PROYECTO ICAT ARGENTINA

COMPONENTE 1:
ECONOMÍA CIRCULAR

Deliverable n° 5

Report with an estimation of impacts caused by the implementation of the mitigation measures

Abril 2021

Nombre	Contenido
Report with an estimation of impacts caused by the implementation of the mitigation measures.docx	Identificación y estimación de los impactos causados por la implementación de las medidas de mitigación basadas en EC determinadas para los materiales prioritarios.

Consultoras:
María Laura Ortiz de Zárate / María Magdalena Basla

Colaboración: Nicolás Zeballos

Abril 2021

DISCLAIMER

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise, for commercial purposes without prior permission of UNOPS. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/ or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of UNOPS as the source. In all cases the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of UNOPS.

This publication has been produced as part of a component of the Initiative for Climate Action Transparency project (ICAT) implemented by UNEP DTU Partnership (UDP). The views expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily reflect the views of UDP.

PREPARED UNDER

Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) project supported by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, the Children's Investment Fund Foundation (CIFF), the Italian Ministry of Ecological Transition (IMET) and ClimateWorks.

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

CIFF CHILDREN'S INVESTMENT FUND FOUNDATION

MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

climateworks FOUNDATION

The ICAT project is managed by the United Nations Office for Project Services (UNOPS)

UNOPS

Índice

INTRODUCCIÓN 5
ANTECEDENTES 5
ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS CONSULTORES 6
María Laura Ortíz de Zárate - María Magdalena Basla - Nicolás Zeballos 6
PRODUCTOS Y OBJETIVOS 7
ANÁLISIS DEL DELIVERABLE 5 8
Contexto general: Generación y gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en la Argentina 8
Metodología utilizada para el análisis del presente estudio de impacto 12
Análisis cualitativo de impactos según políticas de Economía Circular en Argentina 13
Análisis cuantitativo de impactos en emisiones de GEI según políticas de Economía Circular en Argentina 34
Beneficios asociados por la implementación de las medidas de Economía Circular en Argentina 49
Experiencias previas de análisis de costos de la implementación de las medidas de Economía Circular en Argentina 50
PASOS A SEGUIR 52
INFORMACIÓN DE RESPALDO 53
ACRÓNIMOS 56
ANEXO I 57
ANEXO II 66

Índice de Figuras

Figura 1. Composición de residuos sólidos urbanos del AMBA. 9

Figura 2. Distribución geográfica de centros de disposición final de residuos sólidos urbanos en el Área Metropolitana de Buenos Aires. 10

Figura 3. Situación de la gestión de residuos en Argentina. 11

Figura 4. Tasa de reciclaje en países de Latinoamérica. 12

Figura 5. Ecuación para la estimación de emisiones de la descomposición de la materia orgánica en rellenos sanitarios. 41

Figura 6. Factor de emisión para la producción de vidrio. 47

Figura 7. Matriz económica y financiera para el cálculo de costos de la gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) en la Argentina. 51

Índice de Tablas

Tabla 1. Análisis cualitativo de impactos según políticas de Economía Circular en Argentina. 15

Tabla 2. Valores recuperados de plásticos PET y PE. 35

Tabla 3. Factores de emisión para plásticos (PET y PE) recuperados. 35

Tabla 4. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de plásticos. 35

Tabla 5. Factores de emisión de gases precursores para la producción de papel. 37

Tabla 6. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de papel y cartón. 38

Tabla 7. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de materiales orgánicos para plantas cementeras. 40

Tabla 8. Parámetros de la ecuación de CDM Methodological tool 04 y fuentes de información. 41

Tabla 9. Factores de emisión por defecto para las emisiones de CH_4 y N_2O del tratamiento biológico de desechos. 42

Tabla 10. Emisiones GEI (CH_4) emitidas en plantas de compostaje. 42

Tabla 11. Emisiones GEI (N_2O) emitidas en plantas de compostaje. 43

Tabla 12. Conversión a CO_2eq de emisiones de CH_4 y N_2O en plantas de compostaje. 43

Tabla 13. Emisiones ahorradas de CO_2eq respecto de materiales orgánicos tras la implementación de las medidas de EC. 44

Tabla 14. Factores de emisión de CO_2 por defecto para la producción de coque, hierro y acero. 45

Tabla 15. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de chatarra ferrosa. 46

Tabla 16. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de vidrio. 48

Tabla 17. Emisiones de GEI ahorradas tras la implementación de las medidas de Economía Circular en Argentina. 48

INTRODUCCIÓN

Este informe tiene como objetivo presentar los progresos alcanzados dentro del Componente 1 de Economía Circular (EC) del Proyecto *Initiative for Climate Action Transparency* (ICAT) Argentina. El mismo presenta una identificación y análisis de los impactos generados ante la implementación de las medidas de mitigación frente al cambio climático basadas en EC para cada una de las corrientes de materiales prioritarios consideradas previamente dentro del *Deliverable 4*. A su vez, involucra las categorías del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Tercer Informe Bienal de Actualización (3er BUR, por sus siglas en inglés) de la Argentina que se ven afectadas en términos cuantitativos debido a estas medidas y las emisiones de GEI ahorradas tras su implementación para cada caso. En el Anexo 1 de este Deliverable 5, se plasma el Workshop perteneciente a la actividad 1.2.3 del *Work Schedule* y en el Anexo 2 se detallan los procesos llevados a cabo dentro de la planta de Tratamiento Mecánico Biológico (TBM) de residuos, perteneciente a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

ANTECEDENTES

Luego de la elaboración y presentación del *Deliverable 4: "List of Argentinian mitigation measures for assessment, including collected and validated data from these measures, barriers and enablers*" del mes de enero 2021, se consideró a dicho trabajo para la ejecución del presente producto, donde se tomaron las diferentes iniciativas nacionales como medidas de mitigación frente al cambio climático basadas en EC para identificar y analizar sus impactos potenciales. En ese sentido, se realizó un intercambio de información con DTU e ISPRA teniendo en cuenta los deliverables anteriores (#1, #2 y #3), se obtuvieron datos aportados por la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) y se llevó a cabo un Workshop entre actores interesados de manera interna en el MAyDS.

En los Deliverables #1 y #2 se obtuvieron diferentes hallazgos asociados tanto a la implementación de medidas de mitigación basadas en Economía Circular e inventarios GEI, como a las dificultades de acceso a la información, tanto para países Anexo I y no Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Estos aportes fueron considerados para la elaboración del Deliverable #3, permitiendo la realización de un análisis inicial de las medidas de mitigación frente al cambio climático y las iniciativas a nivel nacional a partir de la información disponible en el Plan de Acción Nacional de Industria y Cambio Climático (PANIyCC), el cual se publicó en el año 2018 de manera conjunta entre la ex - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y el ex- Ministerio de Producción y Trabajo, y se encuentra actualmente en revisión.

A su vez, se consideraron los lineamientos plasmados en la Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional (2da NDC, por sus siglas en inglés) de la Argentina, presentada ante la CMNUCC en diciembre de 2020. La misma presenta una meta a cumplir donde la emisión neta del país no excederá los 359 millones de toneladas de dióxido de carbono

equivalente ($MtCO_2$) en el año 2030[1] y en concordancia con el Componente 1 del Proyecto ICAT Argentina, establece nuevos lineamientos para lograr una gestión de residuos sólidos adecuada a través de prácticas innovadoras que contemplen el concepto de Economía Circular respecto de la visión 2030 del país. Dichos lineamientos no habían sido incluidos en la NDC anterior.

A partir de allí, y considerando la elaboración del presente Deliverable #5, se retomó el listado de iniciativas argentinas basadas en EC pertenecientes al Deliverable #4 y se seleccionó aquellas que implican un impacto en términos de emisiones de GEI de forma cuantitativa y cualitativa para cada una de las corrientes de materiales prioritarios, ya sean plásticos, papel y cartón, cemento y caucho, materiales orgánicos, metales y vidrio. En ese sentido, se especificaron los impactos correspondientes y también se estimaron las emisiones ahorradas de GEI dentro de los ciclos de vida de dichos materiales. A su vez, se llevó a cabo un *Workshop* donde se consideraron las temáticas relacionadas a Economía Circular a partir de la presentación del Proyecto ICAT Argentina. El mismo tuvo la participación de distintos profesionales pertenecientes al MAyDS, específicamente dentro de la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC) de la Secretaría de Cambio Climático, Desarrollo Sostenible e Innovación, junto con la Dirección Nacional de Residuos (DNR) perteneciente a la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental.

ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS CONSULTORES

María Laura Ortíz de Zárate - María Magdalena Basla - Nicolás Zeballos

La elaboración del presente Deliverable #5 es el resultado del trabajo conjunto entre los 3 técnicos mencionados anteriormente. Como parte de la metodología de trabajo, se mantuvo un intercambio fluido con reuniones programadas semanalmente y discusiones técnicas frecuentes. Más allá que este informe representa el resultado de un trabajo en equipo, se podrían identificar algunas actividades propias de cada consultor:

La consultora María Laura Ortíz de Zárate (ICAT National Consultant #1) se encargó de la preparación y dictado del Workshop (especificado en el Anexo I), la revisión de los Deliverables anteriores para considerar elementos como información de respaldo y la selección de medidas para el presente análisis de impacto de su implementación.

La consultora María Magdalena Basla (ICAT National Consultant #6) se encargó principalmente de la redacción del presente informe y del análisis del impacto cuali y cuantitativo de la implementación de las medidas de mitigación sectoriales y por corrientes de residuos (especificado en la sección Análisis del Deliverable 5).

El Lic. en Ciencias Ambientales Nicolás Zeballos (asesor técnico de la DNCC) colaboró con el equipo consultor compartiendo información, material gráfico (especificado en el Anexo II),

[1] https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Argentina%20Second/Argentina_Segunda%20Contribuci%C3%B3n%20Nacional.pdf

fuentes de consulta y diferentes contactos que fueron esenciales para la elaboración del presente Deliverable.

PRODUCTOS Y OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto ICAT es brindar apoyo a los esfuerzos argentinos de transparencia vinculados al Componente 1 de manera de "asegurar que los esfuerzos locales de mitigación realizados por el enfoque de EC se reflejen en la contabilidad nacional de emisiones GEI de la Argentina presentada en su Inventario Nacional de GEI". Dentro del *Work Schedule* del Componente 1, se establecieron una serie de productos finales (o *deliverables*) con sus objetivos específicos. Este trabajo presenta los resultados del Deliverable n°5, cuya definición y objetivo son:

Producto Final o Deliverable 5:

Definición de este producto:

"*Report with an estimation of impacts caused by the implementation of the mitigation measures*" (Informe con estimación de impactos provocados por la implementación de las medidas de mitigación).

Objetivo de este producto:

Estimar la reducción de emisiones de cada medida de mitigación previamente seleccionada y evaluar los beneficios colaterales (por ejemplo, económicos, sociales, ambientales, políticos, ODS) y los efectos secundarios. Si alguna medida de mitigación previamente seleccionada no tiene una reducción directa de emisiones de GEI calculada debido a la falta de datos adecuados, al menos una indicación de los datos necesarios y los cálculos principales deben ser realizados por el Consultor Nacional 1 en coordinación con UDP, tomando en consideración los datos locales para producir las estimaciones.

Actividades de este producto (según Work Schedule):

1.3.1 *To estimate emission reduction from each mitigation measure previously selected, and assess co-benefits (e.g., economic, social, environmental, political, SDG) and spillover effects. If any mitigation measure previously selected does not have a direct GHG emission reduction calculated due to lack of suitable data, still at least an indication of data needed and main calculations should be performed by the National Consultant1 in coordination with UDP, taking into consideration local data to produce the estimations.*

1.3.2 *To identify sectors and subsectors of the Inventory of Argentina that would be affected by the selected mitigation measures, including the quantification of those impacts in the National GHG inventory.*

Vínculo con deliverables anteriores

Se consideró el trabajo ya realizado en los Deliverables anteriores para la elaboración del presente informe. Específicamente, se tomaron en cuenta las iniciativas de EC de otros países presentes en el *Deliverable #1*, las dificultades encontradas al momento de la recolección de la información presentes en el *Deliverable #2,* el análisis de los materiales prioritarios y sus procesos productivos del *Deliverable #3* y finalmente la lista de iniciativas públicas y privadas presentes en el *Deliverable #4.*

En términos generales, se analizó la información disponible en el PANIyCC respecto a mitigación y adaptación, la cual se presenta estructurada en 4 ejes centrales: eficiencia energética, energías renovables, captura de gases, y economía circular. Dentro de este último eje, se consideraron los ciclos de vida de los distintos materiales como plásticos, metales (acero y aluminio), cemento, papel y cartón; y vidrio. Esto sirvió como base para la elaboración del listado de iniciativas públicas y privadas detallado en el *Deliverable #4* a nivel nacional y la profundización de la información respecto de las cadenas de valor para la Argentina, junto con la identificación de los actores relevantes asociados y la relación con el INGEI y las metodologías de estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

Dichas iniciativas nacionales fueron diferenciadas según se trate de proyectos, estrategias, programas o normativas argentinas, las cuales sirvieron de insumo para la elaboración del presente *Deliverable #5,* que detalla un reporte de los impactos generados por las mismas para cada material prioritario junto con la estimación de las emisiones evitadas gracias a su implementación.

ANÁLISIS DEL DELIVERABLE 5

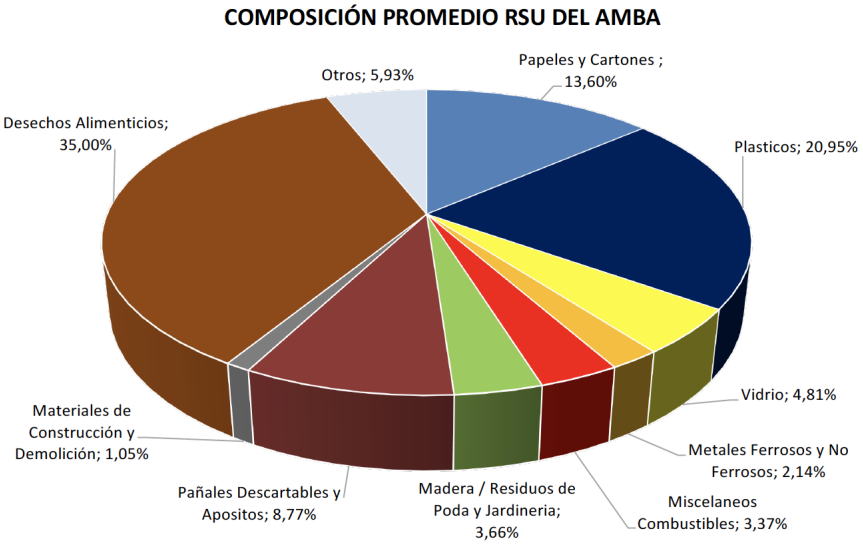
Contexto general: Generación y gestión de residuos sólidos urbanos (RSU)[2] en la Argentina

El 40%[3] de residuos del país se genera dentro del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). Por ello se la consideró como área de referencia en cuanto a RSU. Estos niveles de generación de residuos no se repiten en ninguna otra ciudad del territorio nacional, ya que el AMBA representa la mayor concentración poblacional e industrial del país. Asimismo es la jurisdicción con mayor información disponible respecto a residuos en cuanto su generación, composición (Figura 1) y disposición.

[2] Residuo es todo elemento, material, objeto o sustancia que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, es desechado o abandonado. Los residuos sólidos urbanos (RSU) son análogos a los denominados domiciliarios y pueden ser de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/rsu

[3] En Argentina el promedio de generación de residuos sólidos urbanos es de 18.000.000 de toneladas anuales. Sólo en AMBA se generaron 7.026.000 de toneladas de RSU. Fuente: IEA-Informe del Estado del Ambiente (2019). MAyDS. https://informe.ambiente.gob.ar/

Figura 1. Composición de residuos sólidos urbanos del AMBA.

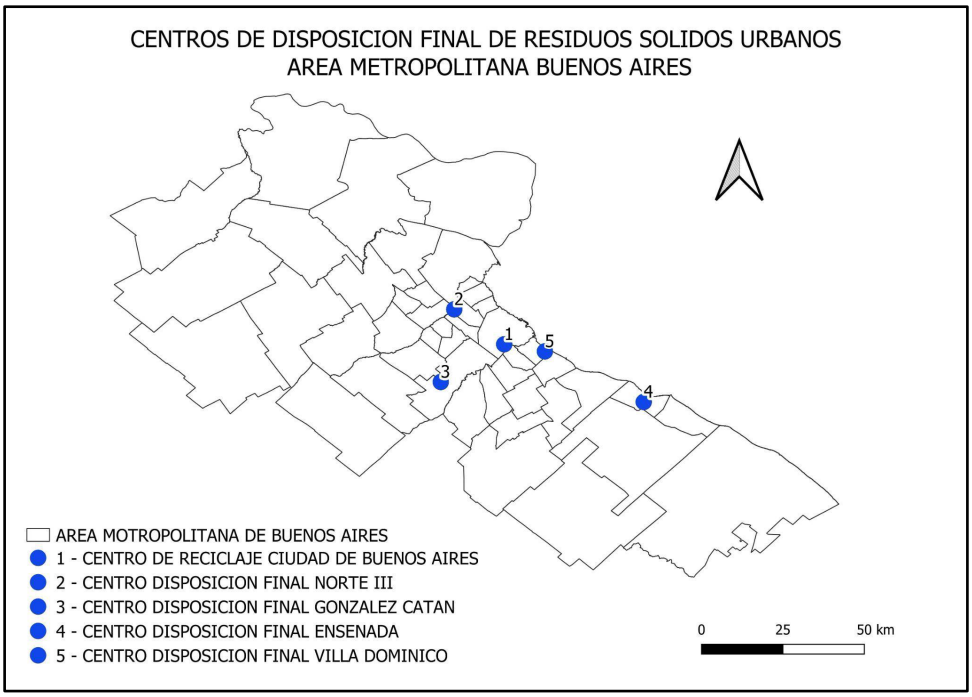


Fuente: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE, 2020).

Respecto a la disposición final de los residuos sólidos urbanos, dentro del Área Metropolitana de Buenos Aires, existen un centro de reciclaje y cuatro centros de disposición final de residuos (Figura 2). Ellos son:

- Complejo Ambiental Norte III localizado en provincia Buenos Aires que contiene una planta de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) y recibe residuos sólidos urbanos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Los procesos llevados a cabo dentro de la planta de TMB se explican en el Anexo 2 del presente trabajo.
- Complejo Ambiental de González Catán que recibe y dispone de los residuos generados en el municipio de La Matanza, provincia de Buenos Aires.
- Complejo Ambiental de Ensenada situado en la localidad de La Plata que actualmente se encuentra cerrado y no operativo donde funciona una planta de TMB inaugurada en el año 2019.
- Complejo Ambiental de Villa Domínico que se encuentra cerrado desde el año 2004 para fines de disposición de residuos, siendo en la actualidad una reserva natural que contiene un vivero de especies nativas, el cual abastece a otros rellenos sanitarios operados por la CEAMSE.

Figura 2. Distribución geográfica de centros de disposición final de residuos sólidos urbanos en el Área Metropolitana de Buenos Aires.

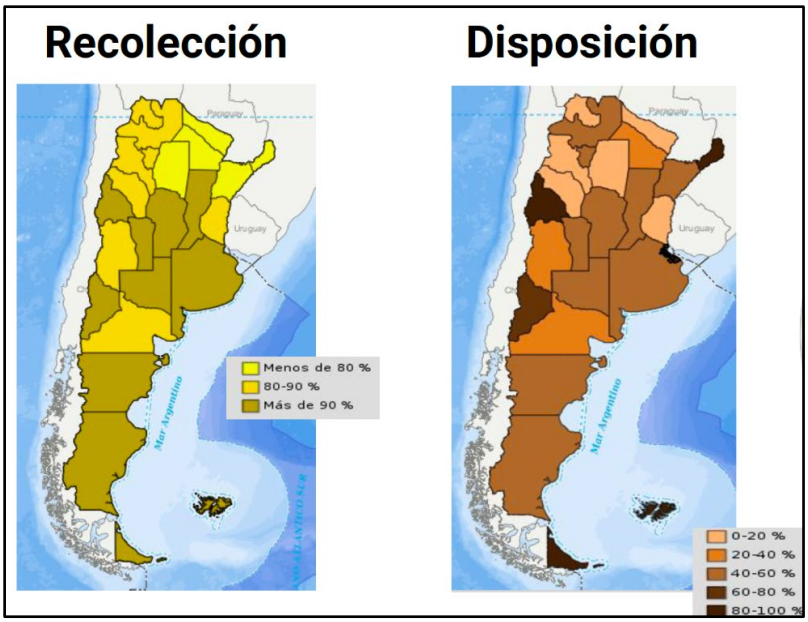


Fuente: Elaboración propia en base a datos de CEAMSE y Centro de Reciclaje CABA.

A nivel nacional, los porcentajes de recolección y disposición final representan el 80 % y el 61 % respectivamente[4] (Figura 3), considerando esta última como aquella disposición de residuos efectuada en rellenos sanitarios sin tomar en cuenta los vertederos controlados, los cuales contienen pocas medidas de control. En ese sentido, existe un 20 % de los hogares del país que no cuenta con un acceso al sistema de gestión de residuos, teniendo que efectuar la gestión por cuenta propia acercándolos a sitios de disposición temporal o final en basurales a cielo abierto.

Figura 3. Situación de la gestión de residuos en Argentina.

[4]https://studylib.es/doc/8490568/mapa-cr%C3%ADtico-nacional-en-gesti%C3%B3n-de-residuos-urbanos



Fuente: Mapa Crítico Nacional de Gestión de Residuos. Dirección Nacional de Gestión Integral de Residuos. MAyDS (2016).

A su vez, en Argentina se encuentran funcionando diferentes cooperativas[5] encargadas de la recuperación de diversas corrientes de residuos. Dentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires existe un total de 11 cooperativas, en el Área Metropolitana de Buenos Aires hay 50 y en la provincia de Buenos Aires funcionan 14.[6]

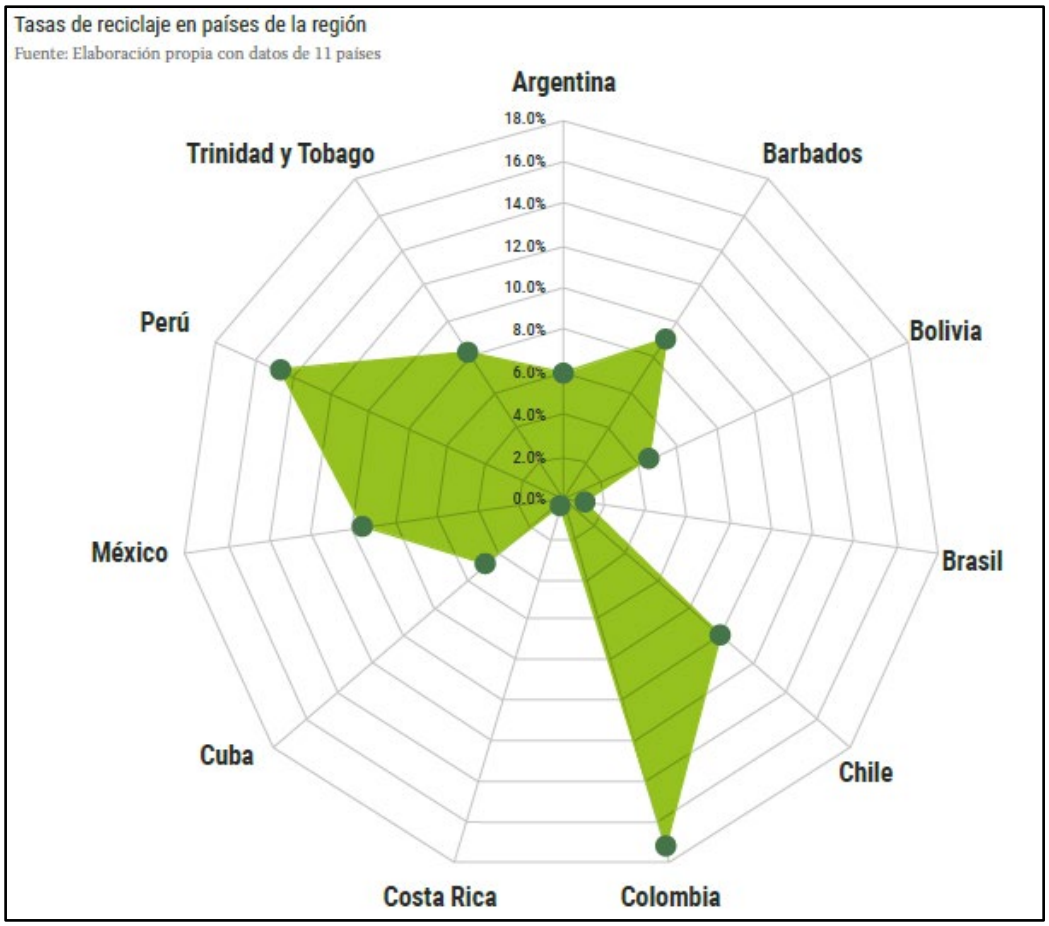
Según estimaciones de ONU Ambiente[7], Argentina al igual que algunos otros países de Latinoamérica cuenta con el indicador de la tasa de reciclaje total (formal e informal), cuyo valor representa un porcentaje del 6 % (Figura 4).

Figura 4. Tasa de reciclaje en países de Latinoamérica.

[5] Las cooperativas representan a las organizaciones que agrupan a los recuperadores de residuos sólidos urbanos formalizados.

[6] Fuente: FACCYR (Federación Argentina de Cartoneros, Carreros y Recicladores) https://faccyr.org.ar/en-buenos-aires y el Observatorio de Higiene Urbana de la Ciudad de Buenos Aires https://www.buenosaires.gob.ar/espaciopublicoehigieneurbana/higiene/observatorio.

[7] https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/26448?show=full



Fuente: ONU Medio Ambiente (2018). Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá.

Metodología utilizada para el análisis del presente estudio de impacto

Para el presente trabajo, se consideraron:

- Medidas mencionadas en el *Deliverable 4* que tomaron como criterios de selección el enfoque de EC y el ahorro y recuperación de materiales, junto con la posibilidad de que mediante su implementación se reduzcan las emisiones GEI asociadas. Dicho criterio también toma en cuenta aquellas medidas que ya se han implementado y siguen vigentes en la actualidad.
- Fuentes provenientes de organismos públicos como Ministerios, cámaras, instituciones académicas y empresas privadas, diferenciando dichas iniciativas en planes, programas, estrategias, normativas y acciones privadas, para este caso.
- Acciones que tuvieron como objetivos principales concientización o sensibilización educativa no fueron consideradas debido a que el presente trabajo se centra en la reducción de emisiones de GEI con impactos directos en la producción y gestión de los materiales prioritarios en términos cuantitativos.
- Representatividad de la información: ante la falta de datos nacionales fiables, se presentan los datos disponibles provistos por la Coordinación Ecológica Área

Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE). Particularmente los datos correspondientes a la planta de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) Norte III del Área Metropolitana de Buenos Aires (Anexo II). La misma no es representativa de todas las localidades del país, pero sí es significativa en cuanto al volumen de residuos sólidos urbanos procesados. Si bien el porcentaje de recuperación en TMB Norte III responde a distintas variables de mercado y logísticas se lo considera como referente dado que es el dato más sólido disponible. Teóricamente, en caso de contar con la información se deberían considerar los datos de volumen, composición y tratamiento de RSU por municipio (áreas rurales y urbanas) y por provincia para lograr un análisis más preciso y completo de la situación en cuestión. También deberían considerarse los volumenes procesados por las cooperativas y por el sector informal, y los datos de recolección del sistema de puntos verdes y campanas verdes[8], por ejemplo, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Independientemente de los datos de todo el sistema de la gestión integral de RSU en Argentina y sus parámetros asociados, para este informe se considera la mejor información oficial disponible a la actualidad que es la presente en el Informe del Estado del Ambiente (IEA)[9]. El mismo, recopila las estadísticas oficiales generadas por el Estado nacional y complementadas por una multiplicidad de fuentes de orden internacional, nacional, provincial y municipal, del sector privado, académico y de la sociedad civil, entre otras. Este Informe se presenta desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el marco de la Ley General del Ambiente n.º 25675 de manera anual desde 2012 y consta de distintos capítulos como Suelos, Bosques, Minería, Agricultura y Residuos.

Análisis cualitativo de impactos según políticas de Economía Circular en Argentina

En la Tabla 1 se consideraron las políticas de EC en su conjunto, su vinculación a las distintas corrientes de desechos y su impacto en las categorías del Inventario Nacional de GEI (INGEI). A su vez, se identificaron los Objetivos de Desarrollo Sostenibles mayormente asociados a las políticas en cuestión.

También se determinaron en cada corriente de materiales, las emisiones ahorradas de GEI mediante la utilización del valor total en toneladas de cada material recuperado para el año más reciente como dato de actividad, multiplicándolo por un Factor de Emisión de producción considerando las Directrices revisadas del año 1996 y 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC.
Para esta estimación de emisiones, se analizaron también otras metodologías de cálculo como por ejemplo *AMS Small-scale Methodology: Recovery and recycling of materials from solid wastes,* utilizada únicamente en el caso de los materiales orgánicos. Sin embargo, en la

[8] https://ciudadverde.gob.ar/
[9] https://informe.ambiente.gob.ar/

mayoría de los casos se respetó la metodología de cálculo de emisiones del sistema del Inventario Nacional de GEI de Argentina, mencionada anteriormente.

Para el análisis cualitativo respecto de los impactos generados a partir de la implementación de dichas medidas, se establecieron los beneficios generales en términos ambientales, sociales y económicos dentro del ciclo de vida de los materiales en cuestión.

Tabla 1. Análisis cualitativo de impactos según políticas de Economía Circular en Argentina.

Medida de mitigación basada en EC	Corrientes de residuos impactadas por la medida						Observaciones	Objetivo de Desarrollo Sostenible asociado a estas medidas
Ámbito público	Plásticos	Papel y cartón	Cemento y caucho	Materiales orgánicos [10]	Metales	Vidrio		
Recuperación de plástico: Ahorro de materiales fósiles (materia prima y combustible) y emisiones GEI de proceso por recuperación y reciclado de plásticos (PANIyCC, 2018).	X						**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 4A- Eliminación de residuos sólidos	

[10] Se consideran materiales orgánicos a todos aquellos que poseen cantidades de carbono degradable orgánico (DOC) y de carbono fósil generados en hogares, oficinas, tiendas, mercados, restaurantes, instituciones públicas, instalaciones industriales, obras en construcción y demolición y actividades agrícolas. No se consideran los fangos de tratamiento de aguas servidas (IPCC, 2006. Volumen 5: Desechos).

Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. Reciclaje mecánico y reciclaje químico (ex - Ministerio de Salud y Ambiente). Año de comienzo de la medida: 2005.	X	X	X	X	X	X	**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 2A3 – Producción de vidrio 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B - Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Plan Federal de Erradicación de Basurales a Cielo Abierto. Recuperadores urbanos. (MAyDS,2020):	X	X	X	X	X	X	**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción	

Promueve el cierre de los basurales a cielo abierto para evitar la disposición final de los residuos en ellos y tratarlos de una forma más eficiente, diferenciada y sostenible mediante su valoración junto con la adquisición de nuevos equipamientos de protección para los recuperadores urbanos. Con esta medida, la mejora respecto de la recuperación de residuos es proyectada hacia al futuro y al ser de implementación reciente, no existe información sobre períodos anteriores.							2A1 – Producción de cemento 2A3 – Producción de vidrio 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B – Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Programas específicos para la valorización de ciertas corrientes de residuos (MAyDS): Se consideran materiales como cartuchos, RAEEs,	X				X		**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción	

redes de pesca, entre otras. Para la valorización de los RAEEs, se creó en el 2016 el programa de Reutilización Eficiente de Hardware Tecnológicamente Obsoleto (REHTO) con el cual se creó el Centro de Pretratamiento de Aparatos Eléctrico y Electrónicos (CePRAEE) en la ciudad de Tandil (provincia de Buenos Aires).[11] Para la valorización de plásticos existe una iniciativa en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para la recolección de botellas de plástico PET rellenas de plásticos destinadas a la creación de madera plástica para mobiliario urbano[12].							2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 4A- Eliminación de residuos sólidos	

[11] https://www.tandil.gov.ar/novedades/11456/EN-TANDIL-SE-RECUPERAN-CUARENTA-TONELADAS-DE-BASURA-ELECTRONICA-POR-ANO.html
[12] https://www.buenosaires.gob.ar/espaciopublicoehigieneurbana/noticias/botellas-de-amor-ya-se-pueden-entregar-en-los-puntos-verdes-de-la-ciudad

Resolución 407/2019 de "Manejo racional de plásticos en todo su ciclo de vida" de la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS): Pretende evitar el avance de la contaminación de los cuerpos de agua debido a la existencia de residuos plásticos y microplásticos, considerando el uso y consumo responsable, junto con su gestión integral.	X						**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 4A- Eliminación de residuos sólidos	
Ley Nº 27279/16 de Presupuestos mínimos de Protección Ambiental para la Gestión de Envases Vacíos de Fitosanitarios: Establece los presupuestos mínimos de protección	X						**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol	

ambiental para la gestión de envases vacíos de fitosanitarios, considerando la toxicidad del producto que contuvieron junto con la gestión condicionada y diferenciada. Decreto 134/2018 de Productos Fitosanitarios: Reglamenta a la Ley º 27279/16.							4A- Eliminación de residuos sólidos	
Recuperación de papel: Ahorro de combustible y emisiones de proceso por recuperación de papel (PANIyCC, 2018).		**X**					**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B1 – Tierras forestales 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Presupuestos Mínimos para la Gestión Ambiental de Envases (Expte. #	**X**	**X**			**X**	**X**	**Categoría INGEI impactada:**	

969/20) consiste en la realización de una adecuada gestión ambiental de envases y envases post consumo considerando las actividades de reducción, recolección, transporte, valorización, tratamiento y disposición de los mismos con el fin de prevenir y minimizar los impactos ambientales.							1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A3 – Producción de vidrio 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B1 – Tierras forestales 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Estrategias para incrementar y promover la separación en origen: Fomentación de separación de residuos desde los hogares o sitios generadores (DNSyPQ, 2020).	X	X	X	X	X	X	**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 2A3 – Producción de vidrio	

							2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B – Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Decreto 148/20 de "Residuos Peligrosos" que deroga el Decreto N° 591/2019 de la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable: Busca promover una gestión integral de los residuos en el marco de una economía circular.	X		X	X	X		**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero	

							2C3 – Producción de aluminio 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Ley Nacional Nº 25916/2004 de Gestión de Residuos Domiciliarios: Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios.	X	X	X	X	X	X	**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 2A3 – Producción de vidrio 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B – Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	

Combustibles alternativos en industria cementera: Empleo de residuos orgánicos con contenido calorífico tal, que pueden ser empleados en reemplazo parcial de combustibles tradicionales en el proceso de fabricación de clinker portland. (PANIyCC, 2018).			X	X			**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Incremento de adiciones en la producción de cemento: Empleo de residuos/materiales cementicios suplementarios con capacidad hidráulica o filler calcáreo que pueden ser empleados en reemplazo parcial de clinker portland en el proceso de fabricación de cemento (PANIyCC, 2018).			X				**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento	

Recuperación de neumáticos: Ahorro de combustible y emisiones de proceso por recuperación de neumáticos fuera de uso. En este caso, al realizar dicha recuperación, se reemplaza el caucho virgen por el caucho recuperado para otros usos, efectuando una disminución en el uso de energía eléctrica y en las emisiones consecuentes de su generación (PANIyCC, 2018).			X				**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 4A- Eliminación de residuos sólidos	
Resolución 523/2013 de "Manejo Sustentable de Neumáticos" de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable: Establece los lineamientos para el desarrollo de una estrategia nacional			X				**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 4A- Eliminación de residuos sólidos	

sobre Manejo Sustentable de Neumáticos considerando su ciclo de vida, especialmente los Neumáticos de Desecho.								
Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad - Plan de Acción 2016-2020 (ENBPA, MAyDS): En ella se promueve la conservación de especies vegetales y animales; y los ecosistemas que habitan, junto con el uso racional de los recursos naturales.				X			**Categoría INGEI impactada:** 3B - Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Ley 27.454/2018 del "Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos (RPDA)" (MAyDS-MAGyP): Integrado como Programa de la red One Planet. Secretaría de Alimentos,				X			**Categoría INGEI impactada:** 3B - Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	

Bioeconomía y Desarrollo Regional y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.								
Programa Nacional para el Desarrollo de Parques Industriales (MDP): Considera la reducción de los costos por el reaprovechamiento de residuos, evitando su disposición. También tiene en cuenta el ecodiseño, la generación de subproductos industriales y el intercambio de materiales entre industrias, junto con la mejora en la eficiencia respecto del uso de materias primas.[13]	X	X	X	X	X	X	**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 2A3 – Producción de vidrio 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B – Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos	

[13] https://www.argentina.gob.ar/produccion/programa-nacional-de-parques-industriales

							4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos	
Proyecto de Recuperación y Valorización de Lacto Suero (SAyDS; MINAGRI; INTI, Fundación Green Cross; Q-Innova, 2018): Se lleva a cabo en PyMES de la cuenca láctea argentina.				X			**Categoría INGEI impactada:** 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos.	
Resolución 13/2018 "Comisión Nacional Asesora en Biomateriales (COBIOMAT)". Dirección Nacional de Biotecnología del Ministerio de Agroindustria, Secretaría de Alimentos y Bioeconomía (MAGyP): Considera el asesoramiento y la promoción respecto de la materia prima renovable de origen agroindustrial para				X			**Categoría INGEI impactada:** 3B - Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos	

determinados usos.								
Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa (PROBIOMASA). Secretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional, (MAGyP y Ministerio de Economía, UTF/ARG/020/ARG): Este proyecto implicó un acuerdo entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Proyecto para la Promoción de la Energía Derivada de Biomasa (PROBIOMASA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) donde su objetivo fue evaluar la factibilidad técnica y económica de la aplicación de subproductos o productos residuales				X			**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 3B – Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos	

derivados de la producción de biogás como fertilizantes para los cultivos y mejoradores de la calidad del suelo.								
Recuperación de chatarra ferrosa (PANIyCC, 2018): Ahorro de combustible y emisiones de proceso por recuperación de chatarra ferrosa.					X		**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2C1 – Producción de hierro y acero 4A- Eliminación de residuos sólidos	
Recuperación de aluminio (PANIyCC, 2018): Ahorro de combustible y emisiones de proceso por recuperación de aluminio.					X		**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2C3 – Producción de aluminio 4A- Eliminación de residuos sólidos	

Decreto Nº 591/19 de "Residuos Peligrosos" respecto al uso de la chatarra ferrosa: Promueve el aprovechamiento integral de sustancias u objetos que obtenidos a partir de la valorización de los residuos y en arreglo a criterios técnicos y en condiciones ambientalmente adecuadas, dejan de ser considerados como tales y pueden ser destinados a un proceso productivo como insumo o materia prima, en reemplazo de recursos no renovables.					X		**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 4A- Eliminación de residuos sólidos	
Ley de Navegación N° 20.094: Los artículos 17 y 17 bis regulan los Buques y artefactos navales náufragos. El artículo 17 bis establece el procedimiento para la remoción,					X		**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2C1 – Producción de hierro y acero	

extracción, traslado, desguace o demolición.							4A- Eliminación de residuos sólidos	
Plan Federal de Erradicación de Basurales a Cielo Abierto. Recuperadores urbanos (MAyDS,2020): Promueve el cierre de los basurales a cielo abierto para evitar la disposición final de los residuos en ellos y tratarlos de una forma más eficiente, diferenciada y sostenible mediante su valoración junto con la adquisición de nuevos equipamientos de protección para los recuperadores urbanos.	X	X	X	X	X	X	**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 2A3 – Producción de vidrio 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B – Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos	
Compromisos privados								

Fomento de productos con material reciclado y el ecodiseño: Promoción del reciclaje y ecodiseño de materiales plásticos. Por ejemplo, mediante la cooperativa de trabajo "Creando Conciencia" (2005)[14].	X						**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 4A- Eliminación de residuos sólidos	
Programa de certificación de recicladores: Impulsado en 2016 por el INTI y CAIRPLAS[15] para fortalecer la calidad del material reciclado.	X						**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo. 2B8a – Producción de metanol 4A- Eliminación de residuos sólidos	

[14] www.creandoconciencia.com.ar

[15] Cámara de la Industria de Reciclados Plásticos. https://cairplas.org.ar/

Iniciativa privada de Certificación "Producto Yungas-Fibras Celulosas Alternativas (FCA)" del 2009[16]: Presenta apoyo del gobierno nacional. Con ella, el papel es elaborado a partir de fibras alternativas provenientes de bagazo de caña de azúcar. Incluye el reconocimiento de prácticas ambientales responsables dentro de todo el proceso productivo (AFCP).		X					**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B1 – Tierras forestales 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos	
Fortalecimiento del sector de recuperación y aumento en sus niveles de recuperación: Se pretende la regularización de la cadena de abastecimiento que incluya el rol de los intermediarios (DNSyPQ,2020).	X	X	X	X	X	X	**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 2A3 – Producción de vidrio 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo.	

[16] http://proyungas.org.ar/proyect/productoyungas/

							2B8a – Producción de metanol 2C1 – Producción de hierro y acero 2C3 – Producción de aluminio 2H1 – Industria de la pulpa y del papel 3B - Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos	
Proyecto "Línea 2 de L' Amalí" : Implica la sustitución de combustibles con derivados de residuos (combustible sólido recuperado o CSR) del sector cementero (Coprocesamiento y valorización energética de residuos) (Recycomb SAU).			X				**Categoría INGEI impactada:** 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 4A- Eliminación de residuos sólidos	
Utilización de residuos orgánicos o biomasa como combustible			X	X			**Categoría INGEI impactada:**	

(PANIyCC, 2018): Su objetivo es la generación de energía en cementeras.							1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 2A1 – Producción de cemento 3B - Tierras 4A- Eliminación de residuos sólidos 4B- Tratamiento biológico de los residuos sólidos	

Fuente: Elaboración propia.

Análisis cuantitativo de impactos en emisiones de GEI según políticas de Economía Circular en Argentina

Etapas del ciclo de vida de los plásticos que implican emisiones de GEI[17]

- **Proceso de craqueo:** Este proceso da como resultado la conversión de componentes de petróleo crudo o gas natural en monómeros de hidrocarburos como etileno y propileno.
- **Extrusión con fundición del plástico:** Los gránulos de plástico son cargados en una tolva y luego se introducen en una extrusora, la cual es una cámara larga calentada, por donde se mueven dichos materiales con la acción de un tornillo que gira continuamente. En ese sentido, el plástico se derrite debido a una combinación de calor del trabajo mecánico realizado y al metal caliente de la pared lateral de la máquina.
- **Moldeo por inyección, soplado o rotacional:** En el moldeo por inyección los gránulos de plástico se cargan desde una tolva a una cámara de calentamiento. Seguidamente, el tornillo de extrusión empuja el plástico a través de la cámara de calentamiento donde el material se ablanda a un estado fluido. El trabajo mecánico y las paredes laterales calientes derriten el plástico. Al final de la cámara, se le ejerce alta presión en un molde cerrado y enfriado. Con respecto al moldeo por soplado, se lleva a cabo junto con el moldeo por extrusión o inyección, donde se forma un tubo continuo semifundido de material termoplástico. Luego, se sujeta un molde enfriado alrededor del tubo y se sopla aire comprimido en el tubo para adaptarlo al interior del molde y solidificarlo en forma estirada. En el caso del moldeo rotacional, se utiliza un molde cerrado montado en una máquina capaz de girar en dos ejes simultáneamente. Los gránulos de plástico se colocan en el molde, que luego se calienta en un horno para así derretir el plástico. La rotación alrededor de ambos ejes distribuye el plástico fundido en una capa uniforme en el interior del molde hasta que la pieza se endurece por enfriamiento.
- **Proceso de pirólisis para calentamiento de plásticos recuperados:** mediante este proceso, se calientan los plásticos recuperados en ausencia o casi ausencia de oxígeno para descomponer las largas cadenas de polímeros en pequeñas moléculas.

Emisiones ahorradas de CO_2 en el ciclo de vida de los plásticos

Para el cálculo de las emisiones de CO_2 ahorradas para el ciclo de vida de los plásticos mediante la implementación de las medidas basadas en EC, se consideraron los valores recuperados de dos tipos de plástico: PET y PE (Tabla 2). En ese sentido, se tuvieron en cuenta

[17] American Chemistry Council: Lifecycle of a plastic product. https://plastics.americanchemistry.com/Lifecycle-of-a-Plastic-Product/

los factores de emisión compartidos por la Cámara de la Industria de Reciclados Plásticos (CAIRPLAS)[18] y utilizados dentro del PANIyCC (2018) (Tabla 3).

Tabla 2. Valores recuperados de plásticos PET y PE.

	PET	PE
Volumen recuperado (toneladas)	30.3	17.8

Fuente: CEMASE.

Tabla 3. Factores de emisión para plásticos (PET y PE) recuperados.

	PET	PE
Factor de emisión de producción virgen	2,537 kg de CO_2/toneladas de plástico PET	1,478 kg de CO_2/toneladas de plástico PE
Factor de emisión de producción reciclado	1,136 kg de CO_2/toneladas de plástico PET	609 kg de CO_2/toneladas de plástico PE
Factor de emisión para plásticos recuperados	**1,401 kg de CO_2/toneladas de plástico PET**	**869 kg de CO_2/toneladas de plástico PE**

Fuente: Datos extraídos de CAIRPLAS, 2018.

Tabla 4. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de plásticos.

Plásticos recuperados en el año 2020	**Factor de emisión de plásticos**	**Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de plásticos**
30.3 toneladas de plásticos PET	1,401 kg de CO_2/toneladas de plásticos PET	30.3 toneladas de plásticos recuperados x 1,401 kg de CO_2/toneladas de plásticos PET = **42.4 toneladas de CO_2**
17.8 toneladas de plásticos PE	869 kg de CO_2/toneladas de plásticos PE	17.8 toneladas de plásticos recuperados x 869 kg de CO_2/toneladas de plásticos PE = **15.4 toneladas de CO_2**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE y CAIRPLAS.

[18] Cámara de la Industria de Reciclados Plásticos. https://cairplas.org.ar/

Etapas del ciclo de vida del papel y cartón que implican emisiones de GEI[19]

- **Extracción de madera:** en este paso se lleva a cabo el aclareo o "thinning" de especies vegetales, mediante el uso de maquinarias específicas, donde se las extrae de la superficie terrestre.
- **Aserradero:** a través de este proceso, la madera es cortada en trozos por medio de determinadas máquinas, para su posterior procesamiento en la planta de celulosa.
- **Procesamiento para papel virgen:** dentro de la planta de celulosa se lleva a cabo el despulpado químico o el despulpado mecánico o semi-mecánico, que permite la desintegración en fibras. Aquí, un fraccionador separa la pulpa en dos fracciones, lo que permite tratar las fibras cortas y largas.
- **Procesamiento de papel recuperado:** en esta etapa se realiza el repulpado, la eliminación mecánica de impurezas sin destintado o con destintado. Este proceso de destintado consiste en acciones mecánicas y químicas, donde las partículas de tinta dispersas se separan de la suspensión de fibras mediante técnicas de flotación, y luego se efectúa un tratamiento de lodos de las mismas. Seguidamente, la espuma de tinta y los desechos se deshidratan por separado en una centrífuga o un equipo de tipo prensa de alambre hasta obtener un 50% de sustancia seca. Los lodos consecuentes del proceso de destintado se incineran o se depositan en vertederos.

  Para la eliminación de impurezas se pueden utilizar equipos tipo criba e hidrociclones como limpiadores de alta consistencia o limpiadores centrífugos. Los contaminantes detectados pueden ser piedras, piezas de metal, fragmentos de vidrio y plásticos; y minerales o tintas de impresión, que pueden dañar el equipo de maquinaria posterior. También existen otras impurezas que afectan el rendimiento óptico de las fibras recicladas y del papel que contiene fibra reciclada.

  El blanqueamiento de la fibra se efectúa con peróxido de hidrógeno o hidrosulfito. La pulpa preparada se almacena en cajas de mezcla donde se le añaden los aditivos necesarios y se ajusta la consistencia correcta de la fibra para la formación de la hoja en la máquina de papel.

  Cabe destacar que el papel recuperado y el papel virgen no tienen la misma calidad o funcionalidad. En ese sentido, se debe utilizar una masa mayor por unidad funcional, cuando el papel tiene un contenido alto de fibra reciclada, ya que las fibras se acortan al reciclarse (después de un máximo de seis o siete veces de reciclado). En este caso, se deben agregar nuevas fibras y más largas al sistema de papel para mantener la calidad. Cualquier ciclo de reciclaje da lugar a la necesidad de una determinada cantidad de papel virgen, que suele oscilar entre el 20% y casi el 100%

[19] European Environmental Agency (2005). Paper and cardboard-Recovery or disposal?: Review of life cycle assessment and cost-benefit analysis on the recovery and disposal of paper and cardboard. EEA Technical Report Nº 5. ISSN 1725-2237. 157 pp. https://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2006_5/download

Emisiones ahorradas de CO_2 en el ciclo de vida del papel y cartón

Para la estimación de las emisiones vinculadas al papel y cartón se estudiaron distintas fuentes internacionales de factores de emisión (EPA 2006 y BIR 2008)[20]. Sin embargo, para el cálculo de las emisiones de CO_2 ahorradas para el ciclo de vida del papel y cartón mediante la implementación de las medidas basadas en EC se consideró el valor total recuperado de estos materiales y se lo multiplicó por un factor de emisión de CO_2 según lo establecido en el PANIyCC (2018) y factores de emisiones para pastas celulósicas Kraft respecto de gases precursores; tanto NOx, CO, COVNM y SO_2, establecidos por defecto en las Directrices Revisadas del IPCC del año 1996. En ese sentido, se tuvo en cuenta el factor de emisión de gas natural (PANIyCC, 2018) respecto de la producción de papel mediante la alimentación del gas natural para su proceso de producción (56,1 tn CO_2/TJ)[21]. A su vez, se consideraron los mencionados factores de emisión para pastas celulósicas Kraft extraídos de las Guías Revisadas del IPCC 1996[22], cuyos valores son:

- **NOx:** 0,0015 toneladas de NOx/toneladas de pastas celulósicas Kraft.
- **CO:** 0,0056 toneladas de CO/toneladas de pastas celulósicas Kraft.
- **COVNM:** 0,0037 toneladas de COVNM/toneladas de pastas celulósicas Kraft.
- **SO_2:** 0,0070 toneladas de SO_2/toneladas de pastas celulósicas Kraft.

Tabla 5. Factores de emisión de gases precursores para la producción de papel.

TABLA 2-23
FACTORES DE EMISIÓN NO COMBUSTIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PULPA Y PAPEL
REDUCCIÓN A PULPA POR EL MÉTODO KRAFT
(KG/DE TONELADA DE PULPA DE PAPEL SECA)

Emisiones	Factor de Emisión (por defecto)	Factor de Emisión (gama de valores)
NO_x	1,5	0,017-1,5
COVDM	3,7	0,1-4,9
CO*	5,6	ND
SO_2	7	0,005-10

Ref: US EPA 1995,
ND = No disponible

Fuente: Directrices Refinadas del IPCC de 1996.

[20] https://asegre.com/clasificador-de-residuos-ler/huella-de-carbono/
[21] Consultado a técnico experto de la DNCC.
[22] https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/pdfiles/spnch2-3.pdf

Tabla 6. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de papel y cartón.

Papel y cartón recuperados en el año 2020	**Factores de emisión de CO_2 y de gases precursores para la producción de papel y cartón**	**Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de papel y cartón[23]**
24.4 toneladas de papel y cartón	56.1 toneladas de CO_2/TJ	(24.4 toneladas de papel y cartón recuperados x 550 kWh[24] (0.00198 TJ) x **56.1 toneladas de CO_2/TJ** = **2.7 toneladas de CO_2/TJ**
	0.0015 toneladas de NOx/toneladas de pastas celulósicas Kraft	24.4 toneladas de papel y cartón recuperados x 0.0015 toneladas de NOx/toneladas de pastas celulósicas Kraft = **0.0366 toneladas de NOx/toneladas de pastas celulósicas Kraft**
	0.0056 toneladas de CO/toneladas de pastas celulósicas Kraft	24.4 toneladas de papel y cartón recuperados x 0.0056 toneladas de CO/toneladas de pastas celulósicas Kraft = **0.1366 toneladas de CO/toneladas de pastas celulósicas Kraft**
	0.0037 toneladas COVNM/toneladas de pastas celulósicas Kraft	24.4 toneladas de papel y cartón recuperados x 0.0037 toneladas COVNM/toneladas de pastas celulósicas Kraft = **0.0902 toneladas de COVNM/toneladas de pastas celulósicas Kraft**
	0.0070 toneladas SO_2/toneladas de pastas celulósicas Kraft	24.4 toneladas de papel y cartón recuperados x 0.0070 toneladas SO_2/toneladas de

[23] Se consideraron para este análisis únicamente las emisiones de CO_2 asociadas al ahorro energético de la producción del material reciclado.

[24] Fuente consultada del Ministerio de Producción de la Nación (2018).

		pastas celulósicas Kraft = **0.170 toneladas de SO_2/toneladas de pastas celulósicas Kraft**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE, del PANIyCC (2018) y de las Directrices Refinadas de IPCC 1996.

Etapas del ciclo de vida del cemento que implican emisiones de GEI[25]

- **Extracción de materia prima de canteras:** en esta etapa se generan explotaciones a cielo abierto mediante la utilización de perforadoras y voladuras. El material que se extrae se carga en palas de gran capacidad, depositandolo en camiones que lo transportan hasta la planta de trituración. Los materiales extraídos son calizas, arcillas, pizarras, esquistos, etc. Los explosivos usados son a base de nitrato amónico y fuel oil o suspensiones de TNT, nitrato amónico y agua.
- **Trituración de arcillas y calizas:** mediante este proceso se reduce el tamaño del material a un tamaño final entre 0/46 mm. Este material triturado es transportado hasta el predio de la planta con una cinta transportadora y es depositado en un parque de almacenamiento de materias primas, donde se le efectúa un proceso de prehomogeneización.
- **Molienda y formación de harina:** las materias primas son conducidas a un molino y se las transforma en una sustancia de gran finura denominada “harina”, la cual alimentará posteriormente al horno. En esta etapa, se seleccionan las características químicas de la “harina” a obtener.
- **Precalcinación de mezcla en cámara de combustión para descarbonatación de carbonato de calcio:** la harina cruda se introduce en forma neumática a un intercambiador de calor por suspensión en contracorriente de gases. En la base del mismo contiene un sistema de precalcinación de mezcla, antes de la entrada al horno rotativo, donde se desarrollan las restantes reacciones físico-químicas para la formación del Clinker, que consiste en un producto intermedio que luego se muele finamente, junto con una pequeña proporción de sulfato de calcio (yeso (CaSO4 · 2H2O) o anhidrita (CaSO4)), en sistemas hidráulicos (típicamente portland) para elaborar el cemento.
- **Calentamiento de mezcla en horno rotativo para la generación de clinker:** este proceso se lleva a cabo en el horno rotativo, con una temperatura de 575 ºC a 890 ºC, para lograr la disociación del carbonato de calcio y otras reacciones en estado sólido con los componentes de la mezcla, la cual lleva a la formación de silicato dicálcico o belita. La disociación del carbonato de calcio es una reacción endotérmica, pero la formación de belita es exotérmica.
- **Molienda de clinker:** el clinker se transporta a la molienda de cemento, que se logra por medio de un molino de bolas o por una acción combinada de molienda mediante rodillos de presión, con separador neumático que permite obtener una alta superficie específica (Blaine). En esta etapa de molienda y mediante básculas automáticas, se

[25] https://www.afcp.org.ar/proceso-de-fabricacion

incorporan las adiciones según el tipo de cemento a elaborar. En Argentina existen fábricas que han agregado un sistema de premolienda antes del ingreso del clinker al molino de bolas, el cual permite una reducción considerable de energía eléctrica.

- **Utilización de material usado a partir de demoliciones, como materia prima para la producción de clinker:** en esta etapa se efectúa la trituración y separación de materiales, tales como madera y acero del cemento que ha sido demolido o utilizado, para ser incorporado nuevamente dentro de los hornos rotativos y generar clinker.

Emisiones ahorradas de CO_2 en el ciclo de vida del cemento y caucho

Para la determinación de las emisiones ahorradas de CO_2 respecto de la producción de cemento, se consideraron los valores de materiales orgánicos recuperados utilizados como insumo para combustible alternativo en las plantas cementeras (como reemplazo del gas natural). A ese valor, con un poder calorífico de 3,290 kcal[26] (asumiendo este valor de kcal de la cáscara de girasol como ejemplo de poder calorífico de la materia orgánica como combustible alternativo) se lo multiplicó por un factor de emisión de CO_2 de gas natural, equivalente a 56.1 toneladas de CO_2/TJ, según lo establecido en el PANIyCC (2018).

Tabla 7. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de materiales orgánicos para plantas cementeras.

Materiales orgánicos recuperados para uso en cementeras como combustible alternativo en el año 2020	**Factor de emisión del gas natural**	**Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de materiales orgánicos para uso en cementeras como combustible alternativo**
98,357,960 kg de materiales orgánicos x 3,290 kcal/kg de material orgánico = 93,297,688,400 kcal (390.35 TJ)	56.1 toneladas CO_2/TJ	390.35 TJ x 56.1 toneladas de CO_2/TJ = **21,898.6 toneladas CO_2.**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE, PANIyCC (2018) e INGEI (2016).

Etapas del ciclo de vida de los materiales orgánicos que implican emisiones de GEI

- **Tratamiento mecánico - biológico[27]:** en este proceso los residuos orgánicos se someten a operaciones mecánicas y biológicas con el fin de reducir el volumen sus volúmenes y estabilizarlos, permitiendo la reducción de las emisiones de gases de

[26] Datos utilizados en la categoría 1A – Actividades de quema de combustibles dentro del INGEI 2016 de la Argentina.

[27] IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5: Waste. Chapter 4: Biological Treatment of Solid Waste. 4.4 pp. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf

efecto invernadero en la disposición final. Es así que las operaciones mecánicas se encargan de separar el material de desecho en diferentes fracciones las cuales son sometidas a un tratamiento adicional, ya sea compostaje, digestión anaeróbica, combustión o reciclaje). Los desechos tratados de esta manera producirán hasta un 95 por ciento menos de CH_4 que los desechos sin tratar cuando se eliminan en vertederos[28]. Las emisiones de CH_4 y N_2O durante las diferentes fases del tratamiento dependen de las operaciones específicas y de la duración del tratamiento biológico (Binner, 2002).

- **Compostaje[29]:** este proceso se lleva a cabo con presencia de oxígeno, en hileras al aire libre o en recipientes, donde se efectúa la biodegradación de diferentes residuos sólidos orgánicos. En ese sentido, se origina una sustancia húmica que se puede utilizar como fertilizante, mejorador del suelo o constituyente de un sustrato de cultivo. Los olores y los gases de efecto invernadero, como por ejemplo el metano u óxido nitroso, pueden emitirse durante este proceso si no se gestionan bien.

Emisiones ahorradas de CO_2 en el ciclo de vida de los materiales orgánicos tras la implementación de medidas basadas en Economía Circular en Argentina:

Para la estimación de las emisiones de GEI ahorradas por el redireccionamiento de los materiales orgánicos y su tratamiento en plantas de compostaje, se consideró el método FOD (*First Order Decay*) o descomposición de primer orden a partir de la metodología AMS[30]. Esta metodología considera el volumen de material orgánico anual, un valor por default de descomposición (variable según el tipo de clima y asumiendo para la Argentina un clima "*Boreal/ temperate wet*"), un factor de corrección del modelo y el *Global Warming Potential* según SAR[31] del IPCC (Figura 5). La ecuación de esta metodología también considera un parámetro respecto a la fracción de CH_4 capturado y quemado. Dentro del alcance de este informe se asumió que no existe captura de CH_4 en el relleno sanitario, por lo que dicho parámetro, en este caso, equivale a cero.

Figura 5. Ecuación para la estimación de emisiones de la descomposición de la materia orgánica en rellenos sanitarios.

$$BE_{CH4,SWDS,y} = \varphi_y \times (1 - f_y) \times GWP_{CH4} \times \sum_{x=1}^{y} Default_{org,x} \times W_{org,x}$$

[28] IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5: Waste. Chapter 4: Biological Treatment of Solid Waste. 4.4 pp. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf

[29] European Environment Agency (2020). Bio-waste in Europe: Turning challenges into opportunities. EEA Report Nº 4. ISSN 1977-8449. Luxembourg. 1-51 pp. https://www.eea.europa.eu/publications/bio-waste-in-europe

[30] CDM Methodological tool 04 "Emissions from solid waste disposal sites". Appendix. Simplified Approaches. https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-04-v7.pdf

[31] Fuente Potencial de Calentamiento Global: Segundo Informe de Evaluación del IPCC (SAR, 1995).

Fuente: CDM Methodological tool 04 "Emissions from solid waste disposal sites". Appendix. Simplified Approaches. Pág. 23.

Tabla 8. Parámetros de la ecuación de CDM Methodological tool 04 y fuentes de información.

Parámetro	Valor	Unidad	Período	Fuente
φ_y	0.85	adimensional		Tabla 1 (App B, clima húmedo), pág. 13, CDM Methodological tool 04
f_y	-	adimensional		
GWP_{CH4}	21.00	tCO_2e/tCH_4		SAR, IPCC
$Default_{org,x=1}$	0.004905	$tCH_4/tRSU$	2018	Tabla 2 (x=1, región templada húmeda), pág. 23, CDM Methodological tool 04.
$Default_{org,x=2}$	0.004254	$tCH_4/tRSU$	2019	Tabla 2 (x=2, región templada húmeda), pág. 23, CDM Methodological tool 04
$Default_{org,x=3}$	0.003686	$tCH_4/tRSU$	2020	Tabla 2 (x=3, región templada húmeda), pág. 23, CDM Methodological tool 04.
$W_{org,x=1}$	214,200.24	tRSU	2018	CEAMSE
$W_{org,x=2}$	219,634.27	tRSU	2019	CEAMSE
$W_{org,x=3}$	195,531.86	tRSU	2020	CEAMSE
$BE_{CH4,SWDS,y}$	**48,296.87**	**tCO_2e**	2020	Total calculado

Fuente: Elaboración propia.

Para la estimación de las emisiones de GEI generadas en una planta de compostaje, se calcularon las emisiones de los gases CH_4 y N_2O. Para ello, se multiplicó el valor total de los materiales orgánicos recuperados por los factores de emisión tanto de CH_4 como de N_2O (Tabla 9) sobre la base de peso húmedo, los cuales son 4 g de CH_4/kg de desechos tratados (0,000004 toneladas) y 0,3 g de N_2O/kg de desechos tratados (0,0000003 toneladas), respectivamente (Tabla 10 y 11). Estos factores de emisión por defecto fueron considerados de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 9. Factores de emisión por defecto para las emisiones de CH_4 y N_2O del tratamiento biológico de desechos.

CUADRO 4.1
FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LAS EMISIONES DE CH_4 AND N_2O PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS DESECHOS

Tipo de tratamiento biológico	Factores de emisión de CH_4 (g de CH_4/kg. de desechos tratados)		Factores de emisión de N_2O (g de N_2O/kg. de desechos tratados)		Comentarios
	sobre la base de peso en seco	sobre la base de peso húmedo	sobre la base de peso en seco	sobre la base de peso húmedo	
Preparación de abono orgánico (*compost*)	10 (0,08 - 20)	4 (0,03 - 8)	0,6 (0,2 – 1,6)	0,3 (0,06 – 0,6)	Hipótesis sobre los desechos tratados: 25-50% DOC en la materia seca, 2% N en la materia seca, contenido de humedad 60%. Los factores de emisión para los desechos secos se estiman a partir de los factores para desechos húmedos bajo la hipótesis de un 60% de humedad en los desechos húmedos.
Digestión anaeróbica en las instalaciones de biogás	2 (0 - 20)	1 (0 - 8)	Se supone insignificante	Se supone insignificante	

Fuentes: Arnold, M. (2005) comunicación personal; Beck-Friis (2002); Detzel *et al.* (2003); Petersen *et al.* 1998; Hellebrand 1998; Hogg, D. (2002); Vesterinen (1996).

Fuente: Directrices del IPCC 2006. Volumen 5. Capítulo 4.

Tabla 10. Emisiones GEI (CH_4) emitidas en plantas de compostaje.

Materiales orgánicos recuperados en el año 2020	Factor de emisión de CH_4 de desechos orgánicos tratados	Emisiones GEI (CH_4) emitidas en plantas de compostaje
195,531.86 toneladas de materiales orgánicos	4 g de CH_4/kg de desechos tratados (0.000004 toneladas)	195,531.86 toneladas de materiales orgánicos recuperados x 4 g de CH_4/kg de desechos tratados (0.000004 toneladas) = **0.782 toneladas de CH_4**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE y de Directrices del IPCC 2006.

Tabla 11. Emisiones GEI (N_2O) emitidas en plantas de compostaje.

Materiales orgánicos recuperados en el año 2020	Factor de emisión de N_2O de desechos orgánicos tratados	Emisiones GEI (N_2O) emitidas en plantas de compostaje
195,531.86 toneladas de materiales orgánicos	0.3 g de N_2O/kg de desechos tratados (0.0000003 toneladas)	195,531.86 toneladas de materiales orgánicos recuperados 0.3 g de N_2O/kg de desechos tratados

		(0.0000003 toneladas) = **0.058 toneladas de N_2O**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE y de Directrices del IPCC 2006.

A los valores pertenecientes a las emisiones de CH_4 y N_2O de las plantas de compostaje, se los multiplicó por su potencial de calentamiento global (Tabla 12).

Tabla 12. Conversión a CO_2eq de emisiones de CH_4 y N_2O en plantas de compostaje.

Gas	GWP	CO_2eq
0.782 toneladas de CH_4	21	16.42 CO_2eq
0.058 toneladas de N_2O	310	17.98 CO_2eq
Total CO_2eq en plantas de compostaje		**34.4 CO_2eq**

Fuente Potencial de Calentamiento Global: Segundo Informe de Evaluación del IPCC (SAR, 1995).

El valor en CO_2eq de estas emisiones de compost permite estimar las emisiones ahorradas respecto de materiales orgánicos dispuestos en rellenos sanitarios (Tabla 13).

Tabla 13. Emisiones ahorradas de CO_2eq respecto de materiales orgánicos tras la implementación de las medidas de EC.

Emisiones de CO_2eq en rellenos sanitarios	Emisiones de CO_2eq en plantas de compostaje	Emisiones ahorradas de CO_2eq
48,296.87 toneladas CO_2eq	34.4 toneladas CO_2eq	48,296.87 toneladas CO_2eq – 34.4 toneladas CO_2eq = **48,262.46 toneladas CO_2eq**

Fuente: CDM Methodological tool 04 "Emissions from solid waste disposal sites"[32].

Etapas del ciclo de vida del acero que implican emisiones de GEI

- **Fundición del mineral de hierro dentro del alto horno de oxígeno básico[33]:** en este paso, el mineral de hierro se mezcla con material fundente y coque para ser fundido dentro de un alto horno y conformar un metal que se introduce dentro de un horno

[32] https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-04-v7.pdf

[33] Damagaard, A., Larsen, A.W. y Christensen, T.H. (2009). Recycling of metals: Accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Management and Research, vol 27(8). Departament Of Environmental Engineering. Technical University of Denmark. Kongens Lyngby, Denmark. 773-780 pp. https://www.researchgate.net/publication/26824787_Recycling_of_metals_Accounting_of_greenhouse_gases_and_global_warming_contributions

de oxígeno básico (basic oxygen furnace o BOF) donde se convierte en acero. El alto horno se calienta mediante el uso de estufas a 1100-1500º C y luego se fuerza el aire frío a través de las mismas creando así el alto calor debido al aire en expansión que alimenta al alto horno a una temperatura de 900 -1350º C (IPPC, 2008). En ese sentido, los óxidos de hierro y el coque reaccionan, y el metal fundido caliente y la escoria se extraen del fondo de dicho horno. La escoria es extraída mediante un skimmer. Luego el metal fundido se moldea o se envía a la producción de acero en cucharas torpedo o carros de transferencia.

- **Utilización de acero para fabricación de nuevos productos con previa fundición en horno de arco eléctrico[34]:** la chatarra de acero es precalentada con el gas de escape, generado en las últimas etapas de la producción, para conservar energía. A su vez, se puede agregar oxígeno a las primeras etapas de la fusión para acelerar el proceso. Cuando se alcanza la temperatura final, el acero licuado es vertido en un cucharón y se le añaden compuestos de aleación y desoxidantes. Seguidamente, este acero fundido es utilizado para generar un determinado producto.

Emisiones ahorradas de CO_2 en el ciclo de vida del acero tras la implementación de medidas basadas en Economía Circular en Argentina:

Para el cálculo de las emisiones de GEI ahorradas tras la implementación de medidas de EC respecto del acero como chatarra ferrosa, se multiplicó el valor total recuperado en toneladas de dicho material por un factor de emisión por defecto extraído de las Directrices IPCC de 2006 (Tabla 10). Considerando el mismo criterio que en el BUR 3 de Argentina, se tomó un factor de emisión para acero crudo equivalente a 135,5 toneladas de CO_2/miles de toneladas de acero crudo. Este factor se deriva considerando un 50% de horno básico de oxígeno (BOF por sus siglas en inglés) y 50% de horno de arco eléctrico (EAF por sus siglas en inglés).

Tabla 14. Factores de emisión de CO_2 por defecto para la producción de coque, hierro y acero.

[34]Damagaard, A., Larsen, A.W. y Christensen, T.H. (2009). Recycling of metals: Accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Management and Research, vol 27(8). Departament Of Environmental Engineering. Technical University of Denmark. Kongens Lyngby, Denmark. 773-780 pp. https://www.researchgate.net/publication/26824787_Recycling_of_metals_Accounting_of_greenhouse_gases_and_global_warming_contributions

Proceso	Factor de emisión	Fuente
Producción de sinterizado (tonelada de CO_2 por tonelada de sinterizado producido)	0,20	Producción de sinterizado: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) ***Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel*, diciembre de 2001, Cuadro 4.1, Página 29. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm**
Horno de coque (tonelada de CO_2 por tonelada de coque producido)	0,56	Producción de coque: **European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) *Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel*, diciembre de 2001, Cuadro 6.2, Página 122. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm**
Producción de hierro (tonelada de CO_2 por tonelada de arrabio producido)	1,35	**Producción de hierro: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) *Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel*, diciembre de 2001, Cuadro 7.2, Página 7.3. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm**
Producción de hierro reducido directo (tonelada de CO_2 por tonelada de DRI producido)	0,70	Producción de hierro reducido directo: **European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) *Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel*, diciembre de 2001, Cuadro 10.1, Página 322 y Cuadro 10.4, Página 331. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm**
Producción de pelets (tonelada de CO_2 por tonelada de pelets producido)	0,03	Producción de pelets: **European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) *Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel*, diciembre de 2001, Cuadro 5.1, Página 95. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm**

Método de fabricación de acero		
Horno básico de oxígeno (BOF) (tonelada de CO_2 por tonelada de acero producido)	1,46	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
Horno de arco eléctrico (EAF) (tonelada de CO_2 por tonelada de acero producido) **	0,08	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
Horno de solera (OHF) (tonelada de CO_2 por tonelada de acero producido)	1,72	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
Factor promedio global (65% BOF, 30% EAF, 5% OHF) (tonelada de CO_2 por tonelada de acero producido)	1,06	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)

Factor basado en datos internacionales de 2003, en los que los BOF daban cuenta de aproximadamente un 63 por ciento de la producción de acero al nivel mundial y los EAF de un 33 por ciento; los AHF daban cuenta del 4 por ciento restante, pero en la actualidad éste está disminuyendo.

** El factor de emisión para la fabricación de acero en EAF no incluye las emisiones de la producción de hierro. Los factores de emisión para la fabricación de acero en BOF y OHF sí incluyen las emisiones de la producción de hierro en altos hornos.

Nótese que en este cuadro, el factor de emisión de CO_2 para la fabricación de acero en EAF se basa en la producción de acero a partir de chatarra metálica y, por lo tanto, el factor de emisión EAF no da cuenta de ninguna emisión de CO_2 proveniente de la fabricación de hierro en alto horno. Por esto, el factor de emisión de CO_2 de Nivel 1 para los EAF indicado aquí, no es aplicable a los EAF que usan arrabio como materia prima.

Fuente: Directrices del IPCC 2006. Volumen 3. Capítulo 4.

Tabla 15. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de chatarra ferrosa.

Chatarra ferrosa recuperada en el año 2020	Factor de emisión de CO_2 de hierro y acero	Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de chatarra ferrosa
793.2 toneladas de chatarra ferrosa (0.793 miles de toneladas de chatarra ferrosa)	135.5 toneladas de CO_2/miles de toneladas de acero crudo producido.	0.793 miles toneladas de chatarra ferrosa recuperada x 135.5 toneladas de CO_2/miles de toneladas de acero crudo producido = **107.47 toneladas de CO_2**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE y de Directrices del IPCC 2006.

Etapas del ciclo de vida del vidrio que implican emisiones de GEI[35]

- **Precalentamiento del aire de combustión, fundición y fusión de materiales en horno regenerativo con producción de oxígeno:** en esta etapa las materias primas se fusionan a alta temperatura en un horno de fusión a temperaturas que oscilan entre 1300°C y 1650°C (la temperatura de la llama alcanza más de 2000°C). Los hornos son generalmente recipientes grandes, poco profundos y bien aislados, que se calientan mediante la quema de combustibles fósiles desde la parte superior. Para lograr una mayor eficiencia energética y una temperatura de llama más alta, el aire de combustión es precalentado. Estos hornos utilizan gas natural y/o aceite como combustible, debido a que el uso de hulla o lignito generaría una importación de ceniza fundida en la fase de vidrio, y conduciría a una menor calidad del producto. El horno mayormente utilizado en la producción de vidrio plano es de combustión cruzada con precalentamiento regenerativo y funcionamiento continuo. En la producción de vidrio para envases, se utilizan principalmente hornos de calentamiento regenerativo (Abraham *et al.*,1997). Se puede incluir calentamiento eléctrico adicional.
- **Recocido o tratamiento térmico:** este proceso se efectúa para eliminar las tensiones internas inducidas térmicamente en los productos de vidrio, a través de un tratamiento térmico.

[35]European Environment Agency. (2019). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. Mineral products: Glass production. 1-27 pp. https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/2-industrial-processes/2-a-mineral-products/2-a-3-glass-production/view

Emisiones ahorradas de CO_2 en el ciclo de vida del vidrio tras la implementación de medidas basadas en Economía Circular en Argentina:

Para la estimación de las emisiones de GEI generadas tras la implementación de las medidas de EC en el ciclo de vida del vidrio, se multiplicó el valor total recuperado de dicho material para el año 2017 por el factor de emisión por defecto extraído de las Directrices de IPCC de 2006, el cual tiene un valor de 0,20 toneladas de CO_2/toneladas de vidrio producido, según la ecuación 2.13 expresada en las Directrices mencionadas.

Figura 6. Factor de emisión para la producción de vidrio.

ECUACIÓN 2.13
NIVEL 1: FACTOR DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LA PRODUCCIÓN DE VIDRIO

$$EF = 0{,}167 / 0{,}84 = 0{,}20 \text{ toneladas de } CO_2 \text{ / toneladas de vidrio}$$

Fuente: Directrices de IPCC de 2006. Volumen 3. Capítulo 2.

Tabla 16. Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de vidrio.

Vidrio recuperado en el año 2017	**Factor de emisión de CO_2 de vidrio**	**Emisiones GEI ahorradas tras la recuperación de vidrio**
1,715.14 toneladas de vidrio	0.20 toneladas de CO_2/toneladas de vidrio	1,715.14 toneladas de vidrio recuperada x 0.20 toneladas de CO_2/toneladas de vidrio = **343.02 toneladas de CO_2**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE y de Directrices del IPCC 2006.

Tabla 17. Emisiones de GEI ahorradas tras la implementación de las medidas de Economía Circular en Argentina.

Emisiones de GEI tras la implementación de las medidas de Economía Circular para cada corriente de materiales prioritarios en Argentina	
Material	**Emisiones de GEI[36]**

[36] Las emisiones de GEI corresponden a aquellas ahorradas en los procesos industriales en cada caso, así también como al ahorro de combustible para uso energético.

Plásticos	42.4 toneladas CO_2 (a partir de la recuperación de plásticos PET) 15.4 toneladas CO_2 (a partir de la recuperación de plásticos PE)
Papel y cartón	2.7 toneladas de CO_2/TJ 0.0366 toneladas de NOx/toneladas de pastas celulósicas Kraft 0.1366 toneladas de CO/toneladas de pastas celulósicas Kraft 0.0902 toneladas de COVNM/toneladas de pastas celulósicas Kraft 0.170 toneladas de SO_2/toneladas de pastas celulósicas Kraft
Cemento	21,898.6 toneladas CO_2 (a partir de la recuperación de materiales orgánicos)
Materiales orgánicos	48,262.46 toneladas CO_2eq
Chatarra ferrosa	107.47 toneladas de CO_2
Vidrio	343.02 toneladas de CO_2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE y de las Directrices del IPCC de 1996 y 2006.

Beneficios asociados por la implementación de las medidas de Economía Circular en Argentina

Los beneficios ambientales, sociales y económicos respecto de las medidas de EC en el ciclo de vida de los materiales prioritarios dentro del presente trabajo son[37][38]:

Beneficios ambientales:

- Preservación de los recursos no renovables.
- Reducción del consumo de gas o petróleo como insumos energéticos en los procesos productivos y en el transporte de materias primas, posibilitando el ahorro de energía.

[37] https://www.ancefn.org.ar/user/FILES/PUBLICACIONES/LOS%20RESIDUOS%20WEB.pdf
[38] https://cairplas.org.ar/reciclado-y-medio-ambiente/

- Disminución de los volúmenes de residuos generados y su valorización que implica una menor probabilidad de su disposición final en rellenos sanitarios o basurales a cielo abierto.
- Menor proliferación de vectores de enfermedades y contaminación ambiental debido al cierre de basurales a cielo abierto.
- Disminución de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera.
- Reducción del daño en los ecosistemas debido a la explotación de recursos.
- Prolongación en la vida de los materiales mediante técnicas de ecodiseño y aprovechamiento de los mismos para otros usos.

Beneficios sociales:

- Generación de mano de obra directa capacitada para las industrias recicladoras.
- Creación de nuevos empleos respecto del transporte, limpieza y otro tipo de servicios.
- Incremento de los recuperadores urbanos, cooperativas y empresas de reciclaje.
- Aumento de la calidad de vida tanto de los trabajadores como de la sociedad.
- Cambios positivos y sustentables en los patrones de consumo de la ciudadanía e industrias.
- Mayor concientización respecto de la gestión de residuos y las cuestiones ambientales asociadas.
- Incremento de buenas prácticas dentro de los hogares y en diversas instituciones públicas y privadas.

Beneficios económicos:

- Valorización económica de los residuos como productos con posibilidades de ingresar al mercado de consumo y exportación de los mismos.
- Reducción en las importaciones de materiales vírgenes, implicando un menor costo respecto del transporte de cargas y contrataciones empresariales.
- Sustitución de materias primas generadas localmente por industrias recicladoras. Posibilidad de exportar polímeros reciclados.

Experiencias previas de análisis de costos de la implementación de las medidas de Economía Circular en Argentina

La proyección de los costos asociados a cada nueva medida de EC implica la consideración de distintas variables: cambios en la maquinaria industrial, nuevos establecimientos de recuperación de materiales, equipamiento y material de difusión, costos de mantenimiento, operación y nuevas necesidades de inversión, etc. Distintas publicaciones han considerado estas cuestiones económicas en su análisis de costos.

Una de ellas, “Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe” (UNEP, 2018)[39], presenta una matriz económica y financiera realizada en la Argentina por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. El informe analiza las tendencias actuales y propone un conjunto de acciones en torno a una eficiente gestión de residuos de manera que permita la transición hacia un modelo de EC. El documento responde a la solicitud del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, así como de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, de disponer de una guía para el diseño de posibles políticas y programas en el área de la gestión de residuos. El caso de estudio #18 considera la matriz de análisis para GIRSU, con el objetivo de que los municipios conozcan el costo real de la gestión de sus residuos y puedan en consecuencia, adaptar su estructura tributaria de cobro del servicio. El fin es brindar una herramienta útil para los gobiernos locales desde un punto de vista integral y considerando indicadores de eficiencia.

Figura 7. Matriz económica y financiera para el cálculo de costos de la gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) en la Argentina.

[39] https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/26448?show=full

Estudio de caso 18

Matriz económica y financiera para calcular los costos de la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Argentina

Tomado del documento Matriz económica y financiera para calcular los costos de la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Argentina, *anexo al Cuestionario de país (Argentina)*

Ante la necesidad de que los municipios en Argentina conozcan el costo real de la gestión de residuos, de manera que puedan adecuar su estructura tributaria de cobro del servicio a las verdaderas necesidades de recursos para cubrir los costos de mantenimiento, operación y nuevas necesidades de inversión, en el año 2011, la Unidad Ejecutora GIRSU desarrolló la "Matriz Económico-Financiera GIRSU", con financiamiento externo de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS). Esta matriz

es una herramienta informática (hoja de cálculo) que permite calcular el costo de la gestión de residuos desde un punto de vista integral y obtener indicadores de eficiencia.

A través de talleres de capacitación que se realizan en las diferentes provincias, se presenta la herramienta a los municipios, se comparten experiencias de gestión, se analizan diferentes indicadores de eficiencia a partir de la estimación de los costos y se evalúa la tendencia hacia una visión "integral" en la gestión de estos. A estos talleres se convoca a los representantes de diferentes áreas municipales, tales como hacienda/finanzas, medioambiente y servicios públicos, con el objeto de que trabajen juntos en la elaboración de sus indicadores e incorporen el concepto de "transversalidad" a la gestión integral de residuos.

La herramienta divide la gestión integral de residuos de cada municipio en fases: disposición final, barrido y limpieza, residuos de poda y áreas verdes, recolección, transferencia, transporte, recuperación y venta de materiales, compostaje, entre otros; y para cada fase la herramienta permite calcular los costos de las diferentes actividades/programas según su categoría (*v.gr.*, personal, bienes de capital y bienes de consumo), releva información de generación de residuos, poblacional, financiera-contable, entre otros, y permite obtener y analizar indicadores de eficiencia.

Fuente: UNEP, 2018. Extraído de: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/26448?show=full

Otra referencia para el análisis de costos en este caso particularmente para el caso de plásticos es la publicación "Los residuos que generamos. Su manejo sustentable, un gran desafío" (ANCEFN, 2019)[40]. El mismo considera ciertas variables en su análisis tal como Ahorro de energía de proceso / Ahorro de materia prima fósil / Generación de divisas / Reducción de importaciones / Aumento de exportaciones (PET), entre otras.

[40] https://www.ancefn.org.ar/user/FILES/PUBLICACIONES/LOS%20RESIDUOS%20WEB.pdf

PASOS A SEGUIR

Teniendo en cuenta las futuras actividades de este componente, se considerarán las medidas de mitigación planteadas en el Deliverable #4 y analizadas en este Deliverable #5. Se tomarán como referencia los casos bajo estudio identificados en los Deliverables #1 y #2, los ciclos de vida de los materiales analizados a nivel internacional y nacional, las etapas productivas que implican emisiones GEI y los impactos de la implementación de dichas medidas de EC. A partir de las actividades pendientes del actual plan de trabajo y las necesidades identificadas hasta el momento, los pasos a seguir son:

- 1.4.1: Identificar las condiciones propicias para mejorar la implementación de las medidas seleccionadas en Argentina y la propuesta de puntos de referencia para las medidas. Los puntos de referencia deben basarse en experiencias de países latinoamericanos, si están disponibles.
- 1.4.2: Identificar vínculos transversales y oportunidades entre los resultados de este Resultado # 1 y los Planes de Mitigación disponibles en Argentina a nivel nacional y subnacional.

Estas actividades están vinculadas a la realización del próximo Deliverable #6: "*Proposal for the implementation of the selected measures including benchmarks*", el cual consiste en la redacción de la propuesta para la implementación de las medidas basadas en EC, identificadas y analizadas en los Deliverables anteriores (#4 y #5).

INFORMACIÓN DE RESPALDO

- Abraham, D., Quirk, R., De Reydellet, A., Scalet, B. M. and Tackels, G. (1997). *Personal communication.*
- Asociación de Empresas Gestoras de Residuos y Recursos Especiales (ASEGRE). *Huella de Carbono. Herramienta de cálculo.* Página web: https://asegre.com/clasificador-de-residuos-ler/huella-de-carbono/
- Asociación de Fabricantes de Cemento Portland (AFCP). *Proceso de Fabricación*. Página web: https://www.afcp.org.ar/proceso-de-fabricacion
- American Chemistry Council: *Lifecycle of a plastic product.* https://plastics.americanchemistry.com/Lifecycle-of-a-Plastic-Product/
- Binner, E. (2002). *The impact of Mechanical-Biological Pretreatment on the Landfill Behaviour of Solid Wastes.* Workshop Biowaste. Brussels, 8-10.04.2002. 16 pp.
- Buenos Aires Ciudad. (2021). *Botellas de Amor: se pueden entregar en los Puntos Verdes de la Ciudad*. Ministerio de Espacio Público e Higiene Urbana de la Ciudad.
- CAIPLAS. Cámara de la Industria de Reciclados Plásticos. *Reciclado y Medio Ambiente.* Página web: https://cairplas.org.ar/reciclado-y-medio-ambiente/
- Ciudad Verde. Buenos Aires Ciudad. Página web: https://ciudadverde.gob.ar/
- Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE). Página web: https://www.ceamse.gov.ar/
- Damagaard, A., Larsen, A.W. y Christensen, T.H. (2009). *Recycling of metals: Accounting of greenhouse gases and global warming contributions.* Waste Management and Research, vol 27(8). Departament Of Environmental Engineering. Technical University of Denmark. Kongens Lyngby, Denmark. 773-780 pp. https://www.researchgate.net/publication/26824787_Recycling_of_metals_Accounting_of_greenhouse_gases_and_global_warming_contributions
- DNSyPQ (2020). *Mesas de Economía Circular*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.
- European Environmental Agency (2005). *Paper and cardboard-Recovery or disposal?: Review of life cycle assessment and cost-benefit analysis on the recovery and disposal of paper and cardboard.* EEA Technical Report Nº 5. ISSN 1725-2237. 157 pp. https://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2006_5/download
- European Environment Agency. (2019). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. Mineral products: Glass production.* 1-27 pp. https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/2-industrial-processes/2-a-mineral-products/2-a-3-glass-production/view
- European Environment Agency (2020). *Bio-waste in Europe: Turning challenges into opportunities.* EEA Report Nº 4. ISSN 1977-8449. Luxembourg. 1-51 pp. https://www.eea.europa.eu/publications/bio-waste-in-europe
- Federación Argentina de Cartoneros, Carreros y Recicladores (FACyR). Página web: https://faccyr.org.ar/federacion/
- Fundación Proyungas. *Proyecto de Productos Yungas*. Página web: http://proyungas.org.ar/proyect/productoyungas/

- IPCC (1996). *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Versión revisada en 1996. Procesos Industriales.* Libro de trabajo. Volumen 2. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC). Página 2.41.
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.Programa de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC. Volumen 3. Procesos Industriales y Uso de Productos*. IGES, Japón.
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.Programa de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC. Volumen 5. Desechos.* IGES, Japón.
- IPCC (2008). *Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Iron and Steel.* Draft February 2008. European IPPC Bureau, Seville, Spain.
- Lab Ciudadano. *Resultados parciales*. Página web: https://www.labciudadano.net/inicio
- MAyDS. (2016). *Mapa Crítico Nacional de Gestión de Residuos.* Dirección Nacional de Gestión Integral de Residuos. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. República Argentina.
- MAyDS. (2020). *Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional de la República Argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República Argentina.
- Municipio de Tandil. *En Tandil se recuperan cuarenta toneladas de basura electrónica por año*. Página web: https://www.tandil.gov.ar/novedades/11456/EN-TANDIL-SE-RECUPERAN-CUARENTA-TONELADAS-DE-BASURA-ELECTRONICA-POR-ANO.html
- Naciones Unidas. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Página web: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/
- Observatorio de Higiene Urbana de la Ciudad de Buenos Aires. Página web: https://www.buenosaires.gob.ar/espaciopublicoehigieneurbana/higiene/observatorio
- ONU Medio Ambiente. (2018). *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/26448?show=full
- PANIyCC. (2018). *Plan de Acción Nacional de Industria y Cambio Climático*. Ministerio de Producción y Trabajo. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. República Argentina.
- Pérez, T. (2019). *Los residuos que generamos. Su manejo sustentable, un gran desafío*. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Página 16. https://www.ancefn.org.ar/user/FILES/PUBLICACIONES/LOS%20RESIDUOS%20WEB.pdf
- Programa Nacional para el Desarrollo de Parques Industriales. Ministerio de Desarrollo Productivo. República Argentina. Página web:

https://www.argentina.gob.ar/produccion/programa-nacional-de-parques-industriales

- SGAyDS (2019). *Informe Nacional de Inventario del Tercer Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Argentina.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2019). Informe de Gestión de Biogás. *Proyecto de Aprovechamiento de Biogás de RSU – GEF ARG/16/G23*. Página web: https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ARG/Informe%20Gesti%C3%B3n%20Biogas%2019.12.19.pdf

ACRÓNIMOS

AGSOUT	Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra
ANCEFN	Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
CEAMSE	Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
DNCC	Dirección Nacional de Cambio Climático
EC	Economía Circular
EEA	Agencia Europea del Medio Ambiente / European Environment Agency
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GNCC	Gabinete Nacional de Cambio Climático
IBA	Informes Bienales de Actualización
ICAT	Iniciativa para la Transparencia de la Acción Climática / Initiative for Climate Action Transparency
INGEI	Inventario Nacional de emisiones de Gases de Efecto Invernadero
ISPRA	Instituto Superior de Protección e investigación ambiental / Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MAyDS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
$MtCO_2e$	Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional / Nationally Determined Contribution
PANIyCC	Plan de Acción Nacional de Industria y Cambio Climático
PNAyMCC	Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático
PIUP	Procesos Industriales y Uso de Productos
UNEP/DTU	United Nations Environment Programme / Technical University of Denmark

ANEXO I

Deliverable Nº 5

Report with an estimation of impacts caused by the implementation of the mitigation measures.

Abril 2021

Introducción

Con el objetivo de dar a conocer los avances del Componente 1 de Economía Circular del Proyecto ICAT Argentina y compartir con colegas de otros organismos el relevamiento de iniciativas de Economía Circular realizado en la región y en el país, se organizó un Workshop el día 15 de junio de 2021. El mismo estuvo enmarcado en la "1ra reunión del Grupo de Trabajo de Economía Circular y Gestión Integral de Residuos" del Gabinete Nacional de Cambio Climático (GNCC) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) de la Argentina. Participaron en total más de 30 personas, entre las cuales hubo representantes de los Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación, de Desarrollo Productivo, de Economía, de Desarrollo Social, de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, así como del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, entre otros.

Notas generales del Workshop

La agenda del Workshop se planteó con la visión de poder vincular los planes, programas y normativas existentes a nivel nacional sobre la gestión integral de residuos. En ese marco, desde la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC), los consultores de este Componente 1 de ICAT presentaron en primer lugar las emisiones de GEI asociadas al sector de Residuos según el último Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de la Argentina presentado a la CMNUCC en diciembre de 2019. En segundo lugar, se compartió el relevamiento realizado respecto a iniciativas vinculadas a Economía Circular tanto públicas como privadas en la región y en el país. En tercer y último lugar, se presentaron las medidas de mitigación vinculadas a la reutilización de algunos materiales identificados como prioritarios previamente (como plástico, papel y cartón, metales, materia orgánica y vidrio) y el enlace de las mismas con el INGEI. Como cierre del Workshop, se generó un interesante intercambio con los otros técnicos del área, en el que se hizo mención a los ciclos de vida de los materiales, a la potencial valorización energética que se podría hacer de la recuperación de los mismos y a distintas oportunidades de aprovechamiento que existen hoy en el país. También se focalizó en algunas necesidades identificadas como la incorporación y utilización de tecnologías en las cadenas de valor. En términos más generales, se mencionaron acuerdos internacionales que deberían tenerse en cuenta para este análisis, como consideraciones de la FAO y el Convenio de Basilea o el de Rotterdam.

Minuta Oficial del Workshop

Reunión	Primera Reunión del Grupo de Trabajo de Economía Circular y Gestión Integral de Residuos
Participantes	**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental:** Adriana Alperovich, Candela Nassi, Reinaldo Polero, María Inés Ciampi **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Secretaría de Cambio Climático, Desarrollo Sostenible e Innovación:** Florencia Mitchell, Carlos Amanquez, Franco Ciaffardini, Anacarla Ferrero, Magdalena Basla, Emanue Ayala, Nicolas Zeballos, Teresa Jeffrey, Mercedes Padrós, Laura Ortiz de Zarate **Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación** : Blanca Caffaro, Sofía Galligani, Leila Devia **Ministerio de Desarrollo Productivo:** Santiago Borgna, Virginia Brunego, Ana Corallo, Florencia Walger, Estefania Poet **Ministerio de Desarrollo Social:** Gabriela Rios, Javier Aragón, Daniel Fernandez **Ministerio de Economía:** **Ministerio de Obras Públicas:** Cinthia Shammah **Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto:** Reina Sotillo, Mariana Edith Pais, Alejandro Mitri **Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social:** Sergio Paz
Objetivo	Primera Reunión del Grupo de Trabajo de Economía Circular y Gestión Integral de Residuos en el marco del Gabinete Nacional de Cambio Climático
Fecha, hora y lugar	Martes 15 de junio de 2021, 14 hs – Plataforma Zoom
Temas de la agenda	

- Productos esperados para este año en el marco del Grupo de Trabajo de Economía Circular y Gestión Integral de Residuos
- Vinculación de planes, programas y normativas de gestión de residuos existentes a nivel nacional, con los objetivos del GdT y del GNCC.
- Transversalización del GdT Economía Circular y Gestión de Residuos desde la adaptación al cambio climático.
- Transversalización del GdT Economía Circular y Gestión de Residuos desde la mitigación al cambio climático

- Incorporación de ejes transversales en las medidas de mitigación y adaptación del sector, y medidas integrales con doble impacto, en mitigación y adaptación.

- Articulación con la sociedad civil.

- Articulación con otras carteras de la administración nacional.

Síntesis de la reunión

Franco Ciaffardini dio inicio a la reunión y comentó la creación del Grupo de Trabajo de referencia cuyo objetivo es la elaboración de un plan sectorial que contemple las medidas vinculadas a la economía circular y gestión de residuos desde un mismo sector .

Florencia Mitchell mencionó la importancia del Grupo de Trabajo y celebró dicho espacio de trabajo.

Franco Ciaffardini realizó una breve presentación de los objetivos del Gabinete Nacional de Cambio Climático (GNCC) para este año. En este marco, hizo mención a la elaboración del Plan Nacional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (contemplando una revisión y actualización de los Planes Sectoriales, como también la elaboración del Plan Sectorial de Residuos); la Estrategia de desarrollo con bajas emisiones a Largo Plazo (ELP), la Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático (ENACE) y el Cuarto Informe Bienal de Actualización (BUR).

Adriana Alperovich comentó que desde la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental se está trabajando en todas las acciones, proyectos y estrategias con una visión basada en la economía circular y sustitución de importaciones. Para ello, mencionó que las líneas de acción que se están llevando a cabo son el Plan Federal de Erradicación de Basurales a Cielo Abierto (PFEBCA), Gestión de RSU; la propuesta de una ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP); la revisión de normativa referente a Residuos Especiales de Generación Universal (REGU) y Proyectos con financiamiento externo (PNUD/ONUDI) para la captación de Biogás y

- Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Acto seguido, mencionó detalladamente cada una de ellas.

Laura Ortiz de Zarate hizo mención al Proyecto ICAT que se encuentra trabajando en equipo en la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC) en materia de mitigación. Asimismo, comentó sobre las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) referente al sector residuos, su clasificación y mencionó que se está elaborando el BUR 4. Respecto al Proyecto ICAT, Laura comentó que él mismo creó a partir del Acuerdo de París con el objetivo de responder a las necesidades de apoyo para la transparencia y de creación de capacidades que surgen del Acuerdo. Dicho proyecto tiene tres componentes para mejorar las capacidades técnicas para la transparencia siendo uno de ellos es la Coherencia entre el Inventario de GEI y las medidas de mitigación de Economía Circular. Se mencionó también sobre los productos generados y los que se generarán.

Magdalena Basla continuó con lo mencionado anteriormente. Para ello, destacó los entregables n°4 y 5 ya que cuentan con gran relevancia debido a que en el entregable n° 4 se presentó un estudio de las medidas de mitigación basadas en la economía circular. Magdalena mencionó algunas de las medidas como ejemplo y los aspectos que fueron abordados. Respecto al entregable n°5, mencionó que están trabajando en el mismo y que tiene una importante relación con la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

y BUR 4. Dicho documento c onstará de la identificación de las medidas de mitigación vinculadas a Economía Circular (EC) identificadas como también las categorías de actividades afectadas en términos cuantitativos por la implementación de las medidas de mitigación frente al cambio c limático basadas en Economía Circular en la generación y tratamiento de materiales prioritarios en Argentina.

Anacarla Ferrero presentó el estado del arte del sector en materia de adaptación. Para ello, mencionó que se realizó la revisión de los estudios e instrumentos de política pública vinculados a los sectores vinculados con la Gestión de Residuos y cambio climático provenientes de la Tercera Comunicación Nacional, Planes sectoriales vinculados con residuos, 2° Contribución Nacionalmente Determinada y la 2° Comunicación de Adaptación. En este sentido mencionó que desde adaptación se buscó identificar vínculos en el riesgo e identificación de medidas de mitigación del sector dado que el plan a elaborarse no tiene precedentes. Para ello, Anacarla detalló los riesgos y medidas identificadas en los documentos mencionados anteriormente. También comentó las recomendaciones en las que trabajaron, destacando la incorporación dentro del diagnóstico de distintos sectores y la Incorporación dentro de las medidas de adaptación.

Franco Ciaffardini presentó el cuadro de medidas iniciales para la composición del plan sectorial de residuos que provienen de la identificación y análisis de otros planes sectoriales existentes que contenían medidas de residuos. Al respecto, A driana mencionó que dichas medidas deben ser revisadas a fin de identificar si las mismas se mantienen mediante los programas de otros organismos. De esta manera, mencionó que debe hacerse un análisis exhaustivo para evaluar la continuidad de las medidas existentes.

Franco Ciaffardini, mencionó que dicha planilla será compartida con los integrantes del Grupo de Trabajo a fin de analizarlas, incorporar nuevas y/o articular con otros organismos. En este sentido, solicitó que la devolución de la planilla deberá ser presentada, en lo posible, el viernes 25 de junio.

Candela Nassi agradeció la participación de los integrantes del Grupo de Trabajo y destacó la importancia de articular y generar una instancia de diálogo entre lo que está trabajando la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental con otros organismos. Resaltó las líneas de acción mencionadas inicialmente por Adriana y profundizó sobre el Proyecto de gestión RAE del Estado Nacional y envases vacíos de fitosanitarios.

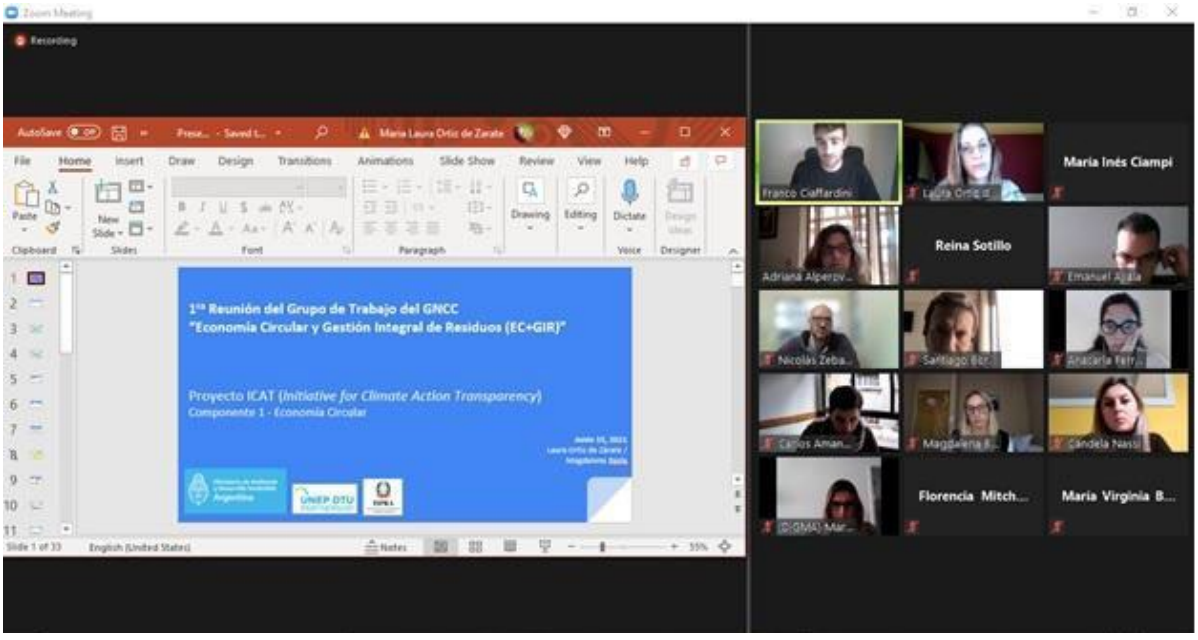
Reina Sotillo destacó el trabajo que se está llevando a cabo, agradeció el espacio y enfatizó la importancia de la temática a nivel internacional.

Santiago Borgna, mencionó al plan de industria y su relación con medidas destinadas a residuos. Comentó también que las líneas de trabajo de dicho plan estaban consensuadas con diferentes actores productivos y la importancia de llevar adelante esas medidas. Asimismo, consultó sobre cómo se enfocarán medidas productivas respecto a la economía circular y

resaltó como se trabajará en el Grupo de Trabajo de Desarrollo Productivo. Por último, propuso realizar una reunión para evaluar las medidas de los planes y su complementariedad.
Adriana Alperovich comentó la importancia y desafío de implementar las medidas existentes. Anacarla consultó respecto a la priorización de la erradicación de basurales a cielo abierto y su posibilidad de avanzar con el mismo. En relación a la consulta, Adriana mencionó el financiamiento del proyecto y la dificultad de fijar y materializar los requerimientos. También hizo mención que la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental está trabajando con una consultoría para el relevamiento de los BCA cuyos resultados se obtendrán a fines del año 2022. Dicha consultoría será un gran insumo para la evaluación de impactos y riesgos pero no cuentan con la información actualmente ya que se está trabajando en ella.
Franco Ciaffardini agradeció a todos los presentes y dio por finalizada la primer reunión del Grupo de Trabajo de Economía Circular y Gestión Integral de Residuos

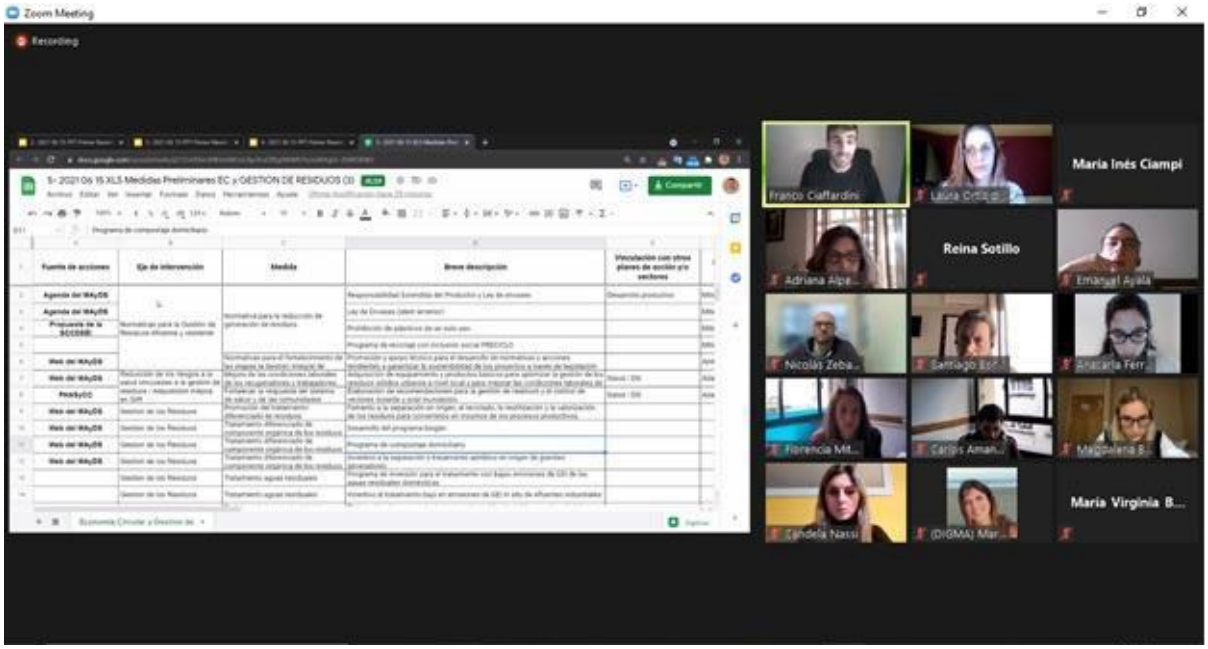
Documentos presentados
Presentación Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental Presentación de la Secretaría de Cambio Climático, Desarrollo Sostenible e Innovación - Dirección Nacional de Cambio Climático Planilla de medidas preliminares para la elaboración del Plan sectorial de residuos
Próximos pasos.
Se enviará la planilla de medidas para recibir los aportes de los demás integrantes del GdT. La misma será recibida hasta el 25 de junio

Figura 8. Workshop en el marco de la 1ra reunión del Grupo de Trabajo de Economía Circular y Gestión Integral de Residuos" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) de la Argentina.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Presentación de información respecto del Workshop de Proyecto ICAT Argentina.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO II

Deliverable Nº 5

Report with an estimation of impacts caused by the implementation of the mitigation measures.

Abril 2021

Planta de tratamiento mecánico biológico NORTE III

La planta de tratamiento mecánico biológico de la Ciudad Autónoma de Buenos[41], se sitúa dentro del Complejo Ambiental Norte III. Dentro de ella, se llevan a cabo procesos que contemplan la bioestabilización[42] de la fracción orgánica de dichos residuos y la recuperación de los principales materiales secos reciclables. A su vez, cuenta con una capacidad de procesamiento de 1100 tn/día de residuos y se recupera el 60% de lo que ingresa, proveniente de la Ciudad en cuestión.

Estos procesos siguen un camino, el cual comienza con el ingreso de los residuos sólidos domiciliarios, los cuales son descargados en fosas de acopio con camiones que contienen sistemas hidráulicos con escudo expulsor. Seguidamente, se les ejecuta un pretratamiento a los residuos de grandes volúmenes y aquellos perjudiciales para el tratamiento, donde son separados como parte del proceso. Los residuos aptos para el proceso son trasladados a un triturador para reducir sus tamaños.

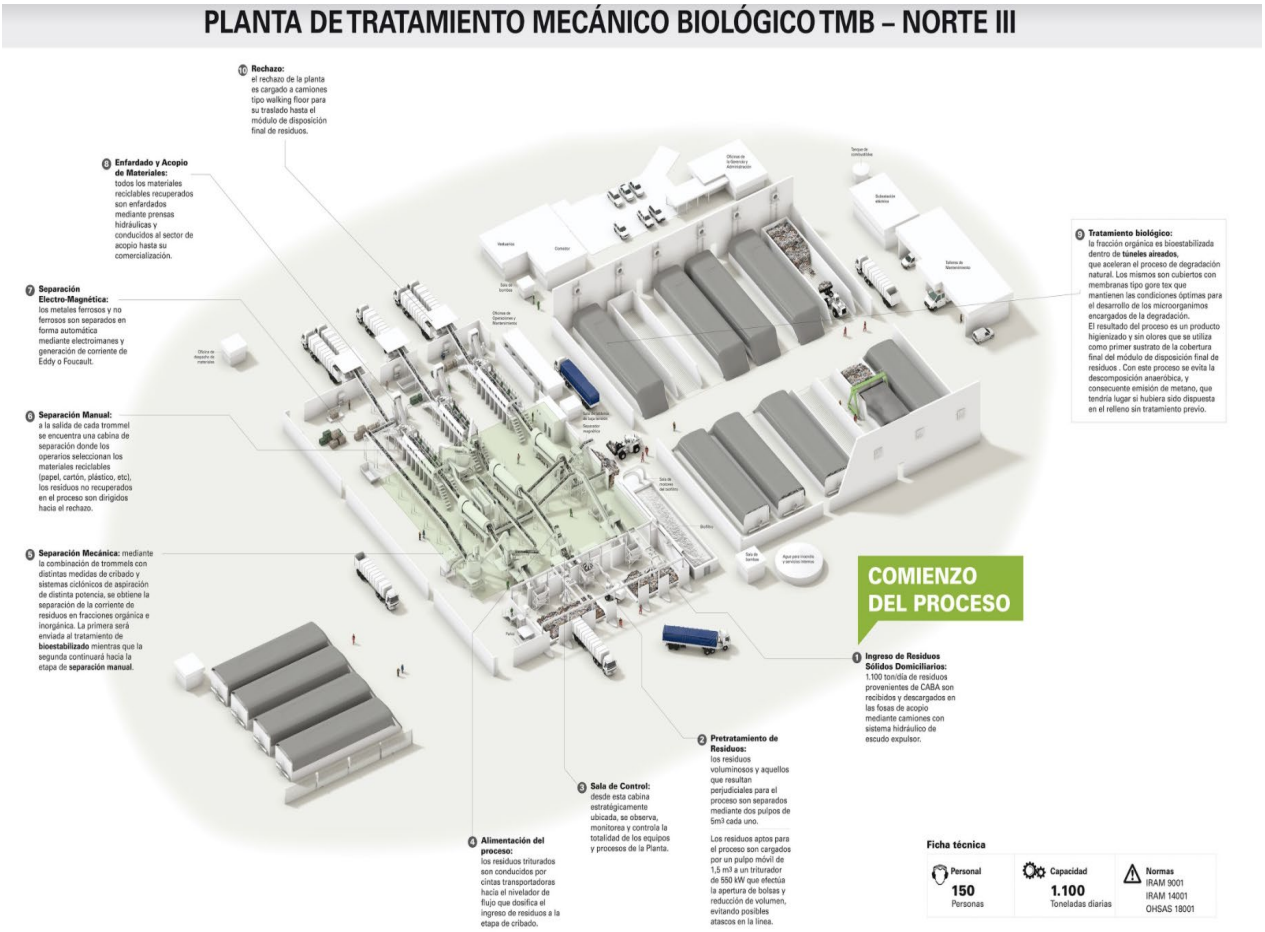
Continuando con el tratamiento, los residuos triturados se envían mediante cintas transportadoras hacia un nivelador de flujo, el cual se encarga de dosificar estos residuos al proceso de cribado, para la separación de los mismos en fracciones orgánicas e inorgánicas. Esto se realiza con diferentes medidas de cribado y sistemas ciclónicos de aspiración. La fracción orgánica es tratada mediante bioestabilización y la inorgánica se separa de forma manual con ayuda de operarios de planta que seleccionan los materiales reciclables tales como papel, cartón y plásticos, que son enfardados con prensas hidráulicas y transportados al sector de acopio para su posterior comercialización. Aquellos residuos no recuperados, se consideran como rechazos y son llevados a por medio de camiones hacia sitios de disposición final de residuos o rellenos sanitarios. Por otra parte, dentro de esta planta se realiza una separación electromagnética automática destinada a metales ferrosos y no ferrosos, donde se utilizan electroimanes.

En el caso de los residuos orgánicos y su bioestabilización, éstos son introducidos en túneles aireados cubiertos con membranas térmicas especiales para acelerar su degradación natural mediante microorganismos, permitiendo la generación de productos higienizados y sin olores, los cuales se utilizan como primer sustrato de la cobertura final del módulo de disposición final de residuos.

Cabe destacar que la planta en cuestión, contiene una sala de control que se encarga de monitorear y controlar todos sus equipos y procesos.

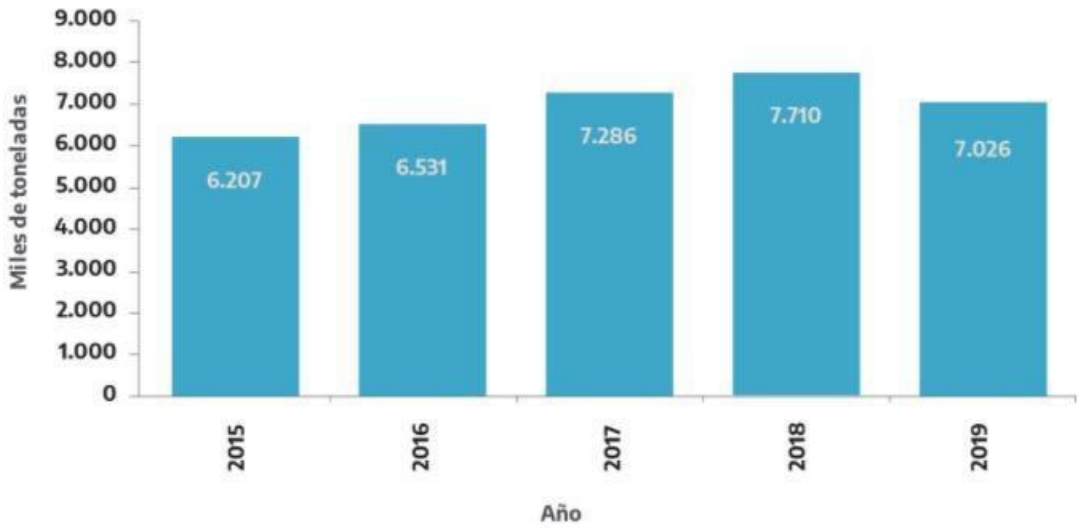
[41] https://informe.ambiente.gob.ar/
[42] Observatorio de Higiene Urbana de la Ciudad de Buenos Aires.

Figura 10. Procesos de planta de tratamiento mecánico biológico “Norte III”.



Fuente: CEAMSE.

Figura 11. Evolución de los RSU ingresados a TMB en miles de toneladas (2015-2019).



Fuente: IEA-Informe del Estado del Ambiente (2019). MAyDS. https://informe.ambiente.gob.ar/