

RECICLADO AVANZADO de los plásticos

RECICLADO
POR PIRÓLISIS,
POR DISOLUCIÓN,
BIOLÓGICO-ENZIMÁTICO
Y DESPOLIMERIZACIÓN

Índice

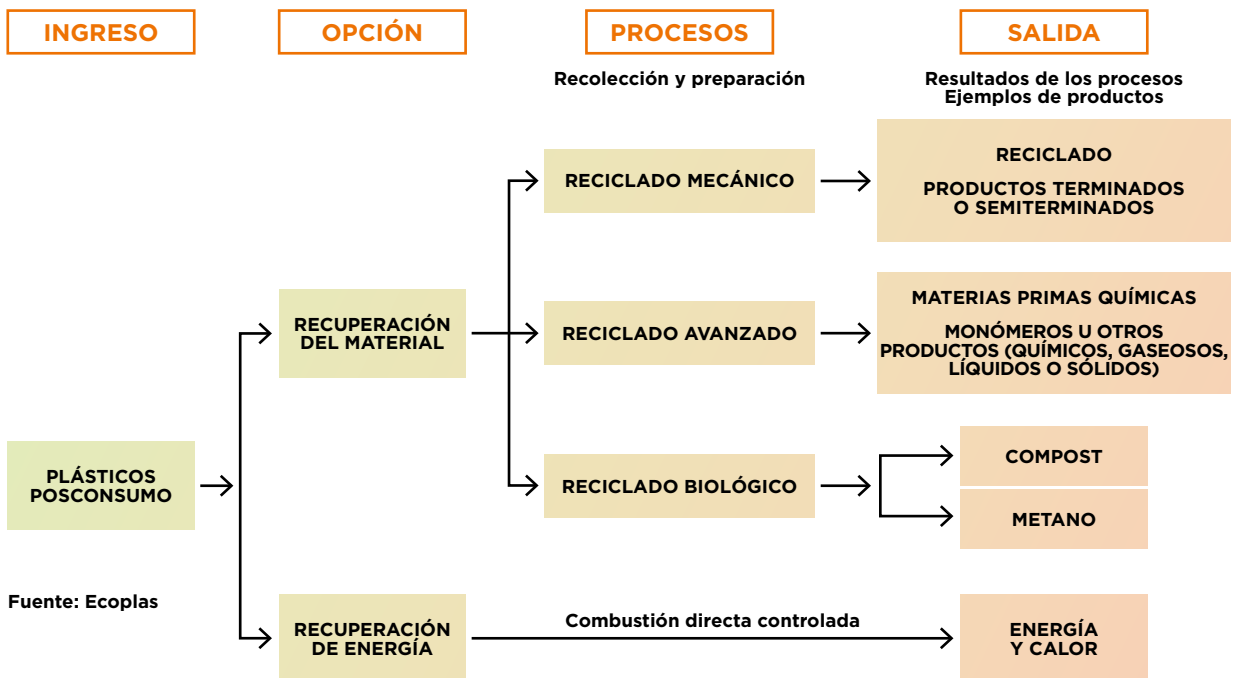
Introducción	3
Rol del reciclado avanzado en los procesos de valorización de los plásticos	3
Reciclado Avanzado	3
GIRSU - Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos	4
Una nueva oportunidad en la economía circular	5
Ventajas	5
Tecnologías de Reciclado Avanzado	6
a. Pirólisis	6
b. Despolimerización - Volver a la materia prima	7
Reciclado avanzado del PET para producir resinas poliéster	8
c. Disolución	8
d. Reciclado del PVC mediante solvente	8
Perspectivas del Reciclado Avanzado	8
En el mundo	9
En Argentina: casos e innovación	9
a. “De residuos plásticos a combustibles” en Río Negro	9
¿Cómo se hace un combustible limpio?	10
b. Planta Piloto – Petroquímica Inversa UBATEC	11
c. Consorcio de industrias petroquímicas	12

Introducción:

En el modelo de economía circular, los materiales de todo tipo, incluidos los plásticos, deben aprovecharse al máximo y, al final de su vida útil, todos sus recursos deben recuperarse eficientemente para regenerar productos y/o materiales. La tecnología de reciclado mecánico tradicional es la primera opción a la hora de recuperar los plásticos. En función de la economía circular de los plásticos, han comenzado a desarrollarse nuevas estrategias de recuperación que complementan al reciclado mecánico.

En su conjunto, estas tecnologías se conocen como Reciclado Avanzado o Reciclado Químico de los plásticos. Estas dos denominaciones son equivalentes y a lo largo de la presente publicación, se preferirá el uso de la primera terminología.

Rol del reciclado avanzado en los procesos de valorización de los plásticos:



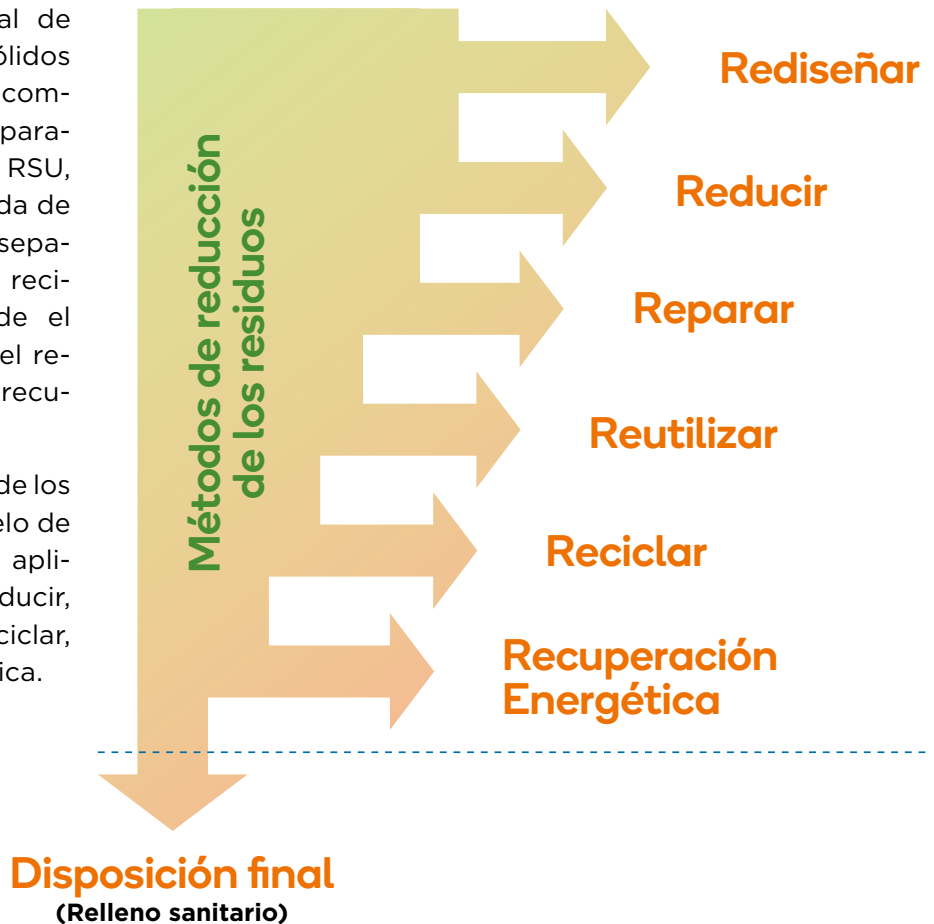
Reciclado Avanzado (Advanced Recycling, término usado en Estados Unidos) engloba a distintos procesos innovadores: Pirólisis, Despolimerización por Solvólisis, Disolución y Biológico-Enzimático. A su vez cada uno de ellos tiene variantes según la materia prima y tecnología que se use.

El Reciclado Avanzado constituye una de las alternativas de valorización de los plásticos que complementa y coexiste con los distintos procesos como el reciclado mecánico y la valorización energética.

GIRSU - Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos

La Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos (GIRSU) comprende las etapas: separación en origen de los RSU, recolección diferenciada de residuos reciclables, separación y clasificación, reciclado -que comprende el reciclado mecánico y el reciclado químico- y la recuperación energética.

Para el tratamiento de los RSU y en base al modelo de economía circular se aplican 6 R: Rediseñar, Reducir, Reparar, Reutilizar, Reciclar, Recuperación Energética.



El desafío actual de los plásticos posconsumo es integrarse a la circularidad mediante diferentes posibilidades de valorización mencionadas.

En Europa, por ejemplo, se ha fijado para el 2030 el objetivo de reciclar el 50 % de los plásticos usados (55 % en el caso de los envases). Y para lograrlo se impulsan proyectos innovadores para dar soluciones que apuntan a que, en lugar de servir puramente de combustible -como sería el caso de la recuperación energética- los residuos plásticos podrían constituir una fuente de nuevos materiales.

Con el reciclado avanzado los residuos plásticos se constituyen en una fuente de nuevos materiales entrando en el circuito de la economía circular. Se está desarrollando como complemento al reciclado mecánico y la valorización energética como método de valorización de los plásticos pos consumo logrando productos con aplicaciones de calidad superior.

Una nueva oportunidad en la economía circular

Lo que permite el reciclado avanzado como método de valorización de los plásticos posconsumo es recuperar lo que lo que no se pueden reciclar mecánicamente, como por ejemplo, los films multicapa, laminados, los residuos muy sucios, u otros que han estado en el mar y han su-

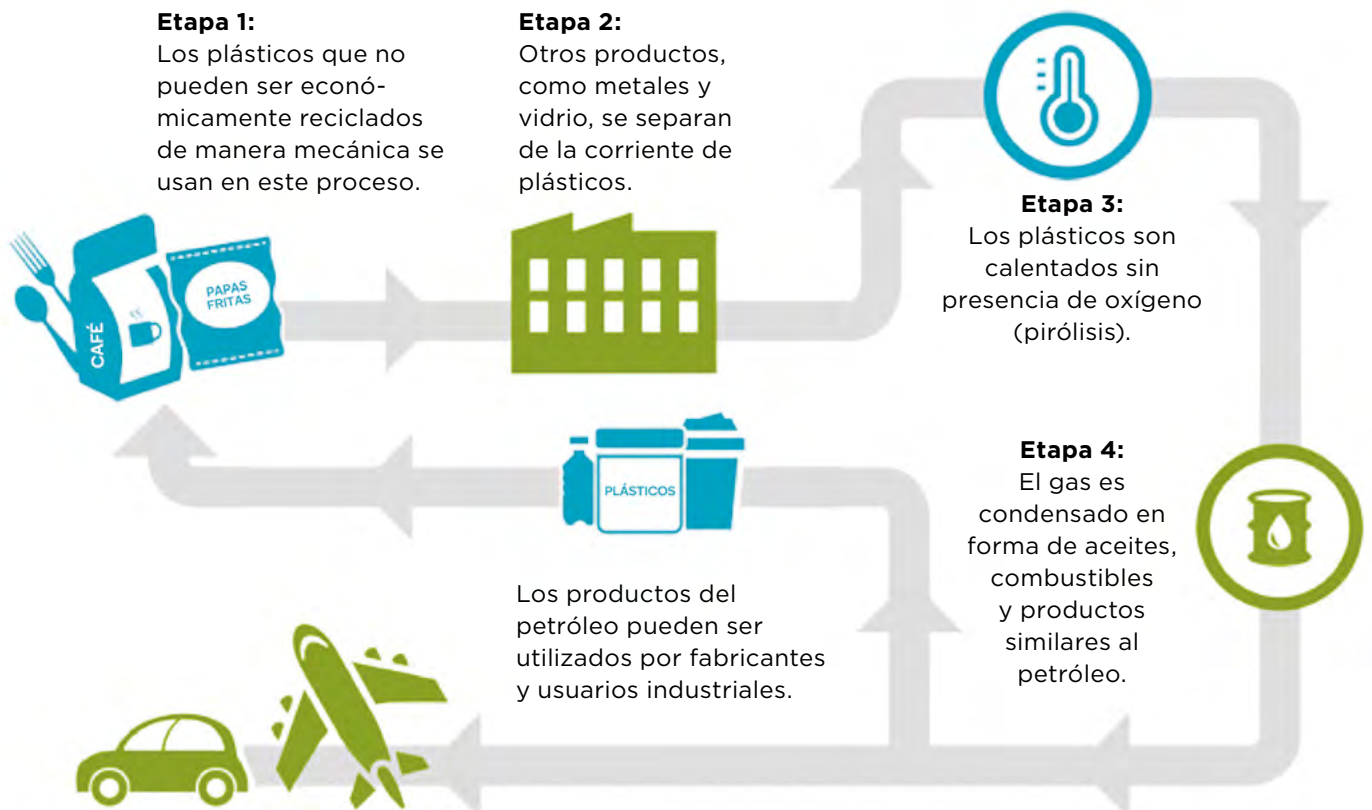
frido una severa degradación ambiental por radiación ultravioleta.

Otra ventaja es que se pueden recuperar los materiales termofijos o termoestables¹, como el poliuretano, fenólicos (baquelita, melamina), resinas epoxy, entre otros.

(1) Se refiere a polímeros generalmente con una estructura de entrecruzamiento de cadenas, los cuales no funden y se descomponen cuando se los calienta a alta temperatura.

Ventajas

Algunos métodos de reciclado avanzado ofrecen la ventaja de que no requieren de una separación por tipo de plástico. Es decir, que se pueden tomar residuos mixtos, reduciendo así los costos de recolección y clasificación, y, a la vez, se obtienen productos finales de alta calidad.



Los combustibles pueden impulsar autos, colectivos, barcos y aviones.

Importantes empresas multinacionales del sector petroquímico, productoras de plásticos en Europa y Estados Unidos^{2,3}, están llevando a cabo pruebas a escala piloto produciendo diversas materias primas para fabricar productos plásticos de alta calidad que, incluso, pueden estar en contacto con alimentos. Asimismo, están trabajando en el

marco regulatorio y de reglamentación para cumplir con los objetivos del reciclado en la economía circular.

El creciente interés y las inversiones en tecnologías de reciclado avanzado benefician la reducción de la cantidad de desechos enviados a los rellenos sanitarios.

(2) <https://www.plasticsnews.com/article/20181213/NEWS/312139999/basf-making-progress-with-chemical-recycling-project>

(3) <https://www.britishplastics.co.uk/Environment/sabic-pioneers-first-production-of-certified-circular-polymer/>

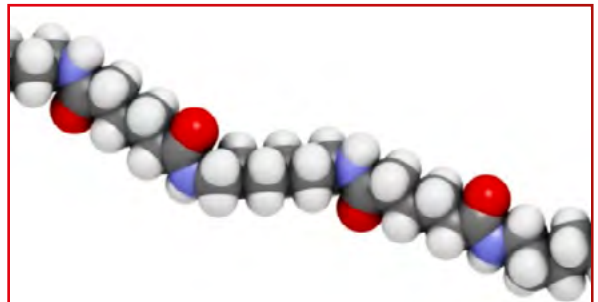
TECNOLOGÍAS DE RECICLADO AVANZADO

Existen distintas tecnologías que emplean procesos químicos y térmicos con catalizadores que descomponen los plásticos en productos similares al petróleo, aceites, combustibles y gases, que son materias primas que se emplean nuevamente para producir plásticos.

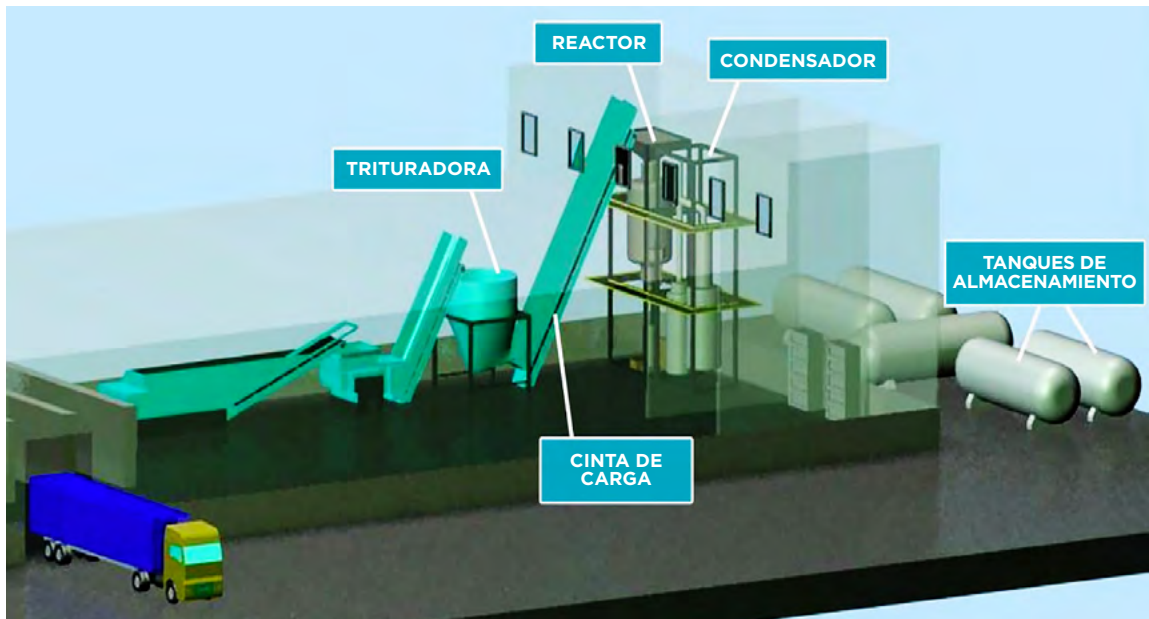
a) Pirólisis

El proceso consiste en romper el polímero para transformarlo en moléculas más cortas. El objetivo es crear un monómero, la materia prima de todo polímero, ya sea en uno o varios pasos.

Convierte a los residuos plásticos (mezclados) en sus componentes originales, lo que permite que vuelvan a ser materia prima de calidad para volver a producir dicho material. Por lo tanto, es una forma de cerrar el ciclo de la economía circular. Se la conoce también como “plásticos a combustibles” o, en inglés, *plastics to fuel*.



En el proceso se rompe el polímero para transformarlo en moléculas más cortas. El objetivo es crear un monómero, la materia prima de todo polímero, ya sea en uno o varios pasos. El perfeccionamiento de tal proceso permite producir un polímero reciclado idéntico al polímero virgen que puede ser usado en contacto con alimentos. Así es como los plásticos reciclados por este método vuelven a ser utilizados en la fabricación de envases alimentarios, asegurando la seguridad del contenido y el bajo peso de los paquetes, que a su vez reduce el consumo de nafta y la emisión de gases durante el transporte.



El procedimiento puede variar de una tecnología a otra, pero básicamente comprende las etapas de reducir tamaño y tratarlo con alguna combinación de agua, calor, presión y catalizadores, con lo cual se rompe la estructura del plástico en sus compuestos constituyentes originales. En ciertos casos se generan productos similares a los derivados del petróleo, gasolinas, gasoil, solventes, gases que se alimentan a las refinerías para producir nuevos plásticos.

b) Despolimerización - Volver a la materia prima

Consiste en devolver el polímero al estado de monómero cortándolo por sitios específicos. El objetivo es restablecer el plástico a su componente original. Actualmente las tecnologías en desarrollo son:

-Despolimerización térmica: que es calentar los plásticos a alta temperatura para obtener una solución líquida con alto porcentaje del monómero original. Es especialmente adecuada para el poliestireno y el acrílico (PMMA)

-Despolimerización química: consiste en usar un reactivo para descomponer la matriz polimérica. Esta técnica recibe distintos nombres según el reactivo utilizado: hidrólisis cuando el reactivo es el agua, alcoholisis cuando se trata de un alcohol y glicólisis cuando se usa glicol. En particular, el PET, el polímero con el que se hacen las botellas de agua y gaseosas, es uno de los que suscitan mayor interés dentro del ámbito del reciclaje químico debido a que podría permitir a los fabricantes del sector cumplir los elevados niveles de incorporación de material reciclado aptos para contacto con alimentos.

Reciclado del PET para producir resinas poliéster

El PET reciclado en forma de escamas –también denominado flakes– se emplea como una de las materias primas para la producción de resinas poliéster reforzadas con fibra de vidrio (PRFV). Mediante un proceso químico, el PET se incorpora a la resina poliéster, que tiene usos en la industria naval, chapas traslúcidas para techos y cerramientos, laminados compuestos de alta resistencia, etc. Este proceso se utiliza actualmente en Argentina.

c) Disolución

Es otro proceso que se utiliza para aislar las cadenas moleculares sin romperlas. En este caso no intervienen sustancias químicas que modifiquen el polímero. En otras palabras, esta técnica permite reciclar el polímero sin tener que seguir el camino inverso hasta el monómero. Esta tecnología tiene numerosas ventajas. El polímero se purifica y se eliminan todos los aditivos o contaminantes. En la teoría, es prácticamente el proceso ideal porque requiere muy poca energía y los disolventes utilizados, como la acetona o el estireno, se pueden recuperar con facilidad después de su uso.

d) Reciclado del PVC mediante solvente⁴

Este proceso permite reciclar PVC y es posible gracias a que éste permite su total solubilidad en determinados solventes. Durante el proceso, el PVC se disuelve y luego se recupera mediante la evaporación o precipitación. Y así se obtiene el PVC granulado, que se puede reutilizar.

El solvente se recupera y se purifica en un circuito cerrado y se vuelve a emplear. Las impurezas, metales y otros plásticos no se disuelven y se separan para su posterior tratamiento. Este proceso se usa en Argentina.

(4) Este reciclado por solución, estrictamente hablando, es un proceso físico que no genera reacciones químicas.

Perspectivas del reciclado avanzado

El reciclado avanzado ha tenido un gran desarrollo. Actualmente empresas petroquímicas lo están usando industrialmente con modernas tecnologías para el tratamiento de los residuos plásticos.

Asimismo, están trabajando en la definición de reglamentaciones técnicas con el fin de garantizar la calidad de los productos obtenidos mediante este proceso y su inserción en la economía circular.

El reciclado avanzado contribuye con la optimización y el ahorro de los recursos naturales al reducir el consumo de petróleo crudo para la industria petroquímica. Toda estrategia de gestión integral de los residuos sólidos urbanos debe prever y contemplar la posibilidad del reciclado químico. El tratamiento de los residuos plásticos no puede ser resuelto solamente por uno u otro proceso, se tienen que analizar las diferentes alternativas de valorización.

En el mundo

ChemCycling es el nombre del proyecto de reciclaje avanzado de BASF: a través de procesos termoquímicos, los desechos plásticos se descomponen en diversos productos similares a derivados del petróleo o productos gaseosos como materias primas para la industria química. Estas materias primas pueden reemplazar la materia prima fósil en la refinería y usarse para producir nuevos productos, especialmente plásticos. A través de un sistema certificado por un tercero, se puede asignar la proporción de recursos reciclados en cada producto.

En Estados Unidos el reciclado avanzado es una pieza importante de la innovación para la valorización de los residuos plásticos.

Marcas líderes como Unilever y Mondelez International están usando envases, aprobados para el contacto con alimentos y fabricados con tecnologías de reciclado

avanzado. Los productos obtenidos están certificados por International Sustainability & Carbon Certification PLUS (ISCC +).

El reciclaje avanzado no solo es viable a escala comercial, sino que también ofrece importantes oportunidades económicas a medida que se avanza hacia una mayor circularidad del plástico. Se estima que las nuevas innovaciones de estas tecnologías son un mercado potencial de U\$ 120 mil millones solo en los Estados Unidos y Canadá.⁵

Complementa el reciclaje mecánico y reduce la huella ambiental de los envases de plástico. Una evaluación del ciclo de vida (LCA) realizada por Sphera para BASF⁶, que fue revisada por tres expertos independientes, concluye que el reciclaje avanzado / químico (pirólisis) de residuos plásticos mixtos emite un 50% menos de CO₂ que la incineración de residuos plásticos mixtos.

(5) <https://www.americanchemistry.com/Media/PressReleasesTranscripts/ACC-news-releases/Advanced-Recycling-Already-Providing-a-Sustainable-Path-to-a-Circular-Economy-for-Plastics.html>

(6) <https://www.basf.com/global/en/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy/mass-balance-approach/chemcycling/lca-for-chemcycling.html> (BASF 2020)

En Argentina: casos e innovación

a. “De residuos plásticos a combustibles” en Río Negro.

La empresa TresB SRL instalará una planta semi industrial en la localidad de Ingeniero Jacobacci, Provincia de Río Negro. Allí, los plásticos provenientes de los RSU serán sometidos a altas temperaturas en un reactor para convertirse en combustibles líquidos que se utilizan para el funcionamiento de La Trochita, un conocido tren turístico de la Patagonia argentina.

El proyecto da respuesta a la necesidad de reutilizar de forma segura el gran volumen de plásticos usados en la Región Sur. Ante esta necesidad, la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Provincia propuso aplicar la tecnología de pirólisis como alternativa para convertir estos plásticos en combustibles.

Tras un período se logró el financiamiento, la Secretaría de Ambiente instaló puntos limpios municipales para la recolección de residuos. Como no hay logística de recolec-

ción diferenciada, cada vecino lleva voluntariamente los RSU reciclables a los Puntos Limpios, notándose un incremento en la separación.

La Empresa TresB realizó las pruebas pilotos en su planta de Bariloche.

La planta, mediante un proceso termo-químico, procesa los plásticos y aceites usados de seis municipios de la línea Sur (Pilcaniyeu, Comallo, Ing. Jacobacci, Maquinchao, Los Menucos, Sierra Colorada, Ramos Mexia y Valcheta) y son transformados en hidrocarburos más simples

(combustibles) sin generar CO₂ adicional a la atmósfera, impulsando la creación de empleos y nuevas empresas verdes en las que puede incluirse a las organizaciones de recicladores, y ampliando las soluciones en la gestión de residuos.

Este proyecto lo llevó adelante la Secretaría de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía), la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Tren Patagónico y la Empresa Tres B, financiado por el Gobierno de Río Negro y el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECyT).



Innovación tecnológica, desarrollo económico y cuidado ambiental

El desarrollo de un proceso aplicado de una manera innovadora permite convertir **plásticos y aceite usado de automóviles en materia prima** para la producción de **energía eficiente** y de **bajo impacto ambiental**. Al mismo tiempo genera la posibilidad de desarrollar una **nueva industria** que signifique desarrollo y empleo para la región y provea de energía barata y limpia a otras actividades.

TresB SRL TREN PATAGÓNICO

Ente de Desarrollo de la Región Sur

COFECYT
CONSEJO FEDERAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

RN MINISTERIO DE ECONOMÍA
Secretaría de Ciencia, Tecnología y Desarrollo para la Producción
GOBIERNO DE RÍO NEGRO

RN SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE
GOBIERNO DE RÍO NEGRO

De plásticos a combustibles
ENERGÍA QUE CUIDA EL MEDIO AMBIENTE

¿Cómo se hace un combustible limpio? Las etapas del proceso de pirólisis

El proceso lleva varias etapas, la primera es la recolección y selección de plásticos, luego su molienda para luego ir al horno donde se lo calienta a alta temperatura en ausencia de oxígeno, las moléculas de plástico se rompen y se transforman en aceites, gasoil, solventes, naftas y gases combustibles. Este proceso se denomina pirólisis.

Esto permite reciclar los plásticos, proveer de combustible a “La Trochita” y contribuir considerablemente al impacto positivo sobre el ambiente. Su combustión, como la de los así llamados combustibles limpios producirá solo CO₂ y vapor de agua.

La capacidad de la planta es de lotes de 1.000 Kg que se procesan en aproximadamente 8 horas. Trabajando en proceso continuo son 5 Tns/día. La inversión es de aproximadamente 150.000 U\$S sin infraestructura.



Puntos limpios instalados para que los vecinos lleven sus residuos reciclables.



b. Planta Piloto - Petroquímica Inversa UBATEC

UBATEC S.A. es una organización constituida por la Universidad de Buenos Aires, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, la Unión Industrial Argentina y la Confederación General de la Industria, para la promo-

ción y fomento de la transferencia de tecnología. Puso en marcha una planta piloto en la Ciudad de Buenos Aires donde se está ensayando una tecnología similar de conversión de plásticos en combustibles para su aprovechamiento energético, un desarrollo argentino que está patentado.





En este proceso, el primer paso es un triturador de plásticos que pasa a un horno a 150 °C, luego a una bomba de alta presión a 450 °C, a enfriador y a una columna de destilación para obtener los distintos cortes de hidrocarburos.

Se instaló una planta piloto en la que realizan los ensayos con distintos materiales. El módulo de la planta procesa 10 Tns/día de plásticos y funciona las 24 hs con dos operarios por turno y los productos obtenidos



son de alto valor: puede procesar poliolefinas (PE y PP), poliestireno y EPS y PVC. No puede procesar PET. No puede procesar laminados con foil de aluminio.

Un 70% de los productos finales obtenidos son líquidos olefínicos como querosén, naftas, gasoil y similares, un 29% son gases como el metano, etileno, etano y gases licuados y 1% son residuos sólidos, arcillas y sustancias inorgánicas.

c. Consorcio de industrias petroquímicas.

Está en desarrollo la formación de un consorcio de industrias petroquímicas que producen plástico en Argentina cuyo objetivo es la instalación de una planta de reciclado avanzado de residuos de envases mezclados de distintos orígenes. El producto obtenido se vuelve a usar como materia prima para producir plásticos entrando así en la economía circular.

#reciclemosjuntoslosplasticos

¿Sumarte a la Certificación Plásticos Reciclables?

ecoplas@ecoplas.org.ar

¿Para una economía circular de los plásticos, asociarte a Ecoplas?

ecoplas@ecoplas.org.ar

Publicaciones Técnicas

1. Plásticos ignífugos o no inflamables.
2. Residuos Plásticos. Su aprovechamiento como necesidad.
3. Plásticos: su origen y relación con el medio ambiente.
4. ¿Qué hacer con los plásticos cuando concluyen su vida útil?
5. Manejo de los Residuos plásticos en Diferentes partes del mundo.
6. La relación entre los plásticos y los moduladores endocrinos.
7. Informe técnico sobre la performance ambiental de las bolsas plásticas.
8. La relación entre la biodegradación y los residuos plásticos.
9. Guía didáctica de las normas ISO – Serie 14.000.
10. Aportes para el capítulo “Envases” de una eventual Ley de Residuos Sólidos Urbanos.
11. Manual de valorización de los Residuos Plásticos.
12. Juguetes de PVC.
13. Gestión de los Residuos Plásticos Domiciliarios en la Argentina, Estados Unidos y Europa.
14. Esteres de Ftalatos su Relación con el PVC y sus Diferentes Aplicaciones.
15. Plásticos en la Construcción: su contribución a la Salud y el Medio Ambiente.
16. Plásticos de aplicación en el campo de la Salud: Envases Farmacéuticos y Cosméticos.
17. Envases Plásticos: Su relación con el Medio Ambiente
18. Recuperación Energética - a través de la co-combustión de residuos plásticos mixtos domiciliarios y residuos sólidos urbanos.
19. Estudio comparativo: envases descartables de PET vs. retornables de Vidrio.
20. Consideraciones Ambientales de las Bolsas de Comercio de Polietileno.
21. Degradación de los Materiales Plásticos.
22. Posición de Plastivida Argentina con respecto a los plásticos Biodegradables.
23. Seguridad en el uso de recipientes plásticos en el horno a microondas y de botellas de agua en la heladera.
24. Posición de la Cadena de Valor de la Fabricación de las Bolsas Plásticas
25. Plásticos Biodegradables, ¿qué son? Y su relación con los RSU.
26. Position Paper Gestión de los Plásticos al final de su vida útil.
27. Análisis Del Ciclo de vida de tres tipos distintos de Bolsas de Comercio – Plástico Reciclable, Plástico Biodegradable; Papel Reciclado y Reciclable.
28. Ciclo de Vida de Varios tipos de Bolsas de Comercio.
29. Ciclo de Vida de cuatro tipos de envases de Leche.
30. Auditorías de Litter en las calles de San Francisco 2008.
31. Reciclado sustentable de residuos plásticos post consumo.
32. Recuperación energética de los residuos plásticos.
33. Opinión acerca de los productos hechos con bio plástico.
34. Posición acerca de los Plásticos “Oxo-Biodegradables”.
35. Position Paper “Envases de Poliestireno”.
36. Position Paper “Bolsas Plásticas” + Propuesta Superadora.
37. Sustentabilidad de los Plásticos.
38. Poliestireno - Características y Ventajas Respecto al Medio Ambiente.
39. Importancia de los Plásticos en la Lucha Contra el Cambio Climático-
40. Position Paper – Productos de Policarbonato.
41. Programa Consumo Responsable de Bolsas Plásticas Normalizadas ECOPLAS en Supermercados CABA. Informe de Resultados.
42. Sistema de Codificación de los Materiales Plásticos (Basado en la Norma IRAM 13700)
43. Los Plásticos y el Medio Ambiente.
44. Sustentabilidad de las Bolsas Plásticas Normalizadas para Supermercados -Norma IRAM 13610-
45. Programa Polietileno Reciclable de ECOPLAS
46. Los envases plásticos protegen el medio ambiente. Análisis del impacto ambiental de la Sustitución de envases plásticos en el consumo de energía y emisiones gases de efecto invernadero.
47. Piloto de Reciclado de Bolsas y Films Plásticos. Ecoplas y Cairplas para Comisión Multidisciplinaria de Bolsas Biodegradables Agencia de Protección Ambiental - Gobierno Ciudad de Buenos Aires.
48. Los sorbetes plásticos son reciclables o biodegradables.
49. Durmientes de plástico reciclado.
50. Sustentabilidad de los vasos plásticos de un solo uso.
51. Economía circular. Una oportunidad para los plásticos.
52. Residuos en el mar y micropartículas
53. Las botellas de plástico para bebidas aportan ventajas ambientales
54. ¿Qué son los Plásticos Biodegradables, Biobasados, Degradables, Oxodegradables, Compostables?
55. Economía circular: Guía de separación de los residuos plásticos en el hogar.
56. Los aportes del EPS (poliestireno expandido) para la economía circular.



www.ecoplas.org.ar

[#reciclemosjuntoslosplasticos](https://twitter.com/#!/reciclemosjuntoslosplasticos)