 97% de las emisiones totales de N<sub>2</sub>O del país. Las principales emisiones de este gas se generan a partir del nitrógeno contenido en heces y orina que es depositado en las pasturas por los animales en pastoreo, por lo que la dinámica de las emisiones de N<sub>2</sub>O tiene un fuerte vínculo con la actividad ganadera del país y un importante correlato con el escenario alternativo planteado para el CH<sub>4</sub>.

Ese escenario alternativo conduciría a un aumento de la productividad de los sistemas ganaderos, a través de mejoras tecnológicas asociadas a la eficiencia reproductiva de la cría y la tasa de extracción, que permitirían estabilizar el stock total vacuno y las emisiones de N<sub>2</sub>O. Esto resultaría en una disminución en la intensidad de emisiones por unidad de producto.

Como fuera mencionado para el caso del CH<sub>4</sub>, aún no existen tecnologías consolidadas que permitan reducir las emisiones de estos gases en las actividades productivas, sin que ello comprometa la producción de alimentos, por lo que se plantea para la ECLP un escenario alternativo que conduce a la estabilidad de emisiones de N<sub>2</sub>O y que no contribuye con calentamiento adicional.



## 06 TRANSICIÓN JUSTA

Como se refleja en la Sección anterior, parte de los esfuerzos destinados a la elaboración de esta ECLP estuvieron enfocados en la definición de trayectorias y escenarios de GEI presentados como tendenciales y alternativos, siendo estos escenarios alternativos el resultado de consideraciones aspiracionales en materia de emisiones y remociones y, a la vez, tecnológicamente viables con la información y conocimiento disponible. En esta Sección, se presenta el análisis realizado para considerar cuestiones de empleo, género y generaciones, englobado dentro del concepto de Transición Justa, sobre las trayectorias y escenarios de GEI alternativos. El objetivo final de este análisis es dar mayor viabilidad a las trayectorias y escenarios de menores emisiones netas elaborados y presentados en esta ECLP, entendiendo que eso se logrará detectando con anticipación las oportunidades y amenazas que se derivan de dichas trayectorias y escenarios, y luego tomando acciones al respecto. Cabe mencionar que la profundización de este análisis y el diseño y definición de acciones de política concretas que busquen aprovechar las oportunidades y/o mitigar las amenazas detectadas, será tarea de otras instancias en el ciclo de diseño e implementación de la política climática, y en particular de la elaboración e implementación de la CDN<sup>2</sup>.

El concepto de Transición Justa surge en el marco del ámbito laboral, si bien desde diversos sectores de la sociedad se fueron incorporando conceptos para ampliar su alcance. Así, en 2015 la Organización Internacional del Trabajo (OIT) estableció Directrices de política para una Transición Justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles. Desde la perspectiva climática se adoptó el concepto para recalcar que son los países en desarrollo los que sufren más los impactos del cambio climático, aun cuando estos países son los que menos contribuyen a las emisiones de GEI. También se señala que, producto

Consulta Pública





de desigualdades estructurales de carácter social y económico, hay colectivos que tienen mayor vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y que, por lo tanto, se hace necesario pensar la transición hacia una economía de menos emisiones de GEI, considerando los posibles impactos socioeconómicos que recaerán sobre dichos colectivos.

El análisis que se describe en esta sección permitió al Gobierno de Uruguay profundizar en el concepto de Transición Justa, enfocando su aplicación al ámbito nacional. Uruguay avanzará en la conceptualización e implementación de dicho concepto en las siguientes etapas del ciclo de política climática, ampliando esta conceptualización de la Transición Justa al contexto global y de las negociaciones internacionales, tanto climáticas como laborales.

El trabajo realizado para aplicar el concepto de Transición Justa en la ECLP puede resumirse en dos etapas. En primer lugar, la elaboración de una línea de base compuesta por información estadística sobre empleo actual, desagregada por sexo y franja etaria, asociada a las actividades productivas que explican hoy las emisiones y remociones de GEI. Y, en segundo lugar, la determinación de cómo las dinámicas productivas sobre las que se sustentan las proyecciones de emisiones y remociones de GEI elaboradas, pueden potencialmente influir en las cuestiones de empleo, género y generaciones.

Para la elaboración de la línea de base, fue determinante el apoyo recibido desde el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), que permitió

el acceso a información sobre empleo, desagregada por diversas variables<sup>17</sup>, entre ellas sexo y franja etaria, a partir de información que se replica desde el Banco de Previsión Social. Esta desagregación, más allá que no es suficiente para hacer un debido y completo análisis de las cuestiones de género y generaciones, aporta información de utilidad. Cabe mencionar algunas particularidades del proceso de elaboración de la línea de base. En primer lugar, la estructura y organización de los sectores y categorías de emisiones en el INGEI, no coincide con otras formas de clasificar la actividad productiva como, por ejemplo, la utilizada en las Cuentas Nacionales, en la Codificación CIIU y, en particular, con la organización de la información brindada por el MTSS, la cual se basa en la clasificación utilizada en el ámbito de la negociación colectiva en Uruguay<sup>18</sup>. En segundo lugar, la información del MTSS, incluye exclusivamente empleo del sector privado por lo que se debió desarrollar estrategias alternativas para considerar el empleo del sector público. Esto es especialmente relevante en aquellos sectores de emisiones donde el empleo público es de mayor relevancia, como es el energético, debido al rol y dimensión de las empresas ANCAP y UTE, y el asociado a desechos, debido al rol de los Gobiernos Departamentales en la gestión de los residuos. Por otra parte, la información no permite desagregar las funciones de las personas dentro de las empresas,

<sup>17</sup> La información recibida está desagregada en base a las siguientes variables: Sexo, Franja Etaria, Vínculo Funcional, Monto Imponible, Departamento.

<sup>18</sup> Se denominan Mesas de Negociación Colectiva y se clasifican con código llamados "Cuartetas" por su composición.

aspecto relevante cuando son las funciones o tareas las que pueden verse amenazadas o beneficiadas, más que la actividad productiva en general. Por último, mencionar que la línea de base no considera el empleo informal, el cual puede ser sustantivo en algunos sectores y que podría implicar una mayor proporción de los colectivos más vulnerables. Más allá de los recaudos que deben tomarse al momento de analizar esta información, el disponer de esta base permitirá mejorar el diseño de acciones y medidas de política pública concretas que favorezcan una Transición Justa.

Al analizar la información contenida en la línea de base por Sector del INGEI, se observa lo siguiente.

El total de la población ocupada en el sector privado de Energía (Transporte incluido), asciende a 90.892 personas, de las cuales 15.181 son mujeres (16%). La distribución etaria de hombres y mujeres por subsectores muestra que sólo en la “Producción de electricidad y calor” la mayor concentración se da en edades más avanzadas (entre 40 y 60 años). En los demás subsectores, las mujeres se ubican principalmente entre 30 y 50 años, y en los hombres es más variado: en “Servicios asociados al transporte” y “Gas por red” son más jóvenes (menores de 40 años), en “Transporte terrestre de pasajeros” más de la mitad son mayores de 40 años y en “Transporte de carga” y “Residencial” se ubican en edades intermedias (entre 30 y 50 años).

Al completar la información del Sector Energía con el empleo generado en las empresas del sector público, UTE y ANCAP principalmente, se observan otros 9.213 empleos siendo el 26% mujeres. Cabe mencionar que esta información es clasificada según códigos CIU y con una desagregación diferente a la obtenida desde el MTSS.

El empleo en el sector IPPU refiere a las actividades complementarias de la “Industria de la construcción” (“Canteras en general” y “Hormigón premezclado”), las “Barracas de construcción”, y la “Industrialización del vidrio”. También se incluyó la “Industria de la construcción” por ser

el sector demandante de estos insumos. El empleo en las actividades complementarias, “Barracas” e “Industria del vidrio” asciende a 10.133 puestos de trabajo, donde 19% son mujeres. En la “Industria de la construcción” el empleo es de 29.700 y el empleo femenino es sólo un 8%. La población ocupada en las actividades del sector IPPU es relativamente joven, tienden a ubicarse en el tramo entre 30 y 50 años, con mayor predominio de los hombres entre los menores de 40 años, y las mujeres entre las de 40 y 50 años de edad.

Sobre el empleo en el sector AFOLU, este se asocia al generado por todas las actividades de la fase primaria agropecuaria que incluye “Ganadería, agricultura y actividades conexas”; “Viñedos, fruticultura, horticultura, floricultura, criaderos de aves, suinos, apicultura y otras actividades”; “Forestación”; y algunas seleccionadas de la agroindustria. El empleo total en el sector privado registrado de la fase primaria agropecuaria asciende a 21.293 de los cuales 4.313 son mujeres, y de las actividades seleccionadas de la agroindustria, son 40.452, de las cuales 7.506 son mujeres. La mayor proporción del empleo en la fase primaria la genera la “Ganadería, agricultura y actividades conexas” (18%), y en la fase agroindustrial, la “Industria Frigorífica/Carne vacuna” (26%). La distribución por edades, muestra que en general tanto hombres como mujeres en las fases primaria y agroindustria se ubican en edades centrales (entre 30 y 50 años de edad), excepto en la fase primaria, donde los hombres tienden a ser más jóvenes (menores de 40 años de edad). En este punto, cabe mencionar la necesidad de profundizar sobre las estadísticas de empleo en el sector agropecuario y contrastar la información proveniente desde diversas fuentes de información. Una referencia en este sentido es la estimación que presenta el MGAP en base a Encuestas Continuas de Hogares (ECH) 2013-2016 y al Censo General Agropecuario 2011. A partir de dichas fuentes de información, el MGAP estimó en 152.809 los puestos de trabajo agropecuarios (Anuario Opya, 2018). Las diferencias se explican por diversos motivos, entre estos el hecho de que la información proveniente de las ECH considera el trabajo informal mientras que la base del MTSS considera solo el trabajo formal y el proveniente del Sector Privado, exclusivamente. Otra



diferencia relevante es el hecho de que la base del MTSS considera la Mesa de Negociación Colectiva del trabajador, poniendo el foco en la función del cotizante para su clasificación sectorial, mientras que las ECH consideran la clasificación CIIU de la empresa del trabajador.

En el sector privado vinculado a “Desechos”, se registran 2.833 empleos, siendo el 21% mujeres. El empleo en el sector “Desechos” es bastante juvenil, principalmente entre los hombres que se

concentran entre los menores de 30 y 40 años. Las mujeres tienden a concentrarse en el tramo entre 30 y 50 años. Cabe mencionar que este sector se caracteriza por una alta informalidad y por un rol destacado de los Gobiernos Departamentales en la generación de empleo, aspectos que no son considerados en esta base de datos.

A continuación, se presenta el acumulado de la información disponible, organizada por Sector del INGEI y desagregado por sexo.

Tabla. Empleo relevado distribuido por Sector del INGEI y desagregado por Sexo.

Empleo	Hombres	Mujeres	Acumulado
<b>Energía (incluido el Transporte) (1)</b>	82.492	17.612	100.104
<b>IPPU (2)</b>	35.526	4.307	39.833
<b>AFOLU (3)</b>	49.926	11.819	61.745
<b>Desechos (4)</b>	2.231	602	2.833
<b>Acumulado</b>	<b>170.175</b>	<b>34.340</b>	<b>204.515</b>

La información proviene mayormente de la réplica del MTSS sobre el BPS; se organiza por Mesas de Negociación Colectiva, las cuales se asociaron con los Sectores definidos en el INGEI. La información refiere mayormente a empleo del Sector Privado.

- 1) En este Sector se agrega la información disponible para el Sector Público.
- 2) Se incluye la información del Sector Construcción.
- 3) Incluye el empleo generado en el actividad primaria como también en la agro industria.
- 4) No contiene el empleo en el Sector Público que resulta determinante por la relevancia de los Gobiernos Departamentales en la gestión de los residuos.

Para determinar cómo las dinámicas productivas sobre las que se sustentan las proyecciones de emisiones y remociones de GEI elaboradas, pueden potencialmente influir en las cuestiones de empleo, género y generaciones, se debe distinguir entre los supuestos y aspectos que determinan los escenarios alternativos elaborados. Dicha distinción debe considerar, al menos, lo siguiente: i) si el escenario

alternativo se basa en un aumento o descenso del nivel de actividad de un sector, entendiendo que ello implica oportunidades o amenazas en materia de empleo, y posibles modificaciones en la distribución por sexo y edad; ii) si el aumento o descenso del nivel de actividad mencionado en el punto anterior, sustituye o es sustituida por el aumento o descenso en el nivel de actividad de



otro sector, y en este caso, si esta otra actividad productiva es más o menos generadora de empleo que la primera; y iii) si el escenario alternativo se basa en cambios tecnológicos, que no implican de por sí modificaciones en los niveles de actividad, corresponde analizar si tienen potenciales afectaciones en cuestiones de empleo, género y generaciones. Cabe reiterar que la desagregación en sexo y edad de la información de empleo no es suficiente para hacer el análisis debido que aporte a la implementación del concepto de Transición Justa, pero habilita a un análisis inicial.

Al analizar a nivel sectorial y enfocando en materia de empleo, se observa que las actividades vinculadas a la generación de energía con base en hidrocarburos requerirán de acciones específicas en materia de reconversión laboral, algunas ya en implementación. Vinculado a esto, se debe ponderar la incorporación de nuevas fuentes energéticas renovables y la generación de empleo que conllevan. En este sentido, la penetración de las energías renovables ya transitada por el país, es una referencia para dimensionar la oportunidad que conllevan.

En relación con el empleo asociado al transporte, no se detectan amenazas directas ya que el nivel de actividad se visualiza en aumento. En este sector, el supuesto relevante es un cambio tecnológico y, específicamente vinculado a los combustibles utilizados (desde combustibles fósiles a electricidad e hidrógeno verde). Esto es una amenaza para las actividades y empleos asociados a servicios al sector transporte, rubro que requeriría de medidas específicas que faciliten una reconversión laboral. Cabe mencionar, que este tipo de cambio tecnológico puede derivarse en oportunidades para favorecer la incorporación de mujeres en el sector, e inclusive en actividades de mayor valor agregado asociado al uso de tecnologías más avanzadas. De forma similar, puede visualizarse como una oportunidad para los trabajadores más jóvenes.

Sobre el Sector IPPU, los supuestos sobre los que se construyen las proyecciones se basan en cambios tecnológicos internos a los procesos

de las empresas, no previéndose afectación sobre los niveles de actividad. En este sentido, no se visualizan amenazas al empleo en esta actividad.

En el caso de AFOLU, los escenarios alternativos suponen un aumento de la actividad forestal y en la producción ganadera. Esta evolución derivaría en oportunidades sobre la generación de empleo. A su vez, debido a las características del sector forestal y a la apuesta a una intensidad de la producción ganadera en base a campo natural, se visualizan opciones para aumentar las oportunidades de empleo a mujeres y jóvenes, lo cual requerirá de acciones y medidas específicas para su concreción.

Sobre el Sector Desechos, considerando los escenarios alternativos presentados y los supuestos sobre los que se elaboró el Plan Nacional de Gestión de Residuos, instrumento actualmente en consulta pública, se vislumbran tanto oportunidades como amenazas. Esto debido a que, en el marco del Plan Nacional de Gestión de Residuos, se promoverán ciertos emprendimientos que valorizarán los residuos, derivando en oportunidades de empleo. Pero, al mismo tiempo, se prevé una disminución en el flujo de residuos y, en particular, en la disposición de residuos en sitios de disposición final, lo que es una amenaza para los empleos vinculados con la recolección y gestión de residuos en los sitios de disposición final.

Más allá de esta primera detección de oportunidades y amenazas en materia de empleo, género y generaciones, se destaca la disponibilidad de la línea de base como herramienta fundamental para diseñar e implementar acciones concretas alineadas con el concepto de Transición Justa.

# 07

**APOORTE DE URUGUAY  
A LOS OBJETIVOS DEL  
ACUERDO DE PARÍS**

Documento para Consulta Pública

## 07 APOORTE DE URUGUAY A LOS OBJETIVOS DEL ACUERDO DE PARÍS

El Artículo 2 del Acuerdo de París presenta sus objetivos y consigna que “tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza” y que para ello se buscará, entre otros objetivos, “...Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima...”.

Desde la creación de la CMNUCC, e inclusive antes, Uruguay ha demostrado una y otra vez su decisión de actuar de forma responsable ante el cambio climático, tanto en el plano internacional como nacional y local. Son varias las normativas, arreglos institucionales, medidas de política y procesos de planificación, mencionados en este documento que confirman el rol activo que Uruguay ha asumido ante el cambio climático y, en particular, para aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia al clima.

Con la elaboración de esta Estrategia, Uruguay refuerza dicha decisión al incluir una sección enfocada en adaptación, resiliencia y reducción del riesgo ante el cambio climático y, en particular, a través de la definición de consideraciones prioritarias para el mediano plazo que reforzarán la capacidad institucional de Uruguay para enfrentar el cambio climático. No menor, y en línea con el rol

que Uruguay ha jugado en el contexto internacional y en la CMNUCC en particular, es la decisión de aportar al desarrollo de un enfoque que permita conectar los esfuerzos en materia de adaptación, resiliencia y reducción del riesgo a nivel nacional, con la MGA.

Esta Estrategia pretende, también, continuar promoviendo un desarrollo de largo plazo del país con bajas emisiones de GEI, a partir de procesos productivos y servicios sostenibles, que incorporan conocimiento e innovación, en línea con lo establecido en nuestra PNCC y en virtud de lo indicado en el Artículo 4.1 del Acuerdo de París: “Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardarán más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza”.



Para ello, la contribución de Uruguay, como país en desarrollo y sobre la base de la equidad y el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, se desprende de los escenarios aspiracionales planteados en esta ECLP para los diferentes GEI.

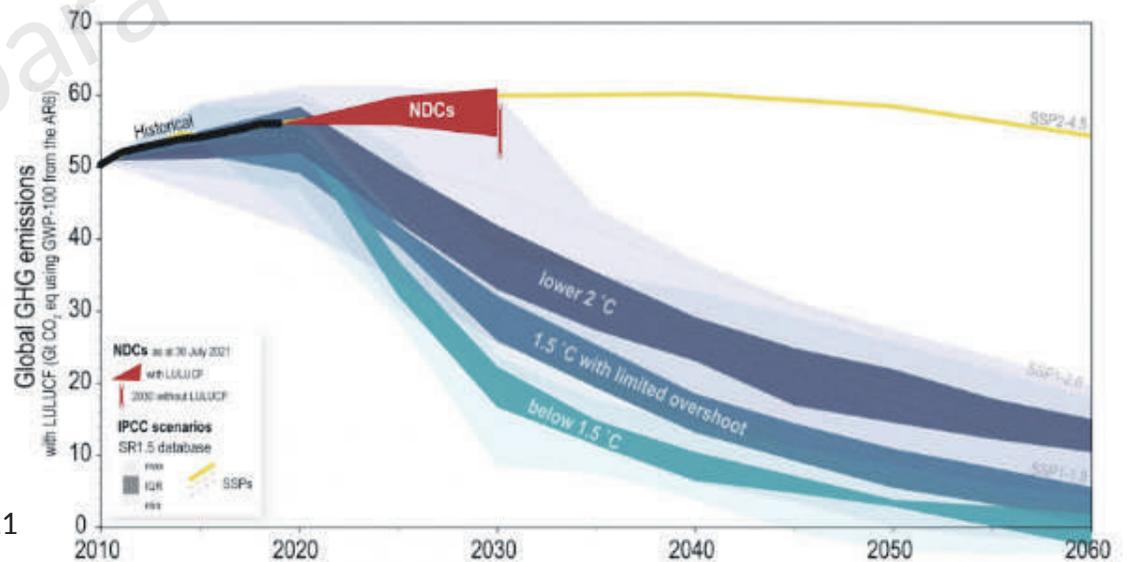
Uruguay se propone alcanzar la meta aspiracional de neutralidad de CO<sub>2</sub> al 2050, contribuyendo a alcanzar el equilibrio entre las emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub> por las fuentes y la absorción antropógena de CO<sub>2</sub> por los sumideros en la segunda mitad del siglo. En este escenario aspiracional, el punto máximo de emisiones de CO<sub>2</sub> será alcanzado alrededor del año 2027, aportando así a que las emisiones de GEI globales alcancen su pico lo antes posible.

Por otra parte, considerando los esfuerzos realizados por Uruguay para enfrentar el cambio climático y avanzar en un desarrollo con menos emisiones de GEI, y los nuevos desafíos que surgen a partir de su ECLP,

En materia de los GEI no-CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, fuertemente ligados a la producción de alimentos, Uruguay se propone escenarios alternativos de estabilidad en las emisiones de estos gases al 2050, lo que implicará seguir aportando a la producción mundial de alimentos sin contribuir con calentamiento adicional.

Reconociendo la necesidad urgente de aumentar la ambición en la acción climática a nivel global para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París (ver gráfica XXXX), reforzando la condición de Uruguay de país en desarrollo y considerando que su aporte a las emisiones globales representa únicamente un 0,04% del total, las contribuciones que se plantean en esta Estrategia al logro del objetivo de temperatura del Acuerdo de París resultan sumamente desafiantes y ambiciosas.

Fig. 13: Proyecciones globales de emisiones de GEI y aporte de las NDCs disponibles



Fuente: CMNUCC, 2021

es que resulta de mucha relevancia para el país los avances que ocurran en relación a “Situación de los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero”, objetivo también mencionado en el Artículo 2 del Acuerdo de París. Para que Uruguay pueda aumentar su capacidad de adaptación al cambio climático y resiliencia al clima, y transitar por los escenarios de emisiones y remociones presentados como alternativos, es imprescindible que aumente el flujo de medios de implementación del exterior que llegan al país, en condiciones preferenciales.

Como es sabido, la tan relevante meta de movilización de fondos desde países desarrollados a países en desarrollo no se ha alcanzado en monto ni en lo que a las condiciones preferenciales de dicho financiamiento refiere. Más allá de esto, Uruguay seguirá trabajando para explicitar las necesidades de apoyo que requiere y reiterar en el contexto internacional, la importancia de llevar a la práctica el principio de las “responsabilidades comunes pero diferenciadas”, que se materializa en el cumplimiento del compromiso sobre el flujo de fondos desde países desarrollados a los países en desarrollo.



**PARIS2015**  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
**COP21·CMP11**



Documento para Consulta Pública

ANEXOS  
**01**





# ESCENARIOS EMISIONES DEL SECTOR ENERGÍA

## Escenarios Energía: Información adicional

En este anexo se describen la metodología, hipótesis y fuentes de datos utilizadas para los escenarios presentados para el sector energético, considerando las emisiones de CO<sub>2</sub>, tomando como año base el 2018 y como horizonte 2050.

Las medidas propuestas en el escenario aspiracional corresponden a tecnologías ya desarrolladas o que se prevé lo estén en el corto plazo. No se consideró ni se analizó el proceso de transición necesario para alcanzarlas, ni sus impactos económicos, sociales y ambientales, más allá de las emisiones de GEI.

El sector Energía incluye las emisiones de la transformación, generación, transmisión y distribución de energía, así como las generadas en el uso y consumo de energía. La mayoría de las emisiones del sector corresponden a CO<sub>2</sub> (95%) y son las consideradas en estos escenarios.

En términos generales, las hipótesis manejadas son:

Escenario Tendencial	Escenario aspiracional
No se consideran mejoras tecnológicas (rendimientos constantes) No se consideran cambios importantes en las participaciones de los combustibles en los distintos usos La expansión del parque de generación de electricidad incluye la opción de nuevas máquinas térmicas fósiles	Sustitución de las fuentes fósiles en aquellos usos para los cuáles la tecnología que lo hace posible esté ya desarrollada o lo estará en el corto plazo La expansión del parque de generación de electricidad solamente considera fuentes renovables así como acumulación (bancos de baterías)

En lo que respecta a la generación de energía eléctrica, en ambos escenarios solamente se considera la demanda interna y a sistema cerrado (no se consideran importaciones ni exportaciones) y se asumen condiciones de hidraulicidad media. En el escenario aspiracional no se considera la energía necesaria para generación de hidrógeno, que será renovable y dedicada.





### Metodología de proyección

La proyección del consumo de los distintos combustibles o fuentes por uso para todos los sectores de demanda (con excepción del transporte) se estima mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Demanda final}_{i,j,k,t} \\ = IEU_{j,k,t} * Driver_{j,k,t} * \frac{1}{\eta_{i,j,k,t}} \end{aligned}$$

Siendo:

$Demanda\ final_{i,j,k,t}$ : Energía final o neta consumida de la fuente (combustible)  $i$  en el uso  $j$  por el sector  $k$  en el año  $t$

$IEU_{j,k,t}$ : Intensidad de energía útil del uso  $j$  en el sector  $k$  en el año  $t$

$Driver_{j,k,t}$ : Variable socioeconómica (principalmente PIB o Población) que funciona como *tractor* de la demanda energética del uso  $j$  del sector  $k$  en el año  $t$

$\eta_{i,j,k,t}$ : Rendimiento de la fuente  $i$  para el uso  $j$  del sector  $k$  en el año  $t$

Las variables socioeconómicas o drivers utilizados son: datos históricos de PIB<sup>1</sup>, proyección de crecimiento 2020-2024<sup>2</sup>, proyección de crecimiento a partir de 2025<sup>3</sup>, población a 2050<sup>4</sup>, serie de hogares histórica<sup>5</sup> y proyección de hogares<sup>6</sup>.

### Sector Residencial

El consumo energético por fuente para el año base, se toma directamente del Balance Energético Nacional (BEN) publicado por el MIEM<sup>7</sup>. La participación de los usos en cada una de las fuentes existentes en el BEN se obtiene

<sup>1</sup> <https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Cuentas%20Nacionales/presentacion05.htm>

<sup>2</sup> <https://legislativo.parlamento.gub.uy/PL/PRESUPUESTO%20NACIONAL%202020%20-2024/proyectoPE/documentos/pdf/mensaje.pdf>

<sup>3</sup> Apartado 4.4.2 del mismo documento que corresponde a 2,3 % anual

<sup>4</sup> Escenario "con caída extrema de la fecundidad" del trabajo "Escenarios Demográficos Uruguay 2050", [https://www.opp.gub.uy/sites/default/files/documentos/2018-05/2257\\_Escenarios\\_demograficos\\_Uruguay\\_2050-\\_web.pdf](https://www.opp.gub.uy/sites/default/files/documentos/2018-05/2257_Escenarios_demograficos_Uruguay_2050-_web.pdf)

<sup>5</sup> <https://www.ine.gub.uy/encuesta-continua-de-hogares>

<sup>6</sup> Construcción de escenarios socioeconómicos 2012-2035 para prospectiva energética

<sup>7</sup> <https://ben.miem.gub.uy/>

de estudios de consumos y usos de la energía. Para el sector residencial, el último disponible, corresponde al realizado por el MIEM en el año 2006<sup>8</sup>, que se utiliza para todas las fuentes con excepción de la leña y los residuos de biomasa; para éstas, los datos más actuales corresponden a los que se extraen de la Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE) desarrollada por el MIEM<sup>9</sup>. Los datos de los rendimientos de cada una de las fuentes para cada uso también se obtienen del mencionado estudio.

Con estos datos, el software LEAP<sup>10</sup> utilizado para la elaboración de este trabajo calcula para el año base, la Intensidad de Energía Útil (IEU) de cada uso como el cociente entre la energía útil total y el número de hogares.

El driver considerado para la proyección de la demanda del sector residencial es el número de hogares. Además, para cada uso, se establece que la IEU crece de acuerdo al PIB con una elasticidad constante, calculada con datos históricos de BEN y de PIB.

Hipótesis sector Residencial	
Tendencial	Intensidad de Energía útil crece con relación al PIB.
Aspiracional	Entre 2030 y 2050 se sustituyen las fuentes fósiles por electricidad.



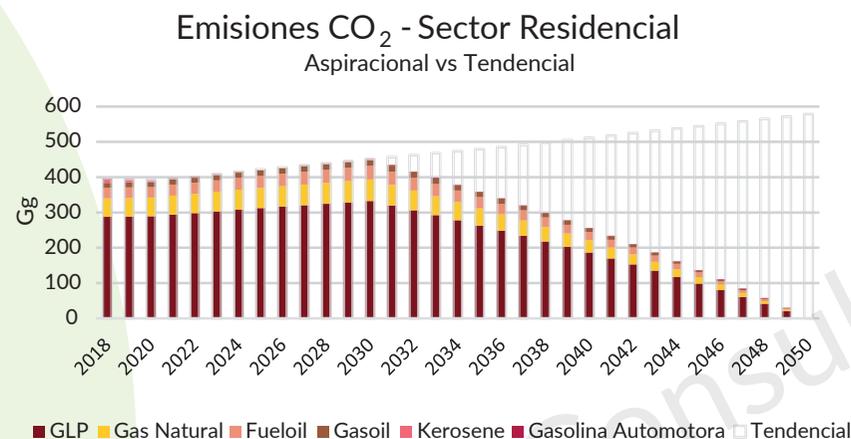
<sup>8</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/estudio-consumo-uso-energia-2006>

<sup>9</sup> [http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/visualizar-contenido/-/asset\\_publisher/fnOFJTPAaHM7/content/base-de-indicadores-de-eficiencia-energetica-bie-1](http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/visualizar-contenido/-/asset_publisher/fnOFJTPAaHM7/content/base-de-indicadores-de-eficiencia-energetica-bie-1)

<sup>10</sup> <https://leap.sei.org/default.asp>

En el gráfico siguiente, se presentan las emisiones de CO<sub>2</sub> en el escenario tendencial y aspiracional.

GRAFICO 1: Emisiones sector residencial (tendencial y aspiracional)



Como se ve en el gráfico, para este sector las medidas consideradas serían suficientes para lograr su descarbonización a 2050. Sin embargo, para contextualizar la dificultad de su aplicación, implica grandes cambios en el sector ya que casi el 30 % de los hogares uruguayos utilizan combustibles fósiles como energético principal para calefacción y más de un 90 % para cocción.

### Sector comercial y servicios

Al igual que en el sector Residencial, los datos de consumos, participaciones de fuentes en los usos y rendimientos del sector Comercial y Servicios se obtienen del BEN y del estudio de consumos y usos de la energía del año 2006.

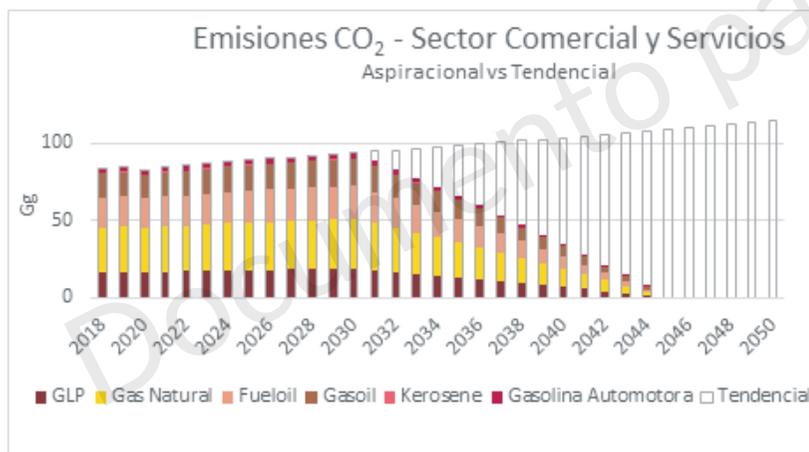
Para este sector, la IEU de cada uso en el año base queda determinada por el cociente entre la energía útil total y el valor agregado bruto (VAB) sectorial, obtenido de las cuentas nacionales del Banco Central del Uruguay (BCU).

El driver considerado para la proyección de la demanda es el VAB sectorial, asumiendo que la composición del PIB se mantiene constante para todo el periodo de estudio. La demanda final del sector, queda de esta forma determinada por el crecimiento del VAB sectorial con una elasticidad constante calculada con datos históricos del BEN y del PIB.

Hipótesis sector Comercial y Servicios	
Tendencial	La demanda crece en relación al VAB sectorial.
Aspiracional	Entre 2030 y 2045 se sustituyen las fuentes fósiles por electricidad

En el gráfico siguiente, se presentan las emisiones de CO<sub>2</sub> en el escenario tendencial y aspiracional.

GRAFICO 2: Emisiones sector Comercial y Servicios (tendencial y aspiracional)



En este sector, que ya tiene un consumo alto de electricidad en proporción a las demás fuentes, se podría alcanzar la descarbonización antes de 2050.

### Sector Actividades Primarias

Este sector se modela de idéntica forma que el de Comercial y Servicios, tomando como insumo los datos de la actualización del estudio de consumos y usos de la energía de 2006 realizada en el año 2008.

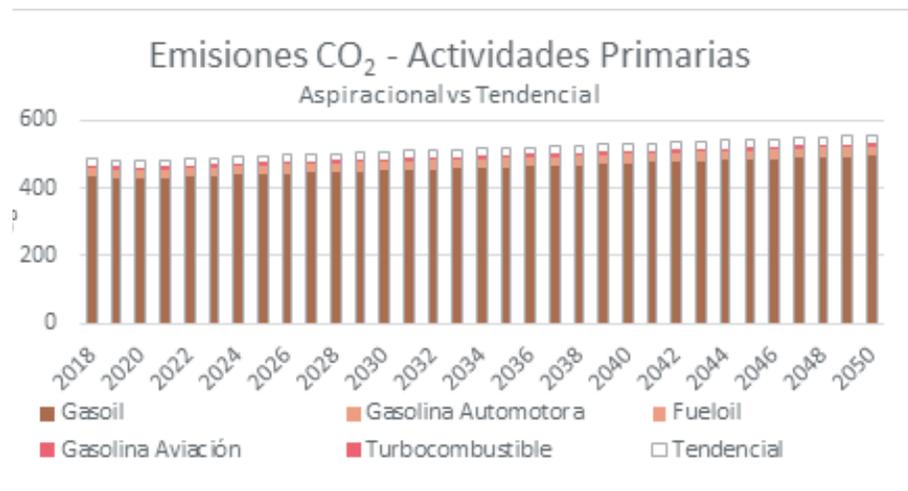
Las demás consideraciones para el crecimiento de la demanda son idénticas, considerando el VAB sectorial y la elasticidad calculada correspondiente.

Hipótesis del sector Actividades primarias	
Tendencial	Demanda crece en relación al VAB sectorial.
Aspiracional	Sustitución de fuentes fósiles por electricidad para el uso de calor.

En el siguiente gráfico se presentan las emisiones del escenario tendencial y aspiracional.



GRAFICO 3: Emisiones del sector de Actividades primarias (tendencial y aspiracional)



En este sector, como puede verse en el gráfico anterior, el mayor consumo de combustible y por tanto las mayores emisiones, corresponden al gasoil, mayoritariamente debido a su uso en la maquinaria del sector agropecuario.

A diferencia de los sectores previamente estudiados, no existe hoy en día una tecnología lo suficientemente desarrollada a nivel comercial para lograr la descarbonización de este uso y deberá revisarse atendiendo a nueva información.

Algunos estudios mencionan la disponibilidad comercial de algunos tipos de maquinaria agrícola libres de emisiones, como ser tractores con motor y batería eléctrica. Otra posibilidad a estudiar es la sustitución de los combustibles fósiles utilizados en maquinaria móvil por biocombustibles renovables (Green o drop-in).

### Sector Industrial

Este sector se separa en dos subsectores, uno comprendido por la industria del papel y de la celulosa y otro que nuclea todo el resto de las industrias. Esto se basa en la importancia en el consumo total que tiene la primera desde hace unos años.

### Sector Industrial – Pasteras

Los datos correspondientes a los consumos energéticos de este subsector para el año base se obtienen del BEN mientras que las participaciones de las fuentes en los usos así como sus correspondientes rendimientos se obtienen del último Balance Nacional de Energía Útil para el sector Industrial realizado por el MIEM en 2016 .

Este subsector se modela considerando que las plantas existentes, así como la próxima a instalarse, operan a capacidad máxima y su demanda energética por lo tanto, no tenderá a crecer en relación con ninguna de las variables socioeconómicas consideradas sino que se mantendrá constante en el tiempo. Solamente se considera el ingreso de forma escalonada de la tercera planta de celulosa, la cual se estima estará operando al 100 % de su capacidad para el año 2025. No se considera en ningún escenario la incorporación de más plantas de este tipo para el periodo de estudio ni ampliación de las existentes.

Hipótesis sector industrial pasteras	
Tendencial	Demanda por capacidad de producción. Planta actualmente en construcción operando 100 % a 2025.
Aspiracional	A 2040 el transporte interno (dentro de las instalaciones) 100% eléctrico.

La mayor fuente de emisiones del sector es el fuel oil utilizado para el calor directo. De forma similar a lo comentado en el sector de Actividades Primarias, no existe al día de hoy una tecnología lo suficientemente desarrollada a nivel comercial que pueda considerarse viable para la descarbonización de este uso en particular.

### Sector Industrial – Otras Industrias

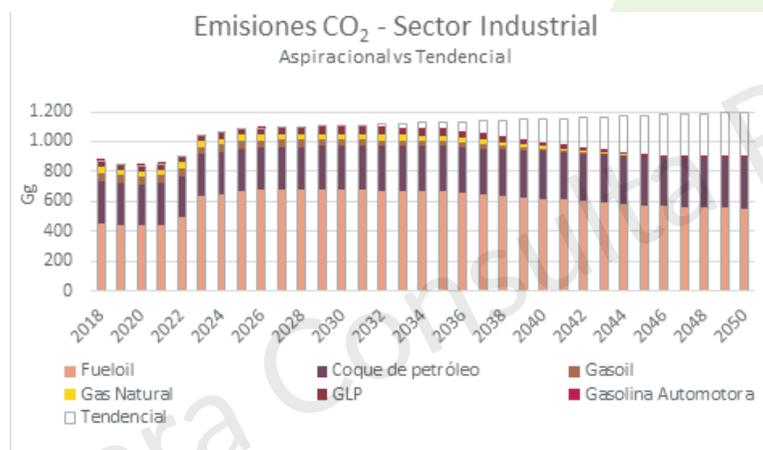
Este sector se modela de forma similar al de Comercial y Servicios y el de Actividades Primarias. En este caso, los datos de los consumos para el año base se toman del BEN, mientras que las participaciones de las fuentes en los usos así como sus rendimientos se toman del último Balance Nacional de Energía Útil para el sector Industrial realizado por el MIEM en 2016, considerando todos los subsectores industriales en conjunto menos el de Papel y Celulosa.

Las demás consideraciones para el crecimiento de la demanda son idénticas, considerando el VAB sectorial (Industria y Construcción sin Papel y Celulosa) y la elasticidad calculada correspondiente.

Hipótesis del sector industrial (excepto pasteras)	
Tendencial	Demanda crece en relación al VAB sectorial
Aspiracional	A 2040 el transporte interno es 100% eléctrico A 2045 se sustituyen las fuentes fósiles para generación de vapor y calor directo por electricidad, a excepción del coque de petróleo en cementeras

En el gráfico siguiente se presentan las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector industrial en su conjunto (pasteras y otros).

GRAFICO 4: Emisiones del sector Industrial (tendencial y aspiracional)



### Consumo Propio – Refinería

La demanda energética de este sector está compuesta por el consumo de combustible necesario para la operación de la refinería. Se modela un escenario tendencial en el cual tanto la capacidad de la refinería como su utilización se mantienen constantes e iguales a los valores del 2018 (88% de la capacidad máxima). Se modela además, de manera independiente de la demanda interna de combustibles, asumiendo que si ésta es mayor a la producción se importará hasta completar el abastecimiento y en caso de ser inferior se exportarán los excedentes.



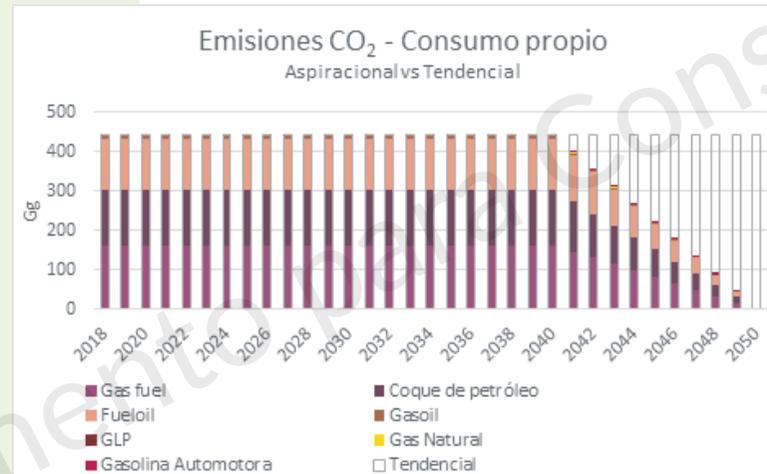


En el escenario aspiracional se modela que la planta reduce la refinación de petróleo crudo gradualmente a partir de 2040 llegando a cero en 2050.

Hipótesis sector consumo propio (refinería)	
Tendencial	Demanda constante, asumiendo capacidad máxima de refinería
Aspiracional	A 2050 se deja de refinar petróleo

Se muestran a continuación la gráfica con sus respectivas emisiones de CO<sub>2</sub>.

GRAFICO 5: Emisiones del sector de Consumo propio de la Refinería (tendencial y aspiracional)



**Sector Transporte**

Para los subsectores del transporte fluvial y marítimo así como el aéreo no se consideran medidas por lo que su demanda de combustibles se mantiene constante e igual a la del año base para todo el periodo de estudio para los dos escenarios. Para el sector ferroviario se considera la introducción del ferrocarril central, considerando que operará a capacidad plena en el año 2035.

## 1. Transporte carretero

El parque automotor utilizado como base para realizar las proyecciones es el publicado para los años 2017-2020 por el MIEM<sup>11</sup> que utiliza como fuente principal de datos, la del Sistema Único de Cobro de Ingresos Vehiculares (Sucive). La metodología utilizada para la elaboración de dicho parque se puede ver junto al parque en el mismo enlace.

## 2. Metodología de proyección

La metodología de proyección, y por lo tanto el driver necesario para realizarla, varía de acuerdo al tipo de vehículo. Para las categorías autos, camionetas y camiones, el parque se proyecta utilizando como drivers el PIB, la población y un valor teórico de saturación de vehículos por habitante, mientras que para los ómnibus, taxis y remises se toma la hipótesis de que la cantidad de vehículos por habitante se mantiene constante a lo largo del tiempo. Finalmente, para la categoría motos, se proyectan las tendencias observadas en los últimos años por la Encuesta Continua de Hogares del INE<sup>12</sup>.

El crecimiento del parque proyectado se basa en las ventas de vehículos nuevos. Las ventas anuales para cada tipo de vehículo quedan determinadas por el stock esperado y una tasa de reposición. Esta tasa de reposición deriva de asumir, para cada categoría, una curva de supervivencia teórica. Se utilizan los datos de ventas anuales por combustible de Autodata<sup>13</sup> para determinar sus tendencias actuales, así como artículos internacionales para sus estimaciones futuras generando así un escenario tendencial y uno aspiracional de proporción de ventas por combustible y por tipo de vehículo. En este punto es importante resaltar que en ambos escenarios la cantidad de vehículos por categoría

---

<sup>11</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/parque-automotor>

<sup>12</sup> <https://www.ine.gub.uy/encuesta-continua-de-hogares1>

<sup>13</sup> <https://autodata.com.uy/>

se estima igual; lo que varía son los grados de penetración de las distintas tecnologías que reducen el consumo de combustibles fósiles.

Para vehículos livianos, se plantea la penetración de vehículos eléctricos a batería (BEV) e híbridos enchufables y no enchufables (HEV y PHEV respectivamente) mientras que para el transporte de carga, las hipótesis consideradas son las siguientes: los camiones chicos o livianos de menor peso bruto total (PBT) serán sustituidos por vehículos eléctricos a batería mientras que los pesados por vehículos de celdas de combustible alimentados por hidrógeno (FCEV) en el escenario aspiracional. El caso de los ómnibus es similar al de los camiones. Mientras los ómnibus urbanos se espera que se sustituyan por vehículos eléctricos a batería, los interdepartamentales, internacionales y demás que recorren mayores distancias diarias, sean sustituidos por vehículos de celdas de combustible alimentados por hidrógeno verde.

Tanto para transporte de carga como para ómnibus, el ingreso de vehículos de celdas de combustible alimentados por hidrógeno solamente se considera en el escenario aspiracional.

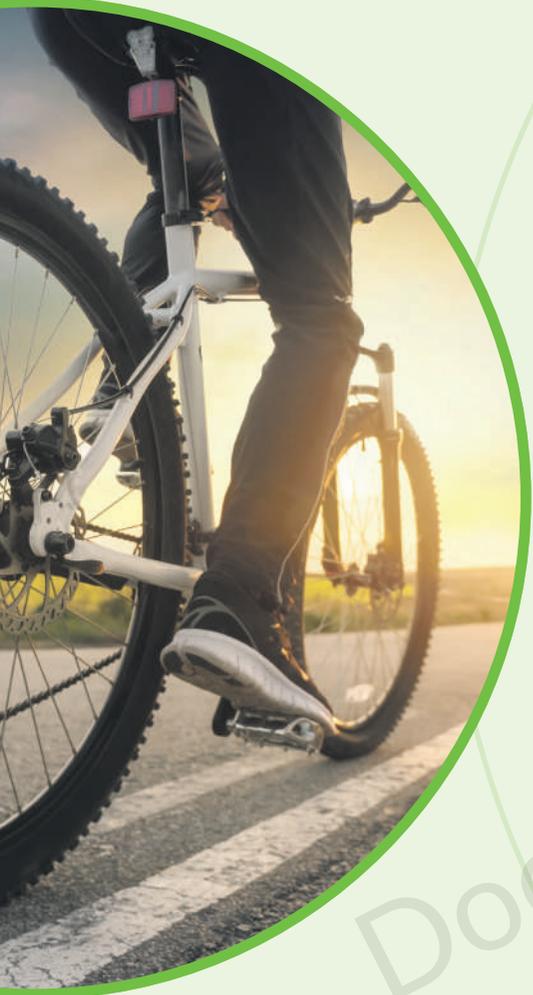
Para la categoría motos, en ambos escenarios se asume que a 2050 el parque estará completamente constituido por vehículos eléctricos.

En el escenario aspiracional, para lograr una mayor penetración de vehículos que no sean de combustión interna se asumen los siguientes hitos:

- A 2035 todos los vehículos nuevos de pasajeros son cero emisiones
- A 2040 los vehículos nuevos de carga de menor capacidad<sup>14</sup> son cero emisiones
- A 2045 todos los vehículos nuevos de carga son cero emisiones

---

<sup>14</sup> Vehículos con Peso bruto total (PBT) menor a 7.5ton.



En ambos escenarios se considera un porcentaje de mezcla de biocombustibles (biodiesel en gasoil y bioetanol en gasolinas) del 5 % en volumen de acuerdo a la ley vigente (N°18195 del 14 de noviembre del 2007).

En la tabla siguiente se muestra un resumen de la composición del parque vehicular resultante según las hipótesis consideradas previamente para ambos escenarios.

Sector transporte carretero (parque)							
Año	2019	2030		2040		2050	
Categoría	Parque Actual	Tendencial	Aspiracional	Tendencial	Aspiracional	Tendencial	Aspiracional
Autos y SUV	672.660	1,4 % BEV	6 % BEV	13,5 % BEV	50,2 % BEV	49,6 % BEV	81,2 % BEV
Pick Up	159.453	0,7 % BEV	2,4 % BEV	6,2 % BEV	38,2 % BEV	40,9 % BEV	79,1 % BEV
Utilitarios	59.665	4,3 % BEV	17,3 % BEV	29,6 % BEV	67,9 % BEV	72 % BEV	91,5 % BEV
Taxis y Rem	8.511	16 % BEV	16 % BEV	80 % BEV	80 % BEV	100 % BEV	100 % BEV
Buses	5.449	9,4 % BEV	11,2 % BEV/ H2	30,5 % BEV	38,3 % BEV/ H2	48,2 % BEV	100 % BEV/H2
Carga	54.906	0,3 % BEV	1,2 % BEV/ H2	3,8 % BEV	17,6 % BEV/ H2	22,7 % BEV	52,1 % BEV/H2

### 3. Estimación demanda de combustibles y emisiones de CO<sub>2</sub>

De forma de poder estimar la demanda por combustible y sus emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas es necesario contar, para cada tipo de vehículo con el Recorrido medio anual y el Rendimiento promedio.

*Rendimientos promedio:* La fuente utilizada para los rendimientos teóricos de cada tipo de vehículo son las guías europeas EMEP EEA<sup>15</sup> (revisión 2019) para los vehículos a combustión interna, mientras que para los eléctricos, se consideraron resultados de pruebas locales y artículos internacionales. Estos rendimientos se asume mejoran conforme evoluciona el parque e ingresan vehículos más eficientes.

<sup>15</sup> <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>

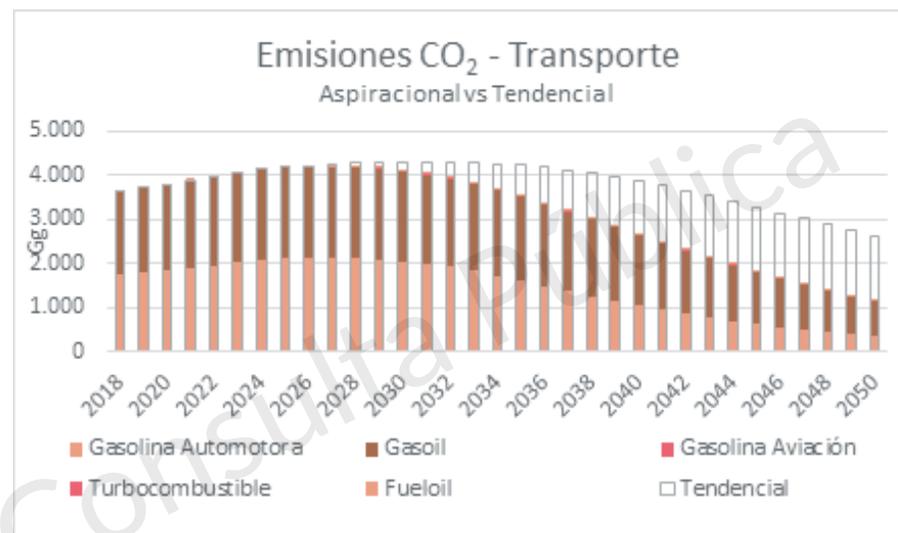
*Recorridos medios anuales:* Esta variable resulta, a priori la más difícil de determinar para la mayoría de las categorías dada la ausencia de estudios o fuentes de datos confiables. En un escenario ideal, el consumo de combustibles para el sector transporte carretero debería poder determinarse de abajo hacia arriba, agregando los consumos por categoría, siendo la suma total similar a lo publicado por el Balance Energético Nacional para cada año. Considerando que esta metodología no es posible de aplicar con los datos disponibles en la actualidad, se realiza el proceso inverso, es decir de arriba hacia abajo, partiendo de los consumos totales de gasolina automotora y gasoil del BEN y ajustando los recorridos de aquellas categorías para las que no se disponen datos, o que se juzga no son lo suficientemente confiables hasta lograr el cierre.

En ambos escenarios se considera la hipótesis de que los recorridos anuales para cada tipo de vehículo se mantienen constantes a lo largo del periodo de estudio.

*Cambio modal:* es importante señalar que no se consideró en ninguno de los escenarios el cambio modal (sustitución de tipos de vehículo por impulso de movilidad activa o migración hacia el transporte colectivo) ni cambios en los recorridos medios anuales, resultantes de la mejora en la planificación de la movilidad sostenible con criterios más amplios que los desarrollados en esta etapa.

En el gráfico siguiente se pueden ver las emisiones resultantes de los escenarios tendencial y aspiracional.

GRAFICO 6: Emisiones del sector de Transporte (tendencial y aspiracional)



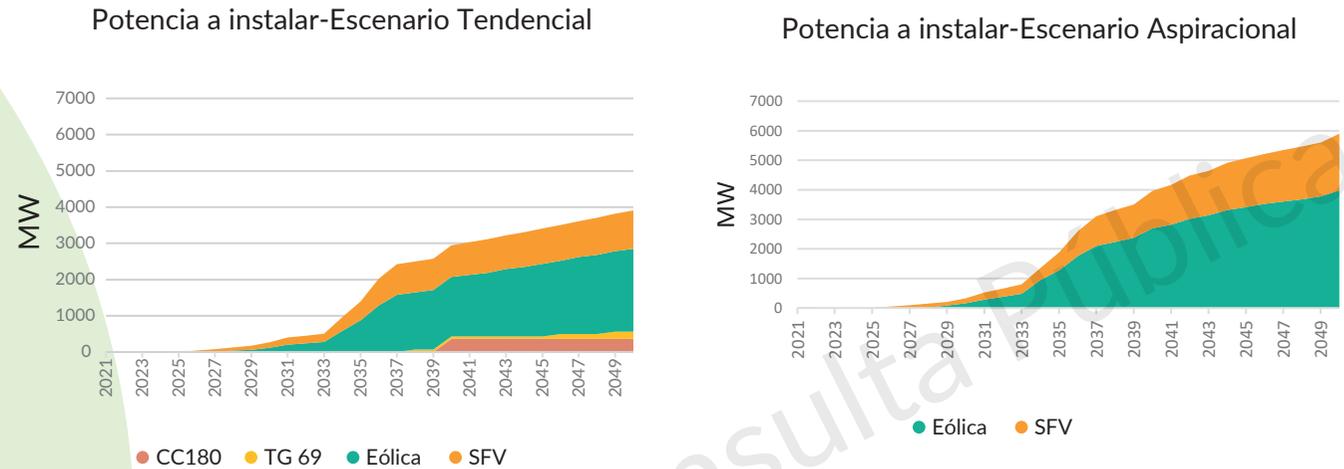
En 2050, aún persiste consumo de combustibles fósiles en el escenario aspiracional, a pesar de realizarse una incorporación importante de BEVs y FCEVs. Considerando las medidas necesarias para cumplir con los hitos en cuanto a nuevos vehículos cero emisiones, es de prever que estas emisiones sigan reduciéndose. Al igual que en el caso de la maquinaria agrícola, el consumo de combustibles fósiles podría sustituirse por biocombustibles avanzados o combustibles sintéticos, reduciendo las emisiones más rápidamente.

### Generación de Energía Eléctrica:

Tal como se pudo apreciar a lo largo del trabajo, muchas de las medidas de descarbonización planteadas apuntan a la electrificación de diversos usos en los diferentes sectores de consumo. Esto implicará naturalmente una mayor demanda de electricidad.



Graficos 7 y 8: Potencia eléctrica a instalar (tendencial y aspiracional)



Para considerar las emisiones resultantes de la generación de electricidad se utiliza la demanda de electricidad de cada uno de los escenarios y se realizan estudios de expansión del parque generador mediante el software WASP<sup>16</sup>. Estos parques resultantes se utilizan luego para simular el despacho anual de energía mediante el programa SIMSee<sup>17</sup>.

Hipótesis sector Generación de energía eléctrica	
Tendencial	Expansión del parque de generación incluye térmica fósiles
Aspiracional	Expansión solo incluye renovables (solar y fotovoltaica) complementado con bancos de baterías.

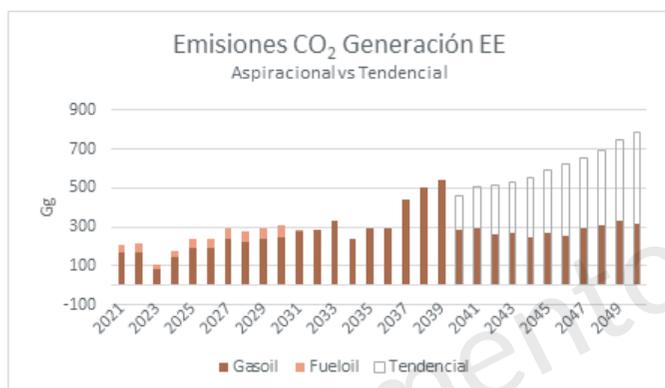
En ambos escenarios se considera el aumento de la potencia instalada de máquinas térmicas a biomasa correspondiente al ingreso de la tercera planta de celulosa. En ambos casos, tal como fue comentado

<sup>16</sup> <https://www.energyplan.eu/othertools/national/wasp/>

<sup>17</sup> <https://simsee.org/>

previamente en este estudio, solamente se considera la demanda de electricidad del SIN (Sistema Interconectado Nacional) y a sistema cerrado. Es decir, no se contempla ni importación ni exportación (salvo excedentes de renovables o vertimiento) de electricidad, ni la energía autoproducida por las pasteras ni tampoco la requerida para la generación de hidrógeno verde para consumo. Para la producción de hidrógeno verde, se asume a priori que se instalarán parques dedicados independientes, no interconectados con el SIN.

GRAFICO 9: Emisiones de la Generación de Electricidad (tendencial y aspiracional)



Como se observa, para el año 2050 quedarían aún emisiones de CO<sub>2</sub> para la generación de energía eléctrica. Éstas corresponden al gasoil utilizado por plantas termoeléctricas fósiles, que estarían operativas hasta dicho año<sup>18</sup>.

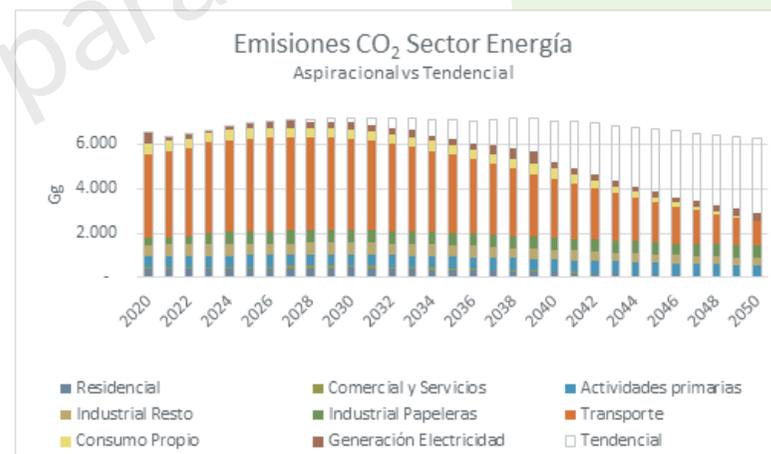
<sup>18</sup> Ciclo combinado de Punta del Tigre y PTI 7-8

En este estudio, la demanda de energía correspondiente a los vehículos eléctricos se distribuye de la misma forma que la demanda agregada del sistema, por lo que no altera la forma de la curva de demanda. Para mejorar la proyección, se deberían considerar los efectos tanto de la carga controlada como la no controlada del parque vehicular eléctrico en la curva de carga agregada y su impacto en la expansión de generación del sistema.

### Total de emisiones CO<sub>2</sub> y consideraciones finales

Considerando las emisiones de la generación de energía eléctrica y las de la demanda de los distintos sectores, se determina el total de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético nacional, que se muestra en el gráfico siguiente, en ambos escenarios.

GRAFICO 10: Emisiones totales escenario tendencial y aspiracional





Tal como se mencionó en la introducción, en el escenario aspiracional presentado solamente se consideraron aquellas medidas de descarbonización para las cuales las tecnologías que las viabilizan se encuentran ya desarrolladas. El resultado a 2050 es de una reducción significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero lejos aún de cero emisiones.

Existen tecnologías actualmente en diferentes fases de estudio o desarrollo que se podrían contemplar con el objetivo de la mitigación total de las emisiones de dióxido de carbono del sector energético: Biocombustibles avanzados (Green o drop-in) que tienen propiedades equivalentes a los fósiles convencionales, Combustibles sintéticos (a partir de CO<sub>2</sub> y agua utilizando energía eléctrica renovable), Hidrógeno verde y más biomasa en el sector industrial, en particular en los sectores duros. Por otra parte, podrían considerarse medidas de limitación de la circulación para vehículos a combustión remanentes a 2050.

Documento para Consulta Pública

ANEXOS  
**02**





# ESCENARIOS EMISIONES / REMOCIONES GEI DEL SECTOR AFOLU

## Categorías de Uso de la Tierra

Las categorías de usos de la tierra más relevantes para Uruguay según las definiciones de las directrices IPCC (año) son:

- **Tierras forestales.** Incluye todas las tierras con vegetación leñosa que sean consistentes con los límites utilizados para definir una tierra como forestal para el inventario nacional de gases de efecto invernadero. Se incluyen también aquellas tierras con cubierta vegetal que actualmente caen por debajo de los límites definidos de altura y cobertura de copa, pero que potencialmente en el futuro pueden alcanzarlos mediante crecimiento según la definición de FAO (2012). Dentro de esta categoría las subdivisiones más relevantes para Uruguay son el bosque nativo, las plantaciones de *Eucalyptus*, y las plantaciones de Pino.

- **Tierras de cultivo.** Incluye todas las tierras de cultivo (cultivos para grano, cultivos forrajeros anuales, rotaciones cultivos-pasturas, rotaciones arroz-pasturas, caña de azúcar, cultivos hortícolas y cultivos frutícolas). Abarca aquellos sistemas agroforestales cuando su estructura vegetal no alcanza los límites utilizados para definir esa tierra como forestal.

- **Pastizales.** Incluye campo natural, campo natural mejorado, praderas artificiales plurianuales y pasturas exóticas y/o con historia de siembra, siempre que no caigan dentro de la definición de Tierra de cultivo. También abarca sistemas con vegetación leñosa y otro tipo de vegetación como arbustos que no cumplen con los valores límites para clasificarla como tierra forestal.



La serie observada de usos y cambios de usos abarca el período 2000-2017, para proyectar la serie hacia el año 2050 se extrapolaron las nuevas adiciones de superficie para cada uso de la serie y se ponderaron los cambios efectivos entre subcategorías de los últimos 5 años. Finalmente, se calibraron algunos de los cambios proyectados de modo que guarden coherencia con umbrales y rangos biofísicos, agronómicos, o económicos aceptables y razonables.

### Escenario tendencial

El escenario tendencial se construyó bajo el supuesto de que Uruguay cumple con las metas de su primera NDC y los cambios de uso de la tierra siguen una trayectoria donde no se dan grandes alteraciones en las fuerzas que los determinan.

Cuadro 2.1. Principales usos de suelo y variación entre años, escenario tendencial. (Miles de hectáreas).

	1990	2017	2025	2035	2050	variación % 2017-2050	variación Há 2017-2050
Anuales	542	1.176	1.122	1.077	1.041	-11%	-134
Rotación cultivo secano-pastizal	1.072	1.744	1.862	2.015	2.257	29%	513
Rotación arroz-pastizal	425	625	644	662	678	8%	53
tierras de cultivo	2.039	3.545	3.628	3.754	3.976	12%	431
Campo Natural	11.285	8.256	7.825	7.432	6.861	-17%	-1.395
Otras pasturas	1.741	2.235	2.448	2.697	3.016	35%	781
Desconocido-Pastizales	41	16	14	13	11	-32%	-5
Pastizal	13.067	10.507	10.287	10.142	9.888	-6%	-619
Bosque Nativo	946	999	1.012	1.012	1.012	1%	13
Eucalyptus	224	949	1.054	1.054	1.054	11%	105
Pinus	65	223	213	194	167	-25%	-56
Tierras Forestales	289	2.171	2.279	2.259	2.232	3%	61

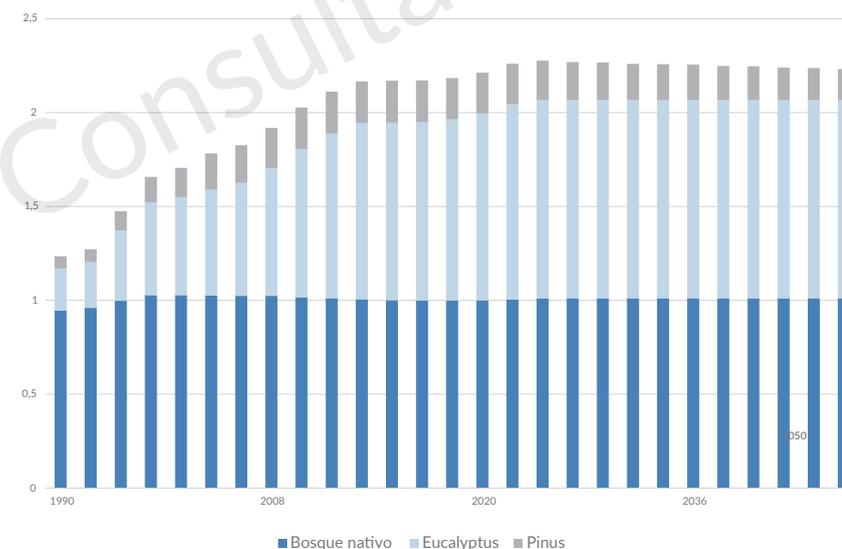
Con respecto al área forestal, es muy posible que el área plantada con *Eucalyptus* se encuentre en un punto cercano al equilibrio que surgiría de la demanda de materia prima de las plantas procesadoras de pulpa para celulosa operando a capacidad plena, incluidas las dos plantas que ya se encuentran operando (con una capacidad combinada de aproximadamente 9,5 millones de m<sup>3</sup> de madera como insumo para la producción) y la tercera planta procesadora que actualmente se encuentra en construcción (con una capacidad proyectada de 7 millones de m<sup>3</sup> de madera como insumo para la producción). Las plantaciones de *Pinus*, se han detenido en los últimos años producto de dificultades de agregación de valor en el comercio.

La extracción de madera en el escenario tendencial está fuertemente determinada por la dinámica productiva de la industria de la celulosa. Una vez que la tercera planta papelera esté operando a toda capacidad (se asume que esto sucederá en 2025), la demanda de madera del sector será del orden de los 16,8 millones de metros cúbicos de madera de *Eucalyptus* al año. Además, se proyecta una extracción estable de casi 3 millones de metros cúbicos al año con destino a leña y de algo más de un millón de metros cúbicos al año con destino a madera para aserraderos [DGF (2021), Faroppa (2017), Uruguay XXI (2021)].

En este escenario y en los siguientes, se tuvo en cuenta los turnos de corta según el uso de destino, de forma de asignar la extracción correctamente a tierras que están en conversión o tierras que están en permanencia de uso (tierras con más de 20 años con el mismo uso del suelo).

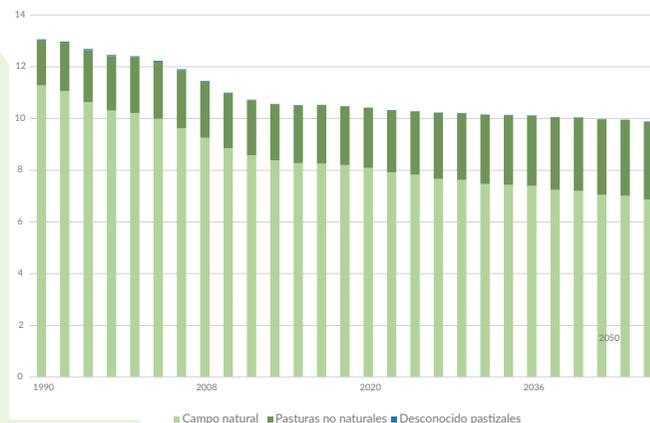
Por su parte, la extracción de madera de pino tuvo importantes aumentos en los últimos 4 años, producto de la necesidad de cortar bosques que alcanzaron su madurez y cuya corta no se puede diferir. En el año 2020, el nivel de extracción de pino de 3,5 millones de metros cúbicos fue un récord histórico. A partir de ese año se proyecta la extracción de madera en función de la evolución de la superficie proyectada y de la extracción observada pasada. La serie proyectada toma un valor de 1,65 millones de metros cúbicos en 2021 y desciende suavemente hasta 1,26 millones de metros cúbicos en el año 2050.

Gráfica 2.1. Evolución de área de tierras forestales escenario tendencial (millones de hectáreas).





Gráfica 2.2. Evolución de área de pastizales escenario tendencial (millones de hectáreas).



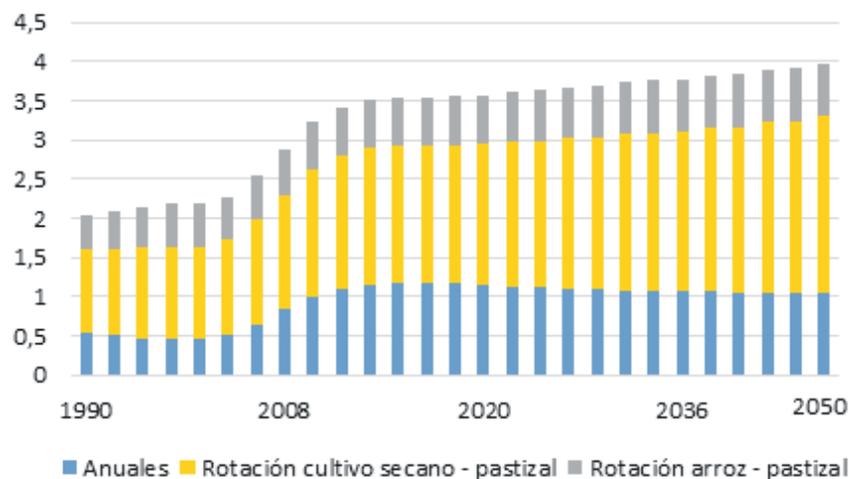
En el período 2000-2017 la superficie total de pastizales disminuyó un 15%; la subdivisión más grande dentro de pastizales, el campo natural, habría perdido más de 2 millones de hectáreas en dicho período. Esta pérdida de área de pastizal se explica fundamentalmente por la expansión de la demanda de tierra de cultivo por el sector agrícola que, a partir del año 2000, mostró un fuerte crecimiento; y por la expansión de la superficie con plantaciones forestales que, en ese período, aumentaron casi 550 mil hectáreas.

Sin embargo, las otras pasturas (praderas sembradas, pasturas exóticas, campo en regeneración), segunda subdivisión en importancia dentro de los pastizales, aumentaron su participación en el uso del suelo (en parte también sustituyendo campo natural).

Las proyecciones para la categoría pastizales en el escenario tendencial muestran la continuación de esta caída del área total de pastizal, aunque con cierta desaceleración. El total de la categoría, entre los años 2017 y 2050, caería un 6% de su nivel de 2017; al mismo tiempo se procesaría una reconversión a la interna de la categoría, con una superficie de campo natural cayendo un 17% y una superficie de otras pasturas que aumentaría de forma importante en un 35%.

Finalmente, las tierras de cultivos en el escenario tendencial aumentarían unas 430 mil hectáreas, o un 12% respecto a su nivel de 2017. Este cambio se compone por una disminución del 11% del área agrícola bajo prácticas permanente de cultivos anuales y un aumento del 29% del área agrícola bajo prácticas de rotaciones de cultivos y pasturas. En este caso es de notar que el escenario tendencial está internalizando la política de Planes de Uso y Manejo de Suelo del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), que exigen un plan de rotación de cultivos de modo de mantener la pérdida de suelos por erosión debajo de un umbral tolerable y que depende de cada suelo en particular. Por otra parte, es esperable que futuras expansiones del área agrícola sobre suelos de menor aptitud agrícola, necesariamente deban entrar en régimen de rotaciones.

Gráfica 2.3. Evolución de área de tierras de cultivo escenario tendencial (millones de hectáreas).



### Escenario Alternativo con una trayectoria de aumento de superficie de bosque nativo (Fnat)

Para aumentar la captura de CO<sub>2</sub> en biomasa vegetal se propone un escenario de incremento la superficie de bosque nativo en un 5% del nivel de referencia del año 2012 (7% respecto a 2017). Esta ambición está incluida en la NDC de Uruguay condicionada a la disponibilidad de medios de implementación adicionales específicos.

Cuadro 3.1. Principales usos de suelo y variación entre años, escenario Fnat. (Miles de hectáreas).

	2020	2025	2035	2050	variación % 2017-2050	variación Há 2017-2050
Anuales	1.175.579	1.121.553	1.070.262	1.027.551	-13%	-148.028
Rotación cultivo secano-pastizal	1.744.457	1.862.073	2.015.357	2.256.973	29%	512.516
Rotación arroz-pastizal	625.052	643.990	661.531	677.798	8%	52.745
<b>tierras de cultivo</b>	<b>3.545.088</b>	<b>3.627.617</b>	<b>3.747.150</b>	<b>3.962.321</b>	<b>12%</b>	<b>417.233</b>
Campo Natural	8.256.272	7.824.993	7.410.800	6.819.950	-17%	-1.436.322
Pasturas Implantadas y campo en regeneración	2.235.376	2.448.172	2.697.139	3.016.365	35%	780.989
Desconocido-Pastizales	15.789	14.263	12.662	10.801	-32%	-4.988
<b>Pastizales</b>	<b>10.507.437</b>	<b>10.287.428</b>	<b>10.120.602</b>	<b>9.847.116</b>	<b>-6%</b>	<b>-660.321</b>
Bosque Nativo	999.000	1.011.434	1.040.088	1.066.568	7%	67.568
Eucalyptus	949.367	1.054.367	1.054.367	1.054.367	11%	105.000
Pinus	222.821	212.940	193.525	166.532	-25%	-56.290
<b>Tierras Forestales</b>	<b>2.171.189</b>	<b>2.278.740</b>	<b>2.287.980</b>	<b>2.287.467</b>	<b>5%</b>	<b>116.278</b>

La contribución adicional del escenario Fnat al secuestro de CO<sub>2</sub> en todos los reservorios asciende a 168 Gg en 2050. En el cuadro 3.2 se detalla el aporte incremental de este escenario alternativo respecto a las emisiones del escenario tendencial.

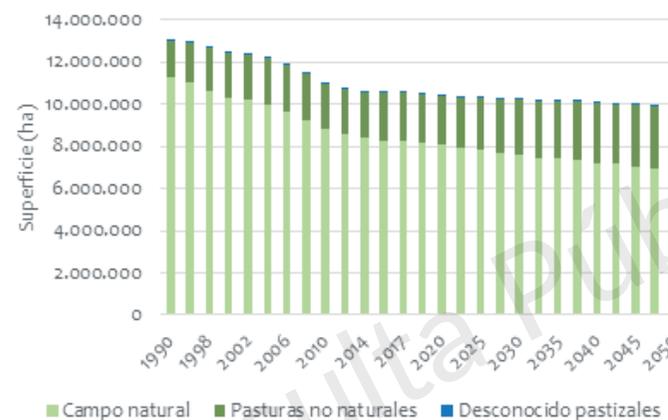
Cuadro 3.2. Remociones incrementales escenario Fnat respecto al escenario tendencial ( Gg de CO<sub>2</sub>).

Fnat vs Tendencial				
Año	Biomasa viva	Materia orgánica muerta	Materia orgánica en suelos	Total remociones
2020	-	-	-	-
2025	0,19	0,40	0,20	0,78
2030	- 28,65	- 60,37	- 29,67	- 118,69
2035	- 32,23	- 67,90	- 33,38	- 133,50
2040	- 37,98	- 80,02	- 39,33	- 157,33
2045	- 47,25	- 99,95	- 49,13	- 196,33
2050	- 62,18	- 70,64	- 34,72	- 167,55

Los reservorios de carbono en este escenario se comportan de forma similar al escenario tendencial, esto se debe a que el bosque nativo muestra un crecimiento lento y solo se autoriza extracción mínima de madera de bosque nativo.

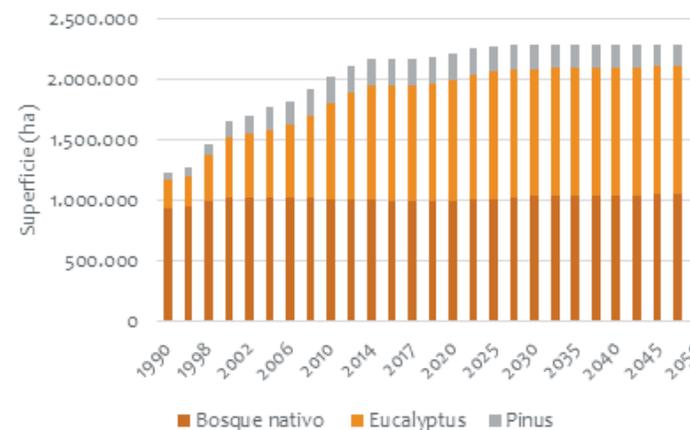
Para estimar la captura de CO<sub>2</sub> del nuevo bosque nativo se utiliza como parámetro de crecimiento el valor de 2 metros cúbicos por hectárea por año que, si bien es conservador, es consistente con los INGEI. En un escenario de acciones que promueven la expansión del área de bosque nativo, es razonable considerar que las nuevas áreas de bosque nativo crezcan con un factor de 3 o 4 m<sup>3</sup>/h/año.

Gráfica 3.1. Evolución de área de pastizales escenario Fnat (h).



Los usos del suelo en el escenario Fnat se comportarían de forma similar al escenario tendencial. El incremento de bosque nativo de 67.500 hectáreas entre 2017 y 2050 (7% con respecto a 2017) se daría principalmente desde campo natural, y en segundo lugar desde tierras de cultivo.

Gráfica 3.2. Evolución de área tierras forestales escenario Fnat (h).



## Escenario Alternativo con una trayectoria de aumento de superficie forestal de usos varios (Fmad)

Este escenario considera una expansión de la superficie forestada con fines de madera de aserrío para la construcción, y promoción del crecimiento de área de bosque nativo y desarrollo de usos industriales diversificados de la materia prima forestal; entre ellos: bioplásticos, fibras textiles, bioespumas, químicos refinados a partir de componentes de la madera (resinas, aceites, alcoholes, biofarmacéuticos).

Cuadro 4.1. Principales usos de suelo y variación entre años, escenario Fmad. (Miles de hectáreas).

	2020	2025	2035	2050	variación % 2017-2050	variación Há 2017-2050
Anuales	1.175.579	1.121.432	1.068.924	1.024.389	-13%	-151.190
Rotación cultivo secano-pastizal	1.744.457	1.862.073	2.015.357	2.256.973	29%	512.516
Rotación arroz-pastizal	625.052	643.990	661.531	677.798	8%	52.745
tierras de cultivo	3.545.088	3.627.495	3.745.812	3.959.159	12%	414.071
Campo Natural	8.256.272	7.818.625	7.340.758	6.654.396	-19%	-1.601.876
Pasturas Implantadas y campo en regeneración	2.235.376	2.447.716	2.692.130	3.004.525	34%	769.149
Desconocido-Pastizales	15.789	14.263	12.662	10.801	-32%	-4.988
Pastizales	10.507.437	10.280.605	10.045.551	9.669.723	-8%	-837.715
Bosque Nativo	999.000	1.011.434	1.040.088	1.066.568	7%	67.568
Eucalyptus	949.367	1.059.367	1.109.367	1.184.367	25%	235.000
Pinus	222.821	214.940	215.525	218.532	-2%	-4.290
Tierras Forestales	2.171.189	2.285.740	2.364.980	2.469.467	14%	298.278

La expansión de la superficie forestal con destino a madera de construcción tendría el efecto de presionar sobre los pastizales, lo que haría que la caída de esta categoría fuera de un 8% (en lugar del 6% en el escenario tendencial), la subdivisión campo natural sufriría una caída en el período 2017-2050 del 19% (17% en tendencial).

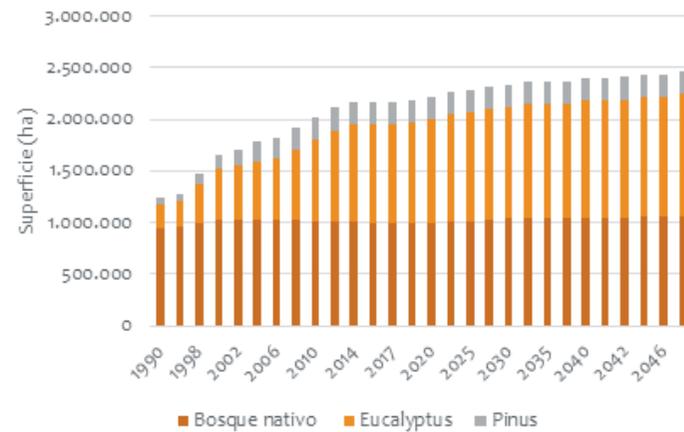
Gráfica 4.1. Evolución de área de pastizales escenario Fmad (h).



Debido a que el escenario propuesto es compatible con el desarrollo maderable tanto de Pinus como de Eucalyptus, se supone que las plantaciones de *Eucalyptus* podrían aumentar en 5 mil nuevas hectáreas por año a partir del año 2025, con lo que el incremento del área con este uso sería del 25% en 2050 respecto a 2017. A su vez, se asume que las plantaciones de pino revertirían su tendencia a caer y el área a 2050 apenas registraría un descenso del 2% respecto a 2017. Este escenario se construye sobre el escenario anterior (Fnat), e incluye un aumento de 7% del área de monte nativo a lo largo del período.

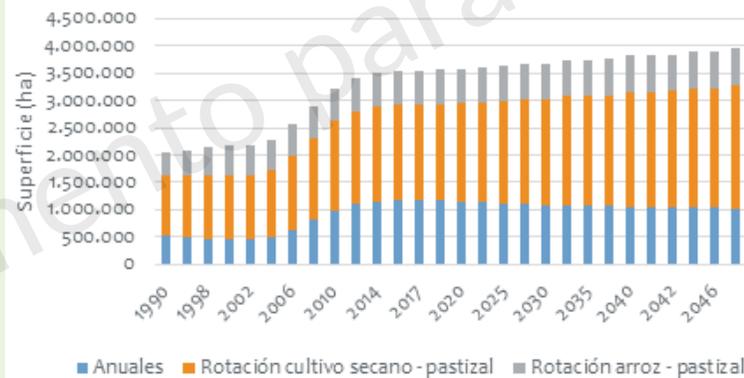


Gráfica 4.2. Evolución de área de tierras forestales escenario Fmad (h).



Por su parte, las tierras de cultivos se comportarían igual que lo proyectado en el escenario tendencial.

Gráfica 4.3. Evolución de área de tierras de cultivo escenario Fmad (h).



Las remociones netas de CO<sub>2</sub> en este escenario son mayores que en el escenario tendencial, esta afirmación es cierta para los tres reservorios. La principal razón de este hecho es que las ganancias de biomasa viva aumentan más rápido que lo que aumenta la extracción de madera a lo largo del horizonte temporal de la estrategia. No obstante, es esperable que, eventualmente se llegue a un equilibrio en el que extracciones y crecimiento se compensen, haciendo los secuestros netos tendientes a cero.

El cuadro 4.2, detallan las remociones incrementales del escenario Fnat respecto al escenario tendencial, para los tres principales reservorios. En el año 2035 el incremento de secuestro alcanzaría 1.885 Gg de CO<sub>2</sub> adicionales, mientras que en el año 2050 las proyecciones indican un secuestro adicional de 4.592 Gg.

Cuadro 4.2. Remociones incrementales escenario Fmad respecto al escenario tendencial (Gg de CO<sub>2</sub>).

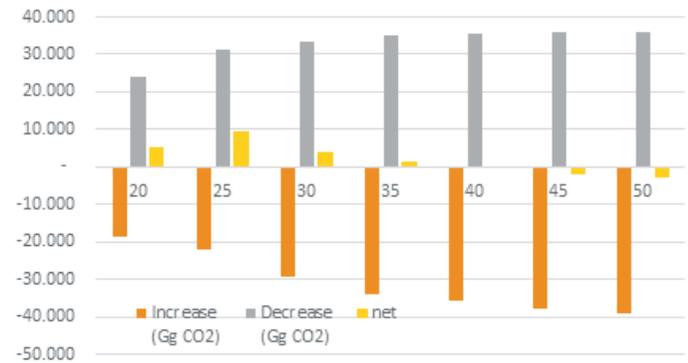
FMad vs TENDENCIAL				
Año	Biomasa viva	Materia orgánica muerta	Materia orgánica en suelos	Total remociones
2020	- 1.033,93	- 294,93	- 2,66	- 1.331,52
2025	- 760,51	- 189,04	- 6,88	- 956,43
2030	- 1.377,71	- 480,56	- 60,98	- 1.919,25
2035	- 1.212,58	- 588,01	- 84,70	- 1.885,29
2040	- 1.944,97	- 700,05	- 113,99	- 2.759,01
2045	- 2.852,14	- 799,91	- 142,45	- 3.794,51
2050	- 3.693,56	- 770,61	- 128,04	- 4.592,21

Emissiones y remociones de CO<sub>2</sub> en biomasa forestal para tierras en permanencia o en conversión a tierra forestal en el escenario Fmad.





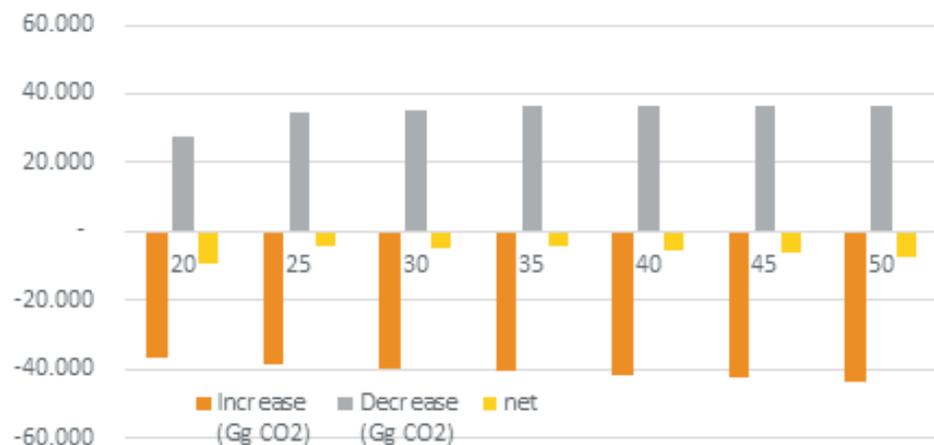
Gráfica 4.4. Emisiones y remociones en biomasa forestal en suelos forestales que permanecen como tales (Gg CO<sub>2</sub>) Fmad



Gráfica 4.5. Emisiones y remociones en biomasa forestal de suelos en convertidos a tierras forestales (Gg CO<sub>2</sub>) Fmad.



Gráfica 4.6. Emisiones y remociones en biomasa forestal en todas las tierras forestales (Gg CO<sub>2</sub>). Fmad.



### Cálculo de impacto de incremento del área de bosque de sombra y abrigo en los escenarios alternativos Fnat y Fmad.

La expansión del área con destino a abrigo y sombra para animales dentro del área de uso ganadero resultaría en una mayor captura de carbono asociada al aumento de la biomasa leñosa. De acuerdo a los últimos datos disponibles, la superficie actual de bosques de abrigo y sombra se sitúa cerca de las 82.000 hectáreas (DGF, 2018), mientras que la de silvopastoreo se ubica en torno de 6.400 hectáreas (Sancho, 2020). Expresadas en relación a la superficie ganadera, estas cifras significan un 0,8% del total.

Para un futuro, se plantea un escenario donde la superficie de bosque de abrigo y sombra es 1,6% de la superficie ganadera. En los años de 2030 a 2050, se asumió un crecimiento lineal del área. Todos estos incrementos se traducirían en un secuestro adicional de carbono que muestra en el cuadro 5.1, asumiendo que la especie representativa de estos bosques es el eucaliptus colorado y que no hay cosecha de madera.



Cuadro 5.1. Secuestro adicional de carbono debido a la expansión del área de montes de sombra y abrigo

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Secuestro adicional (Gg CO <sub>2</sub> )	0	615	1.230	1.537	1.845	2.152	2.459

### Emisiones de metano y óxido nítrico de la actividad ganadera en el escenario tendencial

La proyección de los stocks ganaderos para el período relevante se realizó a partir de una versión modificada del modelo propuesto por Bervejillo y García (2018).

El modelo se basa en el comportamiento de un conjunto de variables de ajuste que caracterizan la eficiencia reproductiva de la cría y la velocidad de terminación de los novillos para faena.

Se trata de un modelo de stock dinámico donde el stock entre dos períodos consecutivos difiere por la diferencia entre ingresos y egresos. Debido a que se trata de un modelo global, los ingresos son únicamente los nacimientos (se supone que las importaciones son cero); las salidas se componen con los animales que mueren, los que se exportan en pie, y principalmente por la faena. Se simplifica el rodeo considerando 5 categorías: toros, vacas, vaquillonas y terneros, donde cada categoría tiene una ecuación dinámica que determina la evolución de su stock.

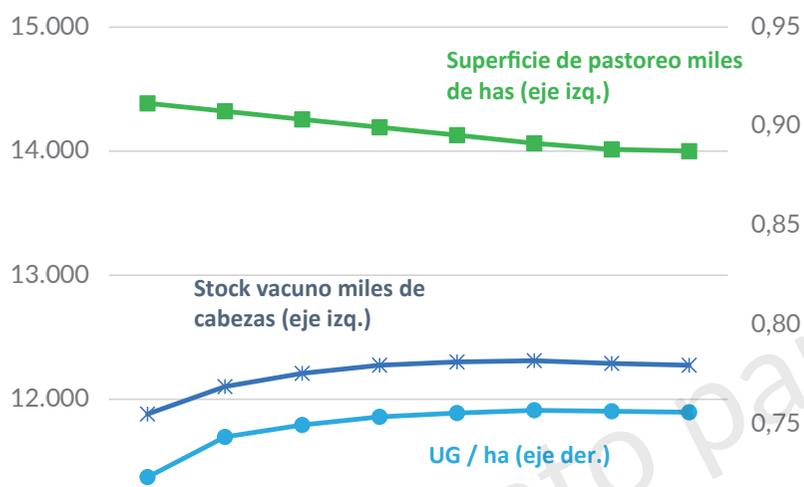
El año base o inicial de la proyección fue calibrado con la declaración jurada de Dirección de Contralor de Semovientes (DICOSE-MGAP) 2020 y los datos observados de faena, procreo y exportación en pie del ejercicio 2019/20. A partir del año base la proyección a futuro incorpora valores exógenos para la tasa de crecimiento de ciertas variables de eficiencia reproductiva o productiva consideradas claves. Estas posibles aceleraciones para las variables claves están en la base de la diferenciación de los distintos escenarios proyectados.

Las variables claves que determinan la evolución de largo plazo son: la tasa de faena de novillos y la tasa de procreo. Además, el modelo prevé que la faena de vacas y vaquillonas actúe como variable reguladora para mantener las cargas animales en rangos razonables.

Este escenario tendencial de la producción ganadera es compatible con distintas superficies de pastoreo resultantes de los escenarios alternativos para el uso del suelo (Fnat, Fmad). La diferencia radica en

la superficie ganadera que incide sobre los indicadores de carga animal y productividad por hectárea. Sin embargo, la producción total, el stock y estructura del rodeo no se altera. Este resultado se debe a la característica del modelo de soportar niveles de carga hasta umbrales considerados razonables, y de hecho dadas las variaciones estimadas en la superficie de pastoreo, que en el caso más desfavorable para la ganadería asciende a una pérdida de 5,6% de superficie en un período de 30 años, este umbral no es sobrepasado.

Gráfica 6.1. Evolución de stock vacuno, superficie de pastoreo y carga animal en UG/ha en el escenario tendencial.

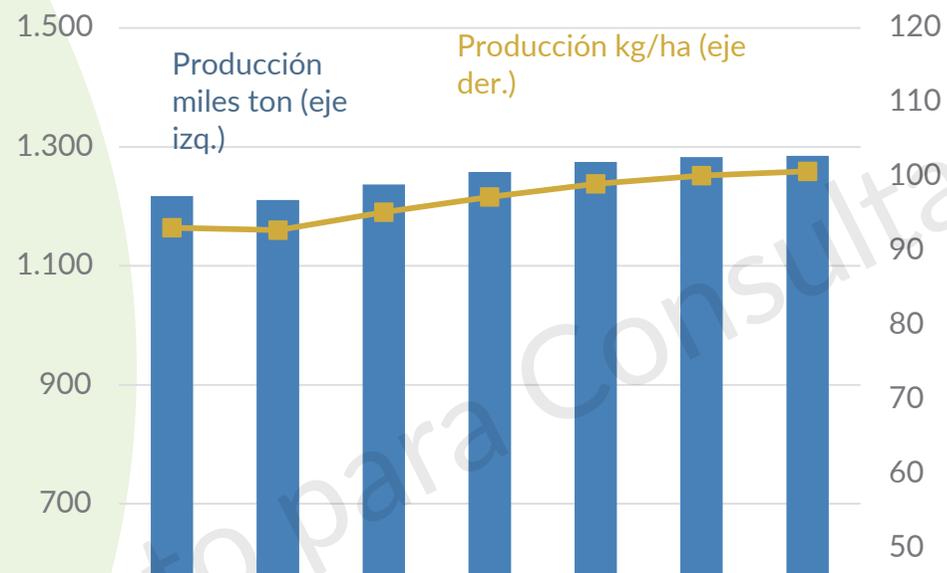


La superficie ganadera se contraería en un 2,7% en el período 2020-2050, mientras que el stock total aumentaría en 392.000 cabezas en los mismos 30 años, producto de un ritmo compuesto de faena que evoluciona más lentamente que el ritmo de los procreo. Por su parte, la producción total se vería incrementada en un 5,5% (alcanzando las 1285 mil toneladas) y la productividad en términos de superficie se ubicaría en 100,7 Kg/ha, lo que implica un aumento del 8,1%. Esta evolución en la producción tiene como explicación más importante el aumento proyectado en el stock.



Gráfica 6.2. Evolución de productividad ganadera de largo plazo expresado como producción en miles de toneladas y producción por superficie ganadera (kg/h) en el escenario tendencial.

### Producción de carne y productividad

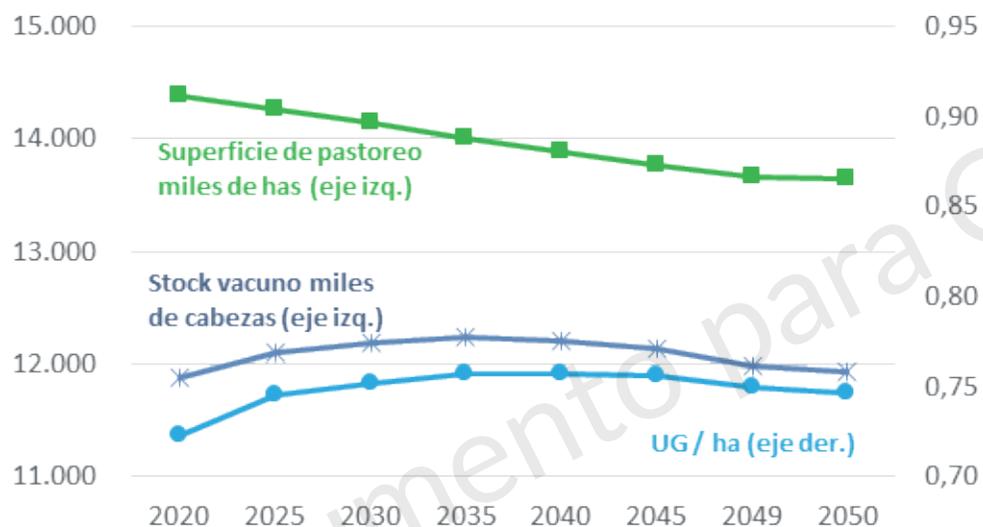


Para la estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la actividad ganadera se aplicó la misma metodología que se emplea en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, en donde las emisiones totales surgen del producto del número de animales de las diferentes categorías por un factor de emisión que pondera la estructura de categorías y la composición de la dieta. Si bien las proyecciones realizadas permiten calcular la estructura de categorías resultante, y la evolución de cambios de uso de suelo podría ser indicadora de cambios en la composición de la dieta, se decidió no recalculer los factores de emisión y proyectar el factor implícito en los últimos inventarios calculados.

## Escenario de aumento de productividad en ganadería con estabilidad de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O

En el escenario alternativo se aplicaron aumentos en indicadores determinantes de la productividad ganadera. La producción total de carne aumentaría un 12,3% en el horizonte analizado, alcanzando los 1367 miles de toneladas.

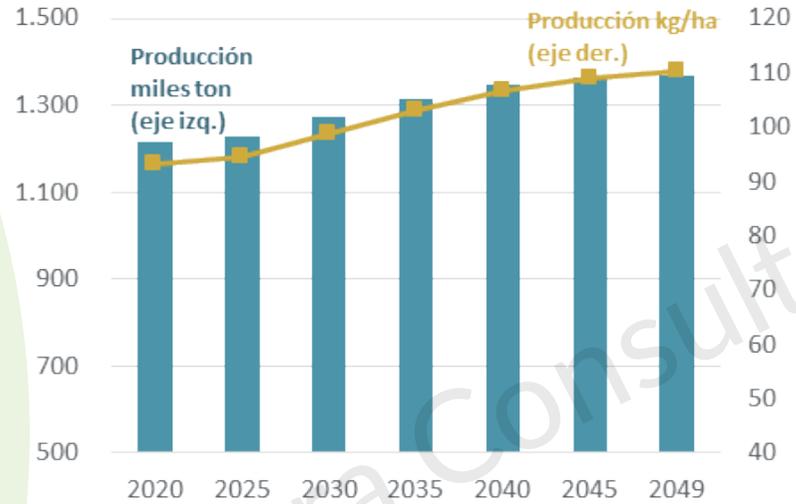
Gráfica 7.1. Evolución de stock de vacunos, superficie de pastoreo y carga animal en UG/ha en el escenario alternativo



Al igual que para el escenario tendencial en ganadería, este escenario de ganadería más tecnificada y productiva es compatible con todos los resultados de usos de la tierra resultantes de los distintos escenarios identificados desde el punto de vista de la evolución de los usos del suelo.



Gráfica 7.2. Evolución de productividad ganadera de largo plazo expresado como producción en miles de toneladas y producción por superficie ganadera (kg/h) en el escenario alternativo.



La característica más relevante de este sendero en ganadería es la evolución del stock total. La variación de existencias punta a punta en el período 2020-2050 es de 42 mil cabezas, o de 0,36% en relación al stock inicial. Esto permite aumentar la producción total de carne al tiempo que se mantienen prácticamente estabilizadas las emisiones agregadas de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Por su parte, producto de la estabilización de emisiones y del importante aumento de productividad, la intensidad de emisiones por kilo de carne se ve reducida.

Documento para Consulta Pública

ANEXOS  
**03**





## ESCENARIOS EMISIONES / GEI DEL SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS, CATEGORÍA PRODUCCIÓN DE CEMENTO

En esta sección se presentan los principales aspectos técnicos y metodológicos que sustentan las trayectorias de emisiones de CO<sub>2</sub> de los escenarios a 2050 presentados para la Producción de Cemento.

En Uruguay los tipos de cemento Portland están definidos por el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT). La última actualización de la norma es la UNIT 20:2017.

Se establecen cinco tipos diferentes según la composición de los materiales principales los cuales deben incluir clinker de cemento Portland y pueden incluir además otros materiales, como escoria granulada de alto horno, puzolanas o materiales calcáreos.

Listado de productos			
Empresa	Marca	Normas	Detalles
ANCAP MINAS (Lavalleja)	ANCAP	UNIT 20:2017	CEMENTO PÓRTLAND NORMAL (CPN 40)
ANCAP MINAS (Lavalleja)	ANCAP	UNIT 20:2017	CEMENTO PÓRTLAND CON FILLER CA...
ANCAP MINAS (Lavalleja)	ANCAPLAST	UNIT 984:2009	CEMENTO DE ALBAÑILERÍA
ANCAP PAYSANDU (Paysandú)	ANCAP	UNIT 20:2017	CEMENTO PÓRTLAND NORMAL (CPN 40)
ANCAP PAYSANDU (Paysandú)	ANCAP	UNIT 20:2017	CEMENTO PÓRTLAND CON FILLER CA...
ANCAP PAYSANDU (Paysandú)	ANCAPLAST	UNIT 984:2009	CEMENTO DE ALBAÑILERÍA
CEMENTOS ARTIGAS S.A.	ARTIGAS Y OLIMAR	UNIT 20:2017	CEMENTO PÓRTLAND COMPUESTO (CPC 40)
CEMENTOS ARTIGAS S.A.	INCOR	UNIT 1085:2017	CEMENTO PÓRTLAND NORMAL (CPN 5...
CIELO AZUL CEM. Y CALIZAS S.A.	CIELO AZUL CEMENTO	UNIT 20:2017	CEMENTO PÓRTLAND CON FILLER CA...
CIMSA	CEMENTO CHARRÚA	UNIT 20:2017	CEMENTO PÓRTLAND NORMAL (CPN40...
COMPAÑÍA NACIONAL DE CEMENT...	IDEAL	UNIT 20:2017	UNIT 20:2017
DOOK S.A.	POZOSUL	UNIT 20:2017	Cemento pórtland puzolánico (C...



Actualmente, existen doce cementos certificados por UNIT de seis empresas diferentes de acuerdo a la página web del instituto. Sólo dos empresas producen clinker, el resto compra clinker en mercado local o lo importa para producir cemento. El tipo de cemento predominante en el mercado uruguayo es el Cemento Portland Normal.

### Metodología de estimación de emisiones de CO<sub>2</sub>

En la fabricación del cemento, el CO<sub>2</sub> se genera durante la producción de clinker, un producto intermedio constituido de nódulos, que luego se somete a una molturación fina conjuntamente con otros insumos, para formar el cemento hidráulico (generalmente, el cemento portland). Durante la producción del clinker, se calienta o calcina la piedra caliza, compuesta esencialmente de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), para producir cal (CaO) y CO<sub>2</sub> como productos derivados. Las emisiones provenientes de la quema de combustible son cubiertas en el sector Energía.

Las emisiones de la producción de cemento se estiman utilizando un Nivel 2 de acuerdo con la ecuación 2.2 del Capítulo 2, Volumen 3 de las Directrices del IPCC 2006.

Las emisiones dependen de la cantidad de clinker producido, el contenido de CaO en el clinker y el factor de corrección CKD, que tiene en cuenta la fracción de polvo de horno que no es reciclado. Esta información fue recogida fundamentalmente de las plantas productoras nacionales para la estimación de las emisiones de la serie histórica.



### Escenario tendencial

Para elaborar el escenario tendencial a 2050, se utilizó el mismo driver que el utilizado en el Sector Energía para las Industrias Manufactureras y de la Construcción (excluyendo las Papeleras) y se considera que la producción mantiene la tendencia de la proyección del VAB de Industrias Manufactureras (sin considerar las Papeleras) con una elasticidad de 0,34.

Para la cuantificación de emisiones de CO<sub>2</sub> se estima un factor de emisión ponderado para el año 2020, que se mantiene a lo largo de la serie (0,53 Ton CO<sub>2</sub>/ton Clinker). Con esto se asume que el contenido de CaO promedio y CKD se mantienen en la serie. De igual forma se calcula la relación observada entre clinker/cemento de último año disponible y se asume constante a lo largo de la serie.

Dentro de la proyección se incluye el crecimiento en la producción por la puesta en marcha de una nueva planta de clinker en 2023. Esta planta industrial cuenta con una Autorización Ambiental Previa del Ministerio de Ambiente del año 2020 y, de acuerdo con el cronograma de ejecución de obras, comenzaría su actividad en 2023.

De acuerdo con un estudio realizado por CEEIC (2021) la capacidad instalada actual de producción de clinker es de aproximadamente 1200 kton de clinker, que se ampliarían a 1600 kton a partir de 2023.

El principal cuello de botella del proceso productivo suele estar en la producción de clinker, aumentar su capacidad suele requerir inversiones elevadas (se debería reemplazar el horno) por lo que, ante una decisión de expansión, en general se considera la instalación de una nueva planta.

La proyección a 2050, en las condiciones antes indicadas, estima una producción de clinker menor a 1100 kton de clinker, con lo cual se puede cubrir la producción con la capacidad instalada proyectada.

Tabla 1. Evolución histórica y proyección de la producción de clinker (ton)

Año	Clinker (Ton)	Año	Clinker (Ton)
1990	357074	2028	702403
1994	439613	2029	707854
1998	876542	2030	713348
2000	657511	2031	718885
2002	408499	2032	724465
2004	559975	2033	730087
2006	700278	2034	735754
2008	782893	2035	741464
2010	738796	2036	747219
2012	765932	2037	753019
2014	665068	2038	758863
2016	671246	2039	764753
2017	692111	2040	770688
2018	725657	2041	776670
2019	582590	2042	782698
2020	670982	2043	788773
2021	682849	2044	794895
2022	682466	2045	801064
2023	672113	2046	807282
2024	682407	2047	813547
2025	686299	2048	819862
2026	691625	2049	826225
2027	696993	2050	832638

### Escenario aspiracional a 2050

Para la elaboración del escenario aspiracional, se mantienen los supuestos realizados en el escenario tendencial para la estimación del cemento y clinker producido y se incorpora una sustitución gradual y progresiva del clinker en la formulación del cemento para alcanzar una sustitución del 20% a 2050.

Se asume en este escenario que la utilización de una menor proporción de clinker, sustituido por otros compuestos, conlleva a una menor producción de clinker y por ende una disminución proporcional y directa en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

De acuerdo con la norma UNIT 20:2017, dentro de los sustitutos del Clinker en cemento se encuentran: filler calcáreo, escoria, puzolanas. En la norma se establecen los límites de sustitución, que varían para cada componente y oscilan entre un 6-50%.

De acuerdo con la investigación realizada por Cerrutti y Santilli, una adición superior a un 15% no sería viable de forma práctica ya que las propiedades disminuyen en gran porcentaje con respecto al patrón establecido por los usuarios. Este estudio también concluye, en base a una encuesta, que el mercado local estaría dispuesto a utilizar otros tipos de cementos, siempre y cuando estos cumplan con las características pedidas por el cliente.

Por otra parte, un estudio realizado por Bonavetti estableció que cuando el porcentaje de adición de filler calcáreo supera al 20% se produce una brusca disminución de la resistencia a compresión.

En base a estos estudios se establece como meta a 2050 una sustitución del 20% Clinker, que está sujeta a adhesión del mercado y avances en I&D relativos a la formulación de cemento.

Este escenario no considera implicancias de tipo económicas ni sociales que puedan derivar de la meta planteada y que deberán ser abordadas a la hora de definir acciones concretas de corto y mediano plazo.

El remanente de emisiones a 2050 (en el entorno de 500 Gg de CO<sub>2</sub>) podría ser disminuido por diversas vías que actualmente están en desarrollo o su uso no se encuentra globalmente extendido, como ser:

### Utilización de materias primas descarbonatadas

Dado que la mayor fuente de CO<sub>2</sub> proviene de la calcinación de las materias primas en el horno, el uso de fuentes alternativas de materiales descarbonatados es una opción para reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Materiales de desecho y subproductos de otras industrias se pueden utilizar para reemplazar a la piedra caliza. Estos materiales pueden incluir pasta de cemento reciclada de residuos de demolición, escoria y desperdicios de cal.

### Nuevos tipos de clinkers de cemento y el uso de Mineralizadores

Se están desarrollando nuevos tipos de Clinker de cemento que son químicamente diferentes del clinker de cemento Portland convencional. Estos resultan en ahorros de CO<sub>2</sub> del 20 al 30% al reducir la cantidad de piedra caliza en la formulación y porque requieren menos energía. Se debería notar, sin embargo, que debido a que estos cementos tienen propiedades diferentes, sólo se los puede utilizar para aplicaciones específicas.



### Captura, utilización y almacenamiento de carbono (CUAC)

La CUAC será una tecnología clave para reducir el CO<sub>2</sub> emisiones de las plantas de cemento. En los últimos años, importantes investigaciones se han llevado a cabo a nivel de escala piloto para optimizar el reactivo y técnicas de captura de membrana. El CO<sub>2</sub> capturado puede ser transportado a formaciones geológicas (como campos de gas vacíos), donde se almacena permanentemente. Otras técnicas incluyen la captura para el uso de agregados de hormigón reciclados y minerales y el uso en la industria de la bebida. Las algas también se pueden utilizar para absorber CO<sub>2</sub> y cultivar biomasa, que luego se puede utilizar para alimentar el horno o para producir aceite para elaboración de biodiesel. La absorción química del CO<sub>2</sub>, es una opción en vías de desarrollo, con la generación de subproductos que pueden ser comercializados.

El CO<sub>2</sub> capturado también se puede utilizar para crear nuevos productos como combustible de aviación neutro en carbono.

Las alternativas de captura de CO<sub>2</sub> deben ser evaluadas en conjunto con el sector Energía, dado que no es posible separar de la corriente de salida del horno las emisiones provenientes del proceso, de las provenientes de la quema de combustibles.

Documento para Consulta Pública

ANEXOS  
**04**





## ESCENARIOS EMISIONES / GEI DEL SECTOR RESIDUOS, CATEGORÍA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

En esta sección se presentan los principales aspectos técnicos y metodológicos que sustentan las trayectorias de emisiones de CH<sub>4</sub> de los escenarios a 2050 presentados para la Disposición de Residuos Sólidos.

Los residuos que contienen material orgánico, como alimentos, papel, cartón, madera y residuos de podas y jardín, una vez depositados en un sitio de disposición final (SDF) se descomponen gradualmente generando CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y otras trazas de compuestos gaseosos. En los sitios de disposición final controlados y profundos, se crea un ambiente anaeróbico que favorece la producción de CH<sub>4</sub>. Los rellenos sanitarios reducen las emisiones de GEI cuando se captura el CH<sub>4</sub> generado en los mismos. El metano capturado puede ser quemado, con o sin aprovechamiento energético. En el último caso, las emisiones de la quema son consideradas en el sector Energía.

La disposición final de residuos integra las operaciones de enterramiento de residuos bajo distintas modalidades y condiciones de seguridad en función de las características de los residuos ingresados. Es una alternativa validada a nivel internacional y a lo largo de los años se han incrementado los niveles de seguridad para su funcionamiento y las restricciones de la calidad y tipo de residuos que pueden ingresar a disposición final.

Actualmente, en lo referido a residuos domiciliarios se observan escenarios heterogéneos dentro del territorio nacional, coexistiendo desde vertederos a cielo abierto sin ningún tipo de control a rellenos sanitarios autorizados. Al momento de redacción de este documento existen seis sitios de disposición final con autorización ambiental, ubicados en las ciudades de Florida, Fray Bentos, Maldonado, Montevideo, Paso de los Toros y Rocha. En contraste, se identifican otros sesenta sitios operando en condiciones inadecuadas o parcialmente adecuadas, con un universo muy diverso de capacidades operativas y población servida.

En lo que respecta a la disposición final de los residuos de origen industrial, se debe diferenciar entre los residuos que presentan características de peligrosidad y los que no. Aquellos residuos que presentan características de peligrosidad, y cuando no existen otras alternativas de gestión, son dispuestos en sitios de disposición final de seguridad. Actualmente existe un único sitio que brinda servicios a terceros, correspondiente a la celda de seguridad de la Cámara de Industrias del Uruguay.



Cabe destacar que las emisiones de CH<sub>4</sub> de la disposición final de residuos peligrosos en celdas de seguridad, provienen exclusivamente de las fracciones orgánicas y la producción biogás puede verse inhibida por la presencia de sustancia tóxicas.

Respecto a los residuos de obras de construcción, en la actualidad no existen capacidades nacionales para la disposición final diseñadas específicamente para esta corriente. Esto conlleva al uso de los sitios de disposición final municipales, agotando su capacidad remanente. Desde el punto de vista de la generación de metano, si bien estas corrientes suelen ser voluminosas, sólo las fracciones orgánicas (madera por ej.) aportan a las emisiones de CH<sub>4</sub> en los sitios de disposición final.

Tal como se establece en la escala jerárquica de gestión de residuos en la Ley de Gestión Integral de Residuos, Ley N° 19.829 de 2019, la alternativa de disposición final se considerará como opción de última instancia.

En 2021, desde el Ministerio de Ambiente se empezó a trabajar en la elaboración del Plan Nacional de Gestión de Residuos (PNGR), previsto en el Art. 14 de la Ley N° 19.829. El PNGR es una herramienta de planificación estratégica que establece objetivos, metas y líneas de acción con un alcance de diez años. La primera versión del PNGR (aún no aprobado a la fecha de cierre del presente documento) es tomada como base y proyectado para elaboración de la ECLP.

Los escenarios aspiracionales apuntan a una disminución sustancial de la cantidad de residuos que son derivados a disposición final, con un escenario a 2050 que apunta a lograr una meta de cero disposiciones finales de residuos.

Sin perjuicio de lo anterior, la disposición final será por las próximas décadas una alternativa de gestión necesaria para las fracciones de residuos que no puedan ser valorizadas, incluidos descartes de procesamientos de residuos o sistemas de tratamiento. Alternativamente, se analiza un escenario que plantea la disposición final para un 10% de residuos a 2050, correspondientes a fracciones que no puedan ser valorizadas.

## Histórico de emisiones

Para la estimación de las emisiones de la eliminación de desechos sólidos, se utiliza la metodología del método de descomposición de primer orden propuesto por las Directrices del IPCC de 2006, con generación y desagregación por composición de residuos nacional y utilizando factores de emisión propuestos por defecto en las Directrices del IPCC 2006 para la región climática.

## Generación de residuos sólidos municipales

Los datos de actividad provinieron de fuentes variadas, en función de la información disponible a nivel nacional, y de la incidencia de cada departamento en términos de población y tasas de generación de residuos. Fue así que, para Montevideo, los datos de actividad correspondientes a residuos dispuestos fueron suministrados por el vertedero Felipe Cardozo e incluyeron la información de pesajes para los años 2003-2018.

Para el resto del país, los datos se basaron en la información generada en “Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos” (CSI, 2011) que fue actualizada por el Departamento de residuos sólidos y sustancias de DINACEA, MA para el 2019 en el marco del PNGR.

El método requiere de información histórica de la cantidad de residuos depositada en los sitios de disposición por lo que se requiere información desde 1950 para ingresar al modelo. La generación per cápita para la serie 1950-2017 se ajustó en función de la variación interanual del Producto Bruto Interno per cápita.

Para esta estimación se contó con la colaboración del Departamento de residuos sólidos y sustancias de DINACEA, MA, que aportó información y apoyo para la mejora de los datos de actividad y estimación de emisiones. Se prevé que el sistema de información que será creado en el

marco de PNGR, mejore de forma sustantiva la estimación de emisiones al contar con información por SDF de la cantidad depositada anual.

Tabla 1. Generación de Residuos solidos municipales (RSM)

Año	Población	Generado RSM (Gg año)	Año	Población	Generado RSM (Gg año)
1950	2386514	285	1985	2955241	498
1951	2402591	315	1986	2982783	541
1952	2418668	310	1987	3010325	564
1953	2434744	341	1988	3037867	584
1954	2450821	355	1989	3065409	590
1955	2466897	367	1990	3092951	591
1956	2482974	373	1991	3120493	643
1957	2499051	376	1992	3148035	611
1958	2515127	363	1993	3175577	651
1959	2531204	352	1994	3203119	772
1960	2547280	365	1995	3230661	755
1961	2563357	375	1996	3258203	865
1962	2579433	366	1997	3285940	975
1963	2595510	367	1998	3312094	1084
1964	2611587	375	1999	3335615	1061
1965	2627663	379	2000	3349155	989
1966	2643740	391	2001	3351491	1018
1967	2659816	375	2002	3346677	863
1968	2675893	381	2003	3338399	880
1969	2691970	403	2004	3341417	908
1970	2708046	422	2005	3352355	953



1971	2724123	418	2006	3358005	1034
1972	2740199	403	2007	3358794	1130
1973	2756276	416	2008	3363060	1190
1974	2772352	430	2009	3378083	1270
1975	2788429	450	2010	3396706	1409
1976	2805110	469	2011	3412636	1474
1977	2821791	477	2012	3420642	1476
1978	2838473	507	2013	3433963	1510
1979	2855154	536	2014	3447069	1511
1980	2871835	571	2015	3459940	1556
1981	2888516	581	2016	3472537	1561
1982	2905197	527	2017	3484817	1572
1983	2921879	496	2018	3496779	1641
1984	2938560	490	2019	3508393	1660

### Cantidad de residuos sólidos municipales dispuestos en SDF

El porcentaje de disposición toma en cuenta la cobertura para zonas urbanas y la efectiva disposición en sitios de disposición final (SDF). En el departamento de Montevideo se estima que se genera un 20% más de lo depositado en el vertedero (IMM). Para el resto de los departamentos la cobertura fue estimada en función de lo reportado en el documento "Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos" (CSI, 2011) y de acuerdo con la población urbana de cada departamento. Para el total nacional se consideró un promedio ponderado.

Tabla 2. Cobertura

Departamento	Cobertura
Artigas	93,4
Canelones	82,7
Colonia	74,2
Cerro Largo	85,9
Durazno	84,4
Flores	89,4
Florida	76,4
Lavalleja	90,8
Maldonado	84,8
Paysandú	74,9
Río Negro	78,2
Rivera	89,1
Rocha	86,3
Salto	83,7
San José	84,8
Soriano	96,6
Tacuarembó	79,2
Treinta y Tres	92
Montevideo	80
Nacional	82

## Cantidad de residuos sólidos industriales dispuestos en SDF

A partir del año 2014 se tomó como dato para el total nacional el aportado por el Sistema de Información Ambiental que, entre otros, contiene las declaraciones juradas de residuos realizadas por las industrias alcanzadas por el Decreto 182/13. Para años anteriores a 2014, se estima la cantidad depositada manteniendo constante la tasa de disposición de residuos industriales en el total depositado.

Tabla 3. Residuos industriales depositados (Gg)

Año	Industrial depositado (Gg)	Año	Industrial depositado (Gg)
1950	35,6	1985	62,1
1951	39,3	1986	67,5
1952	38,7	1987	70,4
1953	42,6	1988	72,9
1954	44,3	1989	73,6
1955	45,8	1990	73,8
1956	46,6	1991	80,2
1957	47,0	1992	76,2
1958	45,3	1993	81,2
1959	44,0	1994	96,3
1960	45,5	1995	94,2
1961	46,8	1996	108,0
1962	45,7	1997	121,7
1963	45,9	1998	135,3
1964	46,8	1999	132,4
1965	47,3	2000	123,4

1966	48,8	2001	127,1
1967	46,8	2002	107,6
1968	47,5	2003	109,9
1969	50,4	2004	113,3
1970	52,7	2005	118,9
1971	52,1	2006	129,1
1972	50,3	2007	141,0
1973	51,9	2008	148,5
1974	53,7	2009	158,5
1975	56,2	2010	175,9
1976	58,5	2011	183,9
1977	59,6	2012	184,2
1978	63,3	2013	188,4
1979	66,9	2014	188,5
1980	71,2	2015	211,2
1981	72,6	2016	239,0
1982	65,7	2017	238,0
1983	61,9	2018	198,2
1984	61,2	2019	194,0

Dado que se obtiene información directa de la cantidad depositada, no se aplica un porcentaje de deposición o cobertura para los residuos industriales.

## Composición de residuos

La composición de los residuos municipales por Departamento se estimó a partir del Estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos con fines energéticos (ALUR, 2013).

Para la caracterización nacional se realizó un promedio ponderado de la información departamental. Se asumió la composición constante a lo largo de la serie hasta 1980. Para años anteriores a 1980 se considera que no hay ingreso de pañales a los SDF.

Dado que en este estudio se manejó una categorización diferente, se realizó una homologación de la composición a las categorías propuestas en las Directrices de IPCC 2006.

A continuación, se presenta la caracterización de residuos utilizadas para las estimaciones.

Tabla 4. Composición de MSW (%)

RESIDUO	Montevideo	Melo (Cerro Largo)	Paysandú	Salto	San José	Tacuarembó	Resto del Interior	PONDERADO NACIONAL
Alimentos	40,95%	43,81%	42,48%	42,94%	41,94%	42,15%	42,66%	41,98%
Jardín	1,18%	1,03%	2,05%	1,36%	2,48%	1,94%	1,77%	1,53%
Papel	19,47%	14,61%	12,14%	13,46%	13,14%	14,41%	13,55%	15,92%
Madera	1,18%	1,03%	2,05%	1,36%	2,48%	1,94%	1,77%	1,53%
Textil	2,55%	4,24%	4,53%	3,08%	2,70%	3,53%	3,62%	3,19%
Pañal	3,57%	5,71%	4,87%	7,05%	6,11%	5,54%	5,86%	4,94%
Inerte	31,10%	29,58%	31,90%	30,75%	31,15%	30,49%	30,77%	30,90%

Para los residuos industriales se utilizó la información proveniente de las Declaraciones Juradas de residuos en el marco del Decreto 182/12, ingresadas al Sistema de Información Ambiental (SIA) para los residuos industriales ingresados en sitios de disposición final.

Dado que el catálogo de residuos del SIA tiene una categorización diferente, se realizó una homologación de la composición a las categorías propuestas en las Directrices de IPCC 2006, para las cuales se cuenta con parámetros por defecto.

A continuación, se presenta la caracterización de residuos utilizadas para las estimaciones.

Tabla 5. Composición residuos industriales enviados a disposición final

Alimentos, bebidas y tabaco	Lodos	Madera	Otros	Papel cartón	Productos petróleo solventes	textil	Inertes
13%	6%	5%	31%	0,4%	2%	0,3%	42,3%
19%	9%	3%	31%	1%	2%	0,3%	34,7%
14%	12%	5%	39%	1%	2%	0,4%	26,6%
18%	12%	6%	33%	1%	4%	0,1%	25,9%
20%	11%	7%	40%	1%	4%	0,2%	16,8%
21%	10%	5%	44%	1%	3%	0,4%	15,6%

Nota: Valores redondeados

\* aguas domesticas, Industria Alimentaria, industria química, papel, otros

\* incluye otros residuos por rama industrial no especificados en el catálogo.

## Factor de conversión de metano (MCF)

El factor de conversión de metano establece una corrección en base al grado de anaerobiosis que alcanzan los sitios de deposición final en función de su profundidad (profundo y poco profundo) y tipo de manejo (manejado no manejado).

Para cada departamento se asignó un valor promedio de factor de conversión de metano (MCF), de acuerdo a los tipos de vertedero existentes (ponderación realizada por el Departamento de Residuos y Sustancias de DINACEA, MA). El valor de factor de oxidación se considera como cero por defecto en base a las Directrices del IPCC de 2006.

Se asume que los MCF departamentales se mantienen en la serie temporal, salvo para Montevideo y Maldonado, para los cuales se considera un cambio de condiciones desde que se inicia la captura de biogás en los sitios. Se asumió igual distribución para residuos sólidos municipales e industriales.

Tabla 6. Factor de Corrección de Metano

Departamento	FCM
Artigas	0,6
Canelones	0,8
Colonia	0,6
Cerro Largo	0,6
Durazno	0,6
Flores	0,8
Florida	0,8
Lavalleja	0,6
Maldonado	0,8 / 1
Montevideo	0,8 / 1
Paysandú	0,6
Rio Negro	0,4
Rivera	0,6
Rocha	0,4
Salto	0,6
San José	0,8
Soriano	0,6
Tacuarembó	0,4
Treinta y Tres	0,4

Se calcula para cada año el factor de corrección de metano ponderado nacional, en función del MCF departamental y la cantidad de residuos depositada en cada Departamento.

## Metano capturado

Se obtuvo información de los sitios de disposición final con captura de biogás.

## Escenario sin Plan Nacional de Gestión de Residuos (PNGR)

El escenario sin PNGR, plantea una trayectoria de emisiones en las cuales no se implemente el PNGR. Se asume que el crecimiento en la tasa de generación de residuos municipales acompaña la variación de PIB per cápita. Para los residuos industriales, se asume que la contribución al total de los residuos depositados se mantiene a lo largo de la serie.

## Generación de residuos sólidos municipales

A continuación, se presenta la proyección de generación de residuos sólidos municipales



Tabla 7. Proyección de Residuos Sólidos Municipales Escenario sin PNGR

Año	Generado MSW (Gg año)	Año	Generado MSW (Gg año)
2020	1646	2036	2881
2021	1716	2037	2978
2022	1777	2038	3077
2023	1852	2039	3180
2024	1927	2040	3285
2025	1994	2041	3394
2026	2062	2042	3506
2027	2133	2043	3621
2028	2206	2044	3739
2029	2281	2045	3861
2030	2359	2046	3987
2031	2440	2047	4116
2032	2523	2048	4249
2033	2608	2049	4386
2034	2697	2050	4527
2035	2788		

En este escenario se asume que se mantiene constante a lo largo del tiempo la tasa de cobertura de residuos sólidos municipales.

En la siguiente tabla, se presenta la proyección de los residuos industriales depositados en sitios de disposición final.

Tabla 8. Proyección de residuos industriales depositados en el escenario sin PNGR

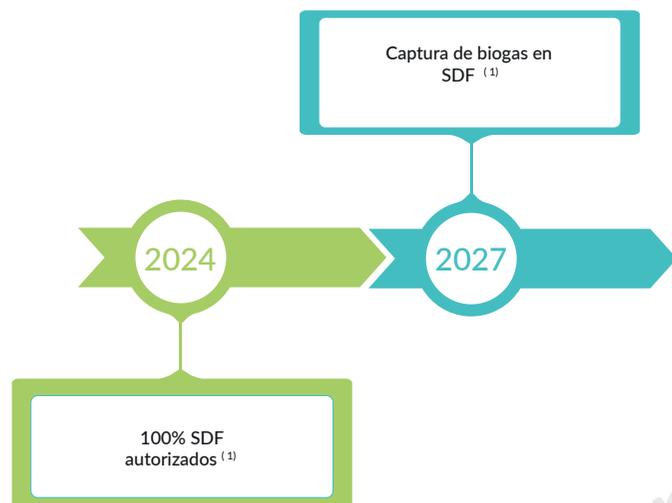
Año	Industrial depositado (Gg año)	Año	Industrial depositado (Gg año)
2020	175	2036	306
2021	183	2037	317
2022	189	2038	327
2023	197	2039	338
2024	205	2040	349
2025	212	2041	361
2026	219	2042	373
2027	227	2043	385
2028	235	2044	398
2029	243	2045	411
2030	251	2046	424
2031	259	2047	438
2032	268	2048	452
2033	277	2049	467
2034	287	2050	481
2035	296		

En ambos casos tanto para los residuos sólidos municipales como los industriales se asume que se mantiene la composición a lo largo de la serie.

En cuanto a los sitios de disposición final, se considera en base a Ley N° 19.829, que a partir de 2024 los SDF cuentan con autorización ambiental otorgada por DINACEA, esto es modelado considerando que los SDF pasan a tener un MFC de 1 (SDF profundo y manejado) y a partir de 2027 los SDF cuentan con sistemas de captura de biogás (con eventual

aprovechamiento energético). Para estimar el biogás capturado se considera la suposición establecida en las Directrices del IPCC de 2006 que asume una eficiencia de captura del 20%.

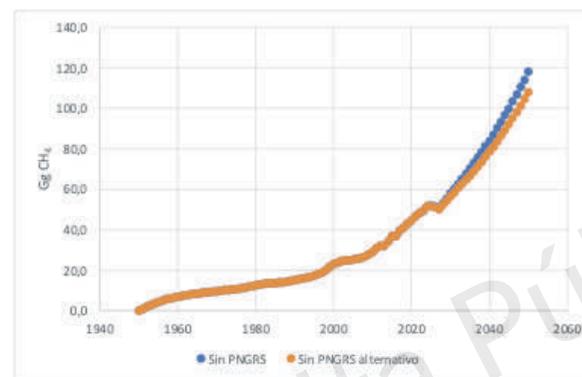
Figura 1. Escenario sin PNGR -



(1) Notas 1: En base a Ley N° 19829

Se presentan a continuación, los resultados de un escenario alternativo, que contempla la toma de conciencia de la población con modificación de pautas y hábitos hacia un consumo más responsable disminuyendo la generación de residuos. Se considera para este escenario un desacople de la generación de residuos en relación con el PIB/cap en el año 2027 y una reducción al del 10% a 2050. Se estimó una diferencia del 8,6 % entre ambos escenarios en términos de emisiones de metano.

Figura 2. Trayectoria de emisiones de CH<sub>4</sub> sin PNGR



El porcentaje de desacople está sujeto al grado de modificación de pautas y hábitos de la población y otras consideraciones sociales y económicas que no son consideradas en el modelo.

### Escenarios aspiracionales a 2050 de la ECLP

Los escenarios aspiracionales, proyectan los principales lineamientos del PNGR a 2050, planteando trayectorias potenciales para dos situaciones: enterramiento cero y enterramiento 10% de residuos en sitios de disposición final.

Para la estimación de emisiones de los escenarios aspiracionales, se utilizó la misma metodología que para la serie histórica, manteniendo los parámetros por defecto (como ser el contenido orgánico de carbono y las constantes de degradación por tipo de residuos) propuestos en las Directrices del IPCC de 2006. Se toma como base para el inicio de las proyecciones todas las condiciones estimadas en el histórico a 2019, incluida la composición.

Se resalta que las trayectorias estimadas, corresponden exclusivamente a las emisiones provenientes de los SDF, bajo el entendido que los diferentes escenarios de gestión generan emisiones/remociones GEI en otros sectores a lo largo de la cadena.

El modelado de los escenarios se abordó desde tres líneas estratégicas:

- Características y gestión en los sitios de disposición final
- Generación de residuos
- Valorización

### Características y gestión en los sitios de disposición final

Tal como se establece en la escala jerárquica de gestión de residuos establecida en la Ley de Gestión Integral de Residuos, Ley N° 19.829 de 2019, la alternativa de disposición final se considerará como opción de última instancia, con un escenario a 2050 que apunta a lograr una meta de cero disposiciones finales.

Sin perjuicio de lo anterior, la disposición final será por las próximas décadas una alternativa de gestión necesaria para las fracciones de residuos que no puedan ser valorizadas, incluidos descartes de procesamientos de residuos o sistemas de tratamiento. Se plantea, adicionalmente, un escenario alternativo en el cual se disponen el 10% de residuos en SDF.

En la siguiente figura, se presentan los principales supuestos establecidos en las líneas de Características y gestión de los SDF, para los dos escenarios aspiracionales:

Fig. 3. Gestión SDF - Enterramiento cero

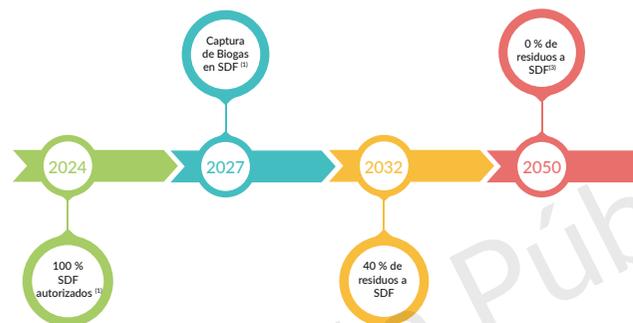


Fig. 4. Gestión SDF -Enterramiento 10%



(1) Notas 1: En base a Ley N° 19829

(2) En base al PNGR preliminar

En ambos escenarios se asume que el 100% de los SDF tendrán autorización ambiental y que a partir de 2027 contarán con sistema de captura y quema (con eventual aprovechamiento) del biogás. Los supuestos para el modelado del escenario en este sentido son los mismos que para el escenario sin PNGR, se considera a partir de 2024 un MCF de 1 y captura de biogás a partir de 2027 con un 20% eficiencia (Directrices del IPCC de 2006).

Al considerar las mejoras de infraestructura y de condiciones operativas que serán necesarias de aplicar para alcanzar un nivel que permita la obtención de autorización ambiental, adquiere relevancia la alternativa de regionalizar las soluciones de disposición final por fuera de los límites departamentales. Para lograr los objetivos de disminución de ingresos a SDF, es necesario integrar esta línea con las otras líneas estratégicas. Para lograr la disminución sustancial de la disposición final de residuos es necesario construir en paralelo capacidades para incrementar sustancialmente las operaciones de reciclado y diversas formas de valorización para las diferentes fracciones de residuos, además de fomentar líneas estratégicas tendientes a la disminución de la generación de residuos.

## Generación

La disminución en la generación de residuos es abordada de igual forma que los establecido el PNGR preliminar. Los plásticos de un solo uso y las pérdidas y los desperdicios de alimentos son flujos de residuos considerados prioritarios para abordar desde una perspectiva de minimización de la generación de residuos. El tercer componente aborda, de manera transversal, la incorporación de la economía circular en el marco de procesos, productos y servicios apuntando a lograr transformaciones que redunden en un uso más eficiente de recursos y en la disminución de la generación de residuos. Este eje será incorporado en el ECLP en la línea de Valorización.

En la siguiente figura se presentan los principales supuestos establecidos en las líneas de Generación, para los dos escenarios aspiracionales:

Fig. 5. Generación Enterramiento cero

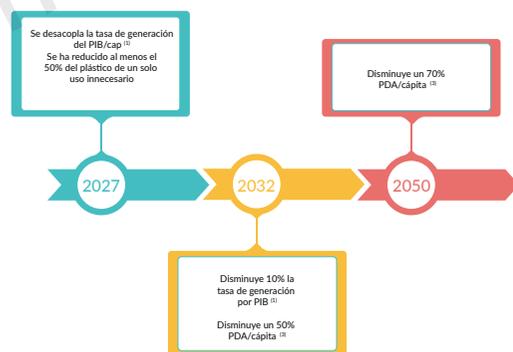
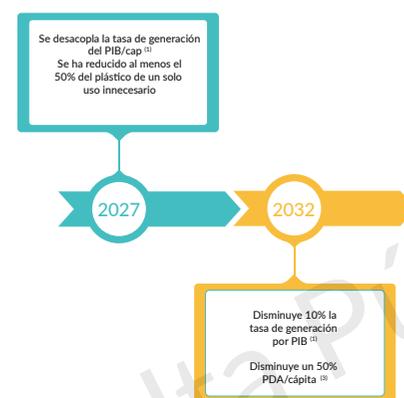


Fig. 6. Generación Enterramiento 10%



- (1) Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos preliminar
- (2) ODS 12.3
- (3) Aspiracional

Las consideraciones realizadas para el desacople del PIB son las mismas que las presentadas en secciones anteriores.

La reducción del uso del plástico de un solo uso, si bien contribuye a la disminución de la cantidad de residuos dispuestos en SDF, no supone reducciones de emisiones de CH<sub>4</sub> en los SDF. En términos del impacto del cambio climático a nivel global, los beneficios de la prevención de residuos superan a los beneficios derivados de cualquier otra práctica de gestión de residuos: no sólo se evitan las emisiones netas de GEI del transporte, tratamiento y eliminación de los residuos, también hay un beneficio notable de la prevención de emisiones de GEI derivadas de una menor extracción de recursos naturales, así como las debidas a la fabricación del propio producto.

Se establece una trayectoria en base a la meta 12.3 de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, que establece que de aquí a 2030 se deberá

reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha. Para modelar esta meta se consideran los resultados del estudio de FAO[2] que cuantifican las PDA en Uruguay.

Para esta meta será necesario establecer estrategias enfocadas en prevenir, minimizar y gestionar adecuadamente las Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en sectores clave de la cadena agroalimentaria.

### Valorización

La incorporación de modelos de economía circular con un enfoque de cadena de valor es necesaria para disminuir la cantidad de residuos con destino a SDF.

Para cada fracción de residuos, es necesario establecer un modelo de gestión alternativo al SDF, bajo en emisiones GEI. Por otro lado, resulta fundamental para avanzar en este sentido, lograr incrementar los procesos de segregación en origen y la recolección selectiva, siendo fundamental la adhesión de la población, tanto en sistemas de recolección selectiva para residuos valorizables como para la fracción orgánica.

En la siguiente figura se presentan los principales supuestos establecidos en las líneas de Valorización, para los dos escenarios aspiracionales:

Fig. 7. Valoración Enterramiento cero

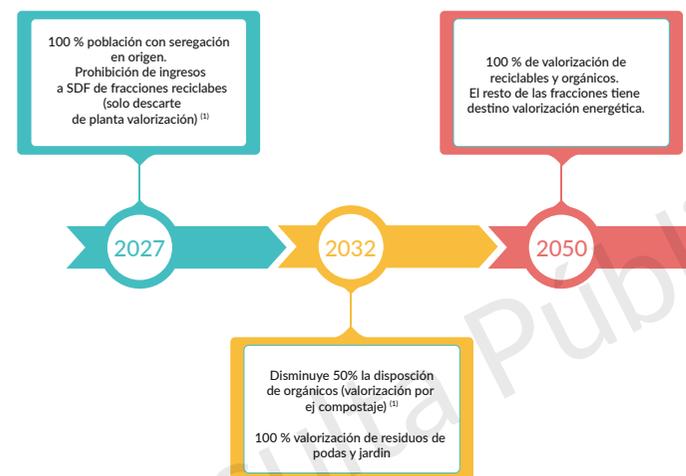
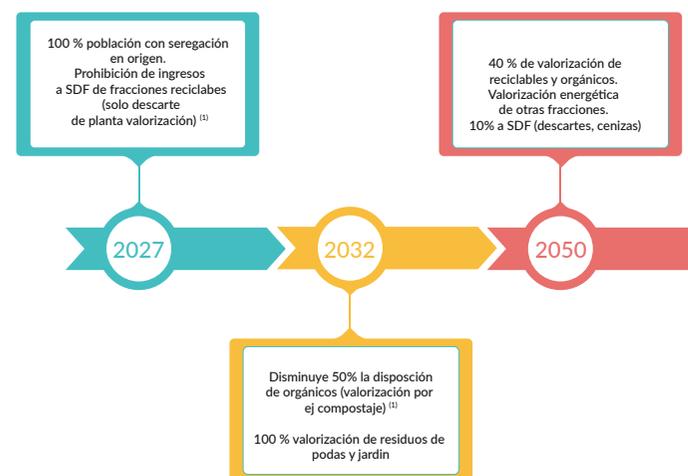


Fig. 8. Valoración Enterramiento 10%



### 1-PNGR preliminar

Se reduce el ingreso de corrientes de residuos no domiciliarios a los sitios de disposición final de los gobiernos departamentales. A 2027 el 100% de los residuos con potencial de valorización no ingresan a sitios de disposición final, solo ingresando los descartes de valorización o las fracciones rechazadas de los procesos de recuperación. El escenario asume que la fracción rechazada tiende a cero en el escenario enterramiento cero y tiende al 10% en el escenario alternativo. Se asume que la fracción rechazada tiene como destino principal los SDF.

Los escenarios proponen trayectorias que incluyen disminución de ingreso de materia orgánica a los SDF, estas fracciones son las principales emisoras de CH<sub>4</sub> en los SDF. Para ellos se proponen como alternativas de gestión la valorización (por ej. para alimento animal) y/o compostaje. El compostaje es un proceso fundamentalmente aeróbico, que presenta bajas emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O siendo el CO<sub>2</sub> biogénico y, por ende, no considerado para el total de las emisiones nacionales. A la hora de definir las alternativas finales de las fracciones orgánicas, será necesario estimar el aporte de las emisiones por compostaje.

Las fracciones reciclables, pueden ingresar en procesos de economía circular, reutilización, reciclado u otro tipo de valorización a desarrollar.

Para las fracciones rechazadas y fracciones con alto poder calorífico, la alternativa de gestión se asume como valorización energética.

Se presenta en la siguiente tabla la serie temporal con las cantidades de residuos depositados para cada escenario.

Tabla XX. Cantidad de residuos depositados en los escenarios aspiracionales (Gg)

Año	Enterramiento cero		Enterramiento 10 %	
	MSW depositado (Gg)	Industrial depositado (Gg)	MSW depositado (Gg)	Industrial depositado (Gg)
2020	1.350	175	1350	175
2021	1.407	183	1407	183
2022	1.376	176	1408	179
2023	1.351	170	1418	177

2024	1.322	164	1424	174
2025	1.281	156	1421	170
2026	1.237	148	1416	166
2027	1.191	139	1411	162
2028	1.141	130	1404	157
2029	1.088	121	1395	152
2030	1.032	111	1386	147
2031	972	101	1375	141
2032	908	90	1362	135
2033	875	87	1326	132
2034	849	85	1303	130
2035	822	82	1276	127
2036	791	80	1247	124
2037	758	77	1214	121
2038	721	73	1178	117
2039	682	69	1138	113
2040	639	65	1094	109
2041	593	61	1046	104
2042	544	56	993	99
2043	490	51	936	93
2044	433	45	875	87
2045	372	39	808	80
2046	307	32	737	73
2047	237	25	660	66
2048	163	17	577	58
2049	84	9	489	49
2050	0	0	395	39



Documento para Consulta Pública