

DE PLÁSTICO-A-COMBUSTIBLE: UNA PROPUESTA INADECUADA

La basura plástica está aumentando globalmente y según las tasas actuales de producción, se estima que el plástico aumentará al doble en los próximos veinte años.¹ A la luz de la crisis global del plástico, tecnologías como transformar los residuos de plástico en combustible quemándolo, son promocionadas como circulares, buenas para el medio ambiente, y sostenibles. Estas tecnologías de incineración –incluyendo las de gasificación y pirólisis – están presentándose a gran escala con inversiones industriales y a pequeña escala como proyectos en el patio trasero.

A pesar del revuelo que intenta generar esta industria, las desventajas ambientales y para la salud provenientes de estos procesos superan cualquier supuesto beneficio, debido a las siguientes cinco razones:

1. El plástico-a-combustible produce combustibles de baja calidad
2. El plástico-a-combustible empeora el cambio climático
3. El plástico-a-combustible genera emisiones tóxicas
4. El plástico-a-combustible ha desperdiciado miles de millones de dólares
5. El plástico-a-combustible perpetúa la sobreproducción de plástico

¿Qué tecnologías están detrás del plástico-a-combustible?

Este informe abordará las cuestiones y preocupaciones sobre las tecnologías de plástico-a-combustible como la gasificación y la pirólisis, que suelen ser promocionadas como “el reciclaje químico” o “el reciclaje avanzado” por la industria del plástico y de residuos. Debido a que ciertas palabras se usan indistintamente, potencialmente confundiendo al público, las siguientes definiciones ofrecen mayor claridad.

- **Reciclaje químico:** un término de greenwash que la industria utiliza para referirse a las varias tecnologías de plástico-a-combustible y plástico-a-plástico. Aunque estos procesos tienen la meta de convertir plástico en líquidos o gases que puedan ser usados para hacer plástico nuevo, en la práctica los productos al final son quemados. Otras variantes del proceso de esta tecnología incluyen pirólisis, solvólisis, y despolimerización. Sin embargo, independientemente de la etiqueta, la tecnología es plástico-a-combustible (también conocida como incineración de plástico) si el producto final es quemados.
- **Pirólisis:** El proceso de quemar residuos sin oxígeno para producir un líquido o un combustible de gas.
- **Gasificación:** Es similar a la pirólisis, se queman residuos en un ambiente con bajas cantidades de oxígeno.

1

El plástico-a-combustible produce combustible de baja calidad

- **La gasificación y la pirólisis producen una combinación de moléculas de hidrocarburos que son re-sintetizadas, cuya calidad depende en gran parte de la composición de las materias primas, y las complejas interrelaciones entre los aspectos químicos, físicos y térmicos.²**
 - Como fue reconocido en un reporte comisionado por el Consejo Americano de Química, un poderoso grupo de presión de la industria química en los Estados Unidos, la calidad de los combustibles es “unos de los desafíos más destacados” en la producción y comercialización de combustibles derivados del plástico.³ Altos niveles de nitrógeno, azufre, cloro y halógenos en el plástico usado como materia prima pueden resultar en menor rendimiento y productos de baja calidad.⁴
- **Debido a la baja calidad y los altos niveles de contaminación, los combustibles que provienen del plástico requieren de un proceso de descontaminación extensiva y enriquecimiento para alcanzar los requerimientos de la industria.⁵**
 - Los combustibles derivados del plástico son sometidos a altos estándares de calidad para poder usarlos en motores de combustión interna.⁶ Especialmente, los combustibles para aviones deben cumplir con los estándares más altos y más recientes, para evitar aquellos problemas asociados con el manejo de múltiples tipos de combustible.⁷ A pesar de las tres décadas de esfuerzos continuos e inversiones desperdiciadas, cumplir con estos requerimientos no parece posible para la producción de combustibles derivados de residuos.
 - Los combustibles derivados de residuos de plástico no son adecuados para operar motores de diésel a largo plazo debido a largos periodos de retraso en el arranque; los combustibles tendrán que ser combinados con el combustible convencional en una proporción superior al 25%.⁸
- **El combustible que se deriva del plástico produce mayores emisiones del tubo de escape en comparación con el diésel,⁹ lo que resulta en altos niveles de contaminación y daños potenciales a largo plazo al motor. Las emisiones de los combustibles a menudo no se regulan adecuadamente cuando son quemados en industrias y vehículos fuera del lugar de producción.**
 - El combustible producto de los procesos de pirólisis está contaminado con más residuos sólidos, dioxinas, e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) que el diésel regular, y produce mayor cantidad de emisiones de contenido sulfúrico, hidrocarburos no quemados (UHC), óxidos de nitrógeno (NO_x), hollín, monóxido de carbono (CO), y dióxido de carbono (CO₂) comparado con un motor de diésel estándar.^{10, 11, 12, 13, 14} Las altas

2

El plástico-a-combustible exacerba el cambio climático

- Convertir plástico en combustible y después quemarlo, permite que se emita el CO₂ que está integrado en el plástico.¹⁷ En el ciclo de vida total de un combustible hecho de plástico, las emisiones de los gases de efecto invernadero ocurren en varias etapas desde cuando los combustibles fósiles son extraídos hasta cuando el combustible se quema y cuando se hace la disposición final de los residuos.^{18, 19}
- La gasificación y la pirólisis son procesos térmicos de alta temperatura que requieren mucha energía durante los tratamientos previos, durante, y después del proceso.²⁰
 - La materia prima para la pirólisis frecuentemente requiere tratamientos previos que pueden consumir grandes cantidades de energía.
 - La naturaleza endotérmica de la pirólisis hace que su proceso tenga inevitablemente un alto costo energético.²¹ Los entornos privados de oxígeno utilizados en estas tecnologías requieren de un mayor consumo de energía para poder sostener el proceso.
 - El triturado y secado de los desechos plásticos, el proceso térmico de alta temperatura, y los entornos privados de oxígeno que la pirólisis demanda requieren de una cantidad de energía considerable para poder sostenerse. Durante el proceso de gasificación, más del 53% del carbono de la materia prima puede perderse en la mejora del combustible y un 48% en la mejora del gas.²²
- **Hasta ahora, no hay una tecnología de reciclaje químico que pueda ofrecer un balance de energía neto-positivo, y no hay ninguna evidencia que indique que esto mejorará en un futuro cercano.**²³
 - Según los datos presentados por una planta de pirólisis en 2020, procesar una tonelada de desechos plásticos resulta en más de tres toneladas de CO₂.²⁴

3

El plástico-a-combustible genera emisiones al aire y derivados tóxicos

- La pirólisis y la gasificación de desechos plásticos y la quema del combustible producido, emite sustancias tóxicas.²⁵ Además de los aditivos y contaminantes tóxicos presentes en el plástico– bisfenol-A (BPA), cadmio, benceno, compuestos bromados, ftalatos, plomo, estaño, antimonio, y compuestos orgánicos volátiles (COVs)– durante los procesos a altas temperaturas se producen nuevos químicos tóxicos, incluyendo benceno, tolueno, formaldehído, cloruro de vinilo, cianuro de hidrógeno, PBDEs, PAHs, y alquitrán, entre muchos otros.²⁶ La contaminación incontrolada de estos procesos puede causar riesgos a la salud y de seguridad para las poblaciones locales y poner una pesada y tóxica carga en los trabajadores y las comunidades, especialmente en países con estándares de emisiones y comunidades menos estrictas.
 - Este es el caso particularmente de las iniciativas de pirólisis de pequeña escala que están apareciendo en África, Asia, y América Latina.
 - En el 2018 una instalación de pirólisis en Oregón, en los Estados Unidos, mandó más de 49.000 toneladas de residuos de estireno para ser quemadas en cementeras localizadas en comunidades marginalizadas.
- Incluso si esos contaminantes se capturan o neutralizan con éxito, permanecen en el producto o en los derivados como en las cenizas volantes, carbón, desechos, y aguas residuales. Limpiar los agentes tóxicos de los productos hechos de plástico-a-combustible es extremadamente difícil, costoso, y produce nuevos flujos de residuos tóxicos.²⁷
 - El Consejo Americano de Química reconoció que los desechos residuales del plástico-a-combustible son un problema importante– aproximadamente del 15 al 20 por ciento de la materia prima que es usada en el proceso se transforma en residuo.²⁸
 - Debido a que las moléculas aromáticas no se oxidan fácilmente,²⁹ los procesos de plástico-a-combustible emiten partículas que forman hollín, incrementando las emisiones y reduciendo la eficiencia de la combustión.³⁰
 - Algunos procesos usan catalizadores, y los tóxicos del plástico y las nuevas toxinas producto del proceso pueden permanecer en los solventes usados.³¹ Por ejemplo, una planta que procesa 100.000 toneladas al año puede producir 2.5 millones de metros cúbicos de n-hexano postproceso, una sustancia que es conocida por causar enfermedades respiratorias y neurotoxicidad.³²
 - La condensación, el enfriamiento, y la licuefacción de gases requieren el uso de agua, que debe ser tratada antes de ser vertida en los sistemas locales de aguas residuales. Según una fuente, se usan 34 galones (128.7 litros) de agua por tonelada de materia prima procesada.³³

4

El plástico-a-combustible ha desperdiciado mil millones de dólares

- Debido a la baja e impredecible calidad del producto final, muchas fuentes en la academia y la industria han reconocido la falta de potencial para el desarrollo económico de las tecnologías de reciclaje químico.³⁴ Estos métodos tienen un historial con fallas de alto perfil, fuegos, explosiones, y pérdidas financieras. La publicación de GAIA de 2017, “La Gasificación y Pirólisis de Desechos: Procesos de Riesgos Altos y Rendimientos Bajos para la Gestión de Desechos”³⁵ encontró que 2 millones de dólares han sido invertidos en proyectos que se han cerrado o cancelado.
- Como fuente de energía, el plástico-a-combustible tiene un costo prohibitivo y poca competitividad en el mercado.
 - Los costos de inversión para instalaciones con 15 megawatts de rendimiento es entre USD 8,000 a USD 11,500.³⁶
 - En comparación con refinerías petroleras, las plantas de plástico-a-combustible producen menor cantidad de combustible líquido, y la calidad del producto varía dependiendo del sistema y la calidad de la materia prima. Menos productividad y gran variabilidad hacen que esta industria no sea competitiva en el mercado.³⁷
- Construir la infraestructura para limpiar, clasificar, triturar, y eliminar los colorantes, estabilizantes, y otros aditivos y contaminantes del plástico requeriría mil millones de dólares en inversiones, todo para justificar la existencia de productos y embalajes de plástico baratos. Los residuos de plástico mixto son cuatro veces más difíciles de procesar en comparación a la materia prima de calidad reactiva que ha sido tratada previamente.³⁸
- Algunos métodos requieren elementos escasos como rutenio (Ru) y platino (Pt) como catalizadores, y la cantidad que se necesita para procesar cientos de miles de toneladas de desechos de plástico es simplemente más de lo que tenemos en el planeta Tierra.³⁹

5

El plástico-a-combustible perpetúa la sobreproducción de plástico

- Quemar plástico es equivalente a quemar combustibles fósiles. En esencia, el plástico-a-combustible es una manera más complicada para extraer y quemar combustibles fósiles que toman forma de plástico por un breve periodo de tiempo.
- El plástico-a-combustible posibilita la sobreproducción de plástico y nos aleja de verdaderas soluciones.
 - Para que las instalaciones funcionen, necesitan un constante flujo de plástico, lo que exige la extracción y la producción de plástico de baja calidad. Esto bloquea oportunidades para desarrollar más el reciclaje (y la cantidad de gases de efecto invernadero que se ahorran) y atrapa a las comunidades en la economía lineal de plástico.
 - A diferencia del reciclaje, el plástico-a-combustible falla en capturar el material que se debe reintegrar al ciclo de un sistema cerrado que pueda prevenir más extracción; La Directiva Marco de Residuos de la Unión Europea estipula que la producción de combustibles de residuos no puede ser considerada o etiquetada como "reciclaje."
 - Las compañías más responsables de la producción de plástico, el Consejo Americano de Química, Chevron Phillips Chemical, Dow Chemical, y Procter & Gamble, son grandes partidarias del plástico-a-combustible.

Mapa de conflictos: Continúan los esfuerzos contra proyectos y propuestas de plástico-a-combustible



EE. UU. (Wisconsin): Waukesha County Environmental Action League (WEAL) y sus aliados han estado presentando comentarios públicos que se oponen las excepciones para las reglas de emisiones del aire para unidades móviles de gasificación.

EE. UU. (Idaho): GAIA ha estado [organizando campañas contra Bolsas de Energía de Hefty](#), una iniciativa comenzada por Dow Chemical, que recolecta residuos plásticos para mandarlos a una instalación de plástico-a-combustible llamada Renewlogy; ahora los residuos [son mandados a una cementera en Boise después de que la planta fue cerrada debido a problemas técnicos](#).

EE. UU. (Georgia): Environment América [está luchando contra la construcción de la planta de plástico-a-combustible propuesta por Brightmark en Macon, Georgia](#) organizándose en contra de una decisión que le da a Brightmark 500 millones de dólares en bonos. La Coalición de Agua en Georgia puso la propuesta de planta su lista [Dirty Dozen](#) para 2021.

Nueva Zelanda: Aotearoa Plastic Pollution Alliance ha estado trabajando para parar la propuesta de una planta de pirólisis.

Pakistán: El gobierno [demolió 13 plantas de pirólisis](#) en el distrito de Lahore, porque emitían al aire cientos de toneladas de polvo de carbono al día.

América Latina: Grupos locales están monitoreando una propuesta de la compañía [Plastikgas](#), de EE.UU., que tiene planes para construir más de diez plantas de pirólisis en Ecuador, incluyendo una en las Islas Galápagos.

Italia: Muchos grupos en Livorno incluyendo Rifiuti Cero Livorno están trabajando juntos para desacreditar la planta de "reciclaje avanzado" de Ente Nazionale Idrocarburi y otras soluciones falsas que la compañía global de combustibles fósiles está presentando.

¿Qué hacemos con todos los desechos de plástico en nuestras comunidades?

El combustible derivado del plástico está hecho de combustibles fósiles, por lo que no es compatible con el futuro de cero emisiones que necesitamos. Incluso si estos combustibles funcionaran tecnológica y económicamente, siempre tendrán una gran huella de carbono que debería ser evitada en primer lugar. De cualquier manera, la gasificación de residuos y la pirólisis han fallado durante tres décadas debido a su bajo rendimiento y baja viabilidad financiera. En conclusión, hay pocas probabilidades de que los intentos para producir combustible derivado de residuos sean de repente exitosos, menos aún los combustibles de bajo-carbón.⁴⁰

No hay una única solución a la contaminación por plástico y el cambio climático, pero los inversionistas que están en posición de tomar decisiones importantes deben apoyar estrategias provenientes de las comunidades y que abarquen a todos los países para prevenir residuos, reducir la producción y el uso del plástico, poder separar y recolectar residuos, tener compostaje, reutilización, y reciclaje- también conocido como basura cero. Los embalajes y productos de plástico que no son necesarios pueden ser eliminados a través del rediseño, la innovación, y las leyes que apoyan prohibiciones de plástico de solo un uso, la responsabilidad extendida del productor, y los esquemas de depósito y retorno.

Reconocimientos

- Escrito por: Doun Moon, Shanar Tabrizi
- Revisado y editado por: Claire Arkin, Miriam Azurin, Alejandra Parra, Yobel Novian Putra, Neil Tangri, Janek Vähk, Lauriane Veillard, Mariel Vilella, Jonathan Weissglass, Monica Wilson
- Diseñado por: Doun Moon (vector sources provided by: Yippa, Francesca Tabasso, Freepik)
- Traducido por: Tiffany Hernandez (editado por: Alejandra Parra, Gemma Estrella)

Esta publicación fue posible en parte gracias al financiamiento de Plastic Solution Fund (PSF). Las opiniones expresadas en esta publicación no representan necesariamente las de PSF. Este reporte y sus partes puede ser reproducido con fines no comerciales citando la fuente. Su reproducción para la venta o usos comerciales está prohibida sin el permiso por escrito del propietario de los derechos.

Disponible en línea en: www.no-burn.org/una-propuesta-inadecuada



©2022 Global Alliance for Incinerator Alternatives
1958 University Avenue, Berkeley, CA 94704, USA

www.no-burn.org

Guía de apoyo: Preguntas que hacer para enfrentar una propuesta de plástico-a-combustible

1
2
3
4
5
6
7
8

¿Qué tipo de tecnología se usa en la instalación? ¿Ha funcionado bajo condiciones fuera del laboratorio? ¿Se ha usado o implementado este proceso a esta escala en algún otro lugar?

¿Cómo es el balance de energía y emisiones de carbono de este proceso y cómo será medido y monitoreado?

¿Qué emisiones se esperan y cómo serán monitoreadas y reportadas?

¿Con qué tipos de materia prima se ha probado? ¿Cuánta materia prima será extraída, y de cuáles comunidades? ¿Con qué métodos?

¿Cuáles son los resultados del proceso, incluyendo los productos principales y los derivados? ¿Cómo se gestionarán la ceniza, aguas residuales, los solventes usados, y los desechos residuales? ¿Se mandarían los desechos residuales a incineradoras o cementeras?

¿Los productos serán quemados en el sitio o se llevarán a otro lugar? ¿Cómo serán monitoreadas las emisiones fuera del sitio?

¿Cómo va a ser financiado el proyecto? ¿Si por fondos públicos, hay otros proyectos que han sido para que la comunidad avance hacia basura cero?

¿A qué distancia está (o pretende estar) la instalación de comunidades marginalizadas o vecindarios poblados? ¿Hay alguna preocupación por potenciales daños desproporcionados a comunidades son vulnerables y que necesitan justicia ambiental?⁴¹

References

1. Lebreton, Laurent, and Anthony Andrady. 2019. "Future Scenarios of Global Plastic Waste Generation and Disposal." *Palgrave Communications* 5 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>.
2. Rollinson, Andrew N., and Jumoke Oladejo. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, And Environmental Impacts". <https://doi.org/10.46556/onls4535>.
3. Ocean Recovery Alliance. 2015. "Plastics-to-Fuel Project Developer's Guide - Ocean Recovery Alliance." Accessed January 11, 2022. <https://www.oceanrecov.org/about/plastic-to-fuel-report.html>.
4. Ibid
5. Rollinson, Andrew N., and Jumoke Oladejo. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, And Environmental Impacts". <https://doi.org/10.46556/onls4535>.
6. Kalargaris, Ioannis, Guohong Tian, and Sai Gu. 2017. "Combustion, Performance And Emission Analysis Of A DI Diesel Engine Using Plastic Pyrolysis Oil". *Fuel Processing Technology* 157: 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2016.11.016>; Wong, S.L., N. Ngadi, T.A.T. Abdullah, and I.M. Inuwa. 2015. "Current State And Future Prospects Of Plastic Waste As Source Of Fuel: A Review". *Renewable And Sustainable Energy Reviews* 50: 1167–1180. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.063>.
7. Rollinson, Andrew N. 2021. "Technical Briefing – The Reality of Waste-derived Fuels: Up In The Air." GAIA. <https://www.no-burn.org/jetfuels>.
8. Kalargaris, Ioannis, Guohong Tian, and Sai Gu. 2017. "The Utilisation of Oils Produced from Plastic Waste at Different Pyrolysis Temperatures in a DI Diesel Engine." *Energy* 131 (July): 179–85. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.024>.
9. Ibid
10. Kalargaris, Ioannis, Guohong Tian, and Sai Gu. 2017. "Influence of Advanced Injection Timing and Fuel Additive on Combustion, Performance, and Emission Characteristics of a DI Diesel Engine Running on Plastic Pyrolysis Oil." *Journal of Combustion* 2017 (February): e3126342. <https://doi.org/10.1155/2017/3126342>; Khan, M. Z. H., M. Sultana, M. R. Al-Mamun, and M. R. Hasan. 2016. "Pyrolytic Waste Plastic Oil and Its Diesel Blend: Fuel Characterization." *Journal of Environmental and Public Health* 2016 (June): e7869080. <https://doi.org/10.1155/2016/7869080>.
11. Rollinson, Andrew N., and Jumoke Oladejo. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, And Environmental Impacts". <https://doi.org/10.46556/onls4535>.
12. Khatha, W., S. Ekarong, M. Somkiat, and S. Jiraphon. 2020. "Fuel Properties, Performance and Emission of Alternative Fuel from Pyrolysis of Waste Plastics." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 717 (1): 012001. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/717/1/012001>.
13. Czaiczynska, D., L. Anquilano, H. Ghazal, R. Krzyżynska, A.J. Reynolds, N. Spencer, and H. Jouhara. 2017. "Potential Of Pyrolysis Processes In The Waste Management Sector". *Thermal Science And Engineering Progress* 3: 171–197. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2017.06.003>.
14. Kalargaris, Ioannis, Guohong Tian, and Sai Gu. 2017. "The Utilisation of Oils Produced from Plastic Waste at Different Pyrolysis Temperatures in a DI Diesel Engine." *Energy* 131 (July): 179–85. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.024>.
15. Williams, Paul, and Edward Slaney. 2007. "Analysis of Products from the Pyrolysis and Liquefaction of Single Plastics and Waste Plastic Mixtures." *Resources, Conservation and Recycling* 51 (October): 754–69. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.12.002>.
16. Selection of sources and articles describing hazards with and accidents at pyrolysis plants: Government of Ontario, Ministry of Labour. n.d. "Tire Explosion – Pyrolysis | Ministry of Labour." Government of Ontario, Ministry of Labour. Accessed January 11, 2022. <https://www.labour.gov.on.ca/english/hs/pubs/alerts/a34.php>; "Explosion at a Pyrolysis Plant." n.d. *La Référence Du Retour d'expérience Sur Accidents Technologiques* (blog). Accessed January 11, 2022. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52747-en/?lang=en>; Kononov, Sergei. n.d. "Fire at a Tire Pyrolysis Facility in the Netherlands | Weibold – Tire Recycling & Pyrolysis Consulting." Accessed January 11, 2022. <https://weibold.com/fire-at-a-tire-pyrolysis-facility-in-netherlands>; "Worker Critically Injured in Tyre Recycling Unit Fire." 2011. *The Indian Express* (blog). November 8, 2011. <https://indianexpress.com/article/cities/chandigarh/worker-critically-injured-in-tyre-recycling-unit-fire>.
17. Zheng, Jiajia, and Sangwon Suh. 2019. "Strategies to Reduce the Global Carbon Footprint of Plastics." *Nature Climate Change* 9 (5): 374–78. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z>.
18. Hamilton, Lisa Anne, Steven Feit, Carroll Muffett, Matt Kelso, Samantha Malone Rubright, Courtney Bernhardt, Eric Schaeffer, Doun Moon, Jeffrey Morris, and Rachel Labbé-Bellas. 2019. *Plastic & Climate: The Hidden Costs Of A Plastic Planet*. Ebook. Center for International Environmental Law. <https://www.ciel.org/reports/plastic-health-the-hidden-costs-of-a-plastic-planet-may-2019>.
19. In 2015, the global carbon footprint of plastic throughout its full life-cycle was estimated at 1.7 Gt of CO₂ equivalent (CO₂e), which would grow to 6.5 GtCO₂e by 2050. Source: Zheng, Jiajia, and Sangwon Suh. 2019. "Strategies to reduce the Global Carbon Footprint of Plastics." *Nature Climate Change* 9 (5): 374–78. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z>.
20. Rollinson, Andrew N., and Jumoke Oladejo. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, And Environmental Impacts". <https://doi.org/10.46556/onls4535>.
21. Miandad, R., M.A. Barakat, Asad S. Aburiazza, M. Rehan, and A.S. Nizami. 2016. "Catalytic Pyrolysis of Plastic Waste: A Review." *Process Safety and Environmental Protection* 102 (July): 822–38. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2016.06.022>.
22. Rollinson, Andrew N., and Jumoke Oladejo. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, And Environmental Impacts". <https://doi.org/10.46556/onls4535>; Baytekin, B., H. T. Baytekin, and B. Grzybowski. 2013. "Retrieving and Converting Energy from Polymers: Deployable Technologies and Emerging Concepts." <https://doi.org/10.1039/C3EE41360H>.
23. Ibid
24. Patel, Denise, Moon Doun, Neil Tangri, and Monica Wilson. (2020). All Talk and No Recycling: An Investigation of the U.S. "Chemical Recycling" Industry. *Global Alliance for Incinerator Alternatives*. www.doi.org/10.46556/WMSM7198
25. Paladino, O., and A. Moranda. 2020. "Human Health Risk Assessment of a Pilot-Plant for Catalytic Pyrolysis of Mixed Waste Plastics for Fuel Production." *Journal of Hazardous Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124222>.
26. Rollinson, Andrew N., and Jumoke Oladejo. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, And Environmental Impacts". <https://doi.org/10.46556/onls4535>.
27. Ibid.
28. RTI International. 2012. "Environmental And Economic Analysis Of Emerging Plastics Conversion Technologies". RTI International. <http://energy.cleartheair.org.hk/?p=1281>.
29. Tang, Yihao, Malik Hassanaly, Venkat Raman, Brandon A. Sforzo, and Jerry Seitzman. 2021. "Probabilistic Modeling Of Forced Ignition Of Alternative Jet Fuels". *Proceedings Of The Combustion Institute* 38 (2): 2589–2596. <https://doi.org/10.1016/j.proci.2020.06.309>.
30. Kathrotia, Trupti, and Uwe Riedel. 2020. "Predicting the Soot Emission Tendency of Real Fuels – A Relative Assessment Based on an Empirical Formula." *Fuel* 261 (February): 116482. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116482>.
31. Sherwood, James. 2019. "Closed-Loop Recycling of Polymers Using Solvents." *Johnson Matthey Technology Review* 64 (January). <https://doi.org/10.1595/205651319X15574756736831>; Rollinson, Andrew N. 2021. "Technical Briefing – The Reality of Waste-derived Fuels: Up In The Air." GAIA. <https://www.no-burn.org/jetfuels>.
32. Rollinson, Andrew N. 2021. "Technical Briefing – The Reality of Waste-derived Fuels: Up In The Air." GAIA. <https://www.no-burn.org/jetfuels/>.
33. Ocean Recovery Alliance. 2015 "Plastics-to-Fuel Project Developer's Guide - Ocean Recovery Alliance." Accessed January 11, 2022. <https://www.oceanrecov.org/about/plastic-to-fuel-report.html>.
34. Rollinson, Andrew N., and Jumoke Oladejo. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, And Environmental Impacts". <https://doi.org/10.46556/onls4535>.
35. Tangri, Neil, and Monica Wilson. 2017. "Waste Gasification & Pyrolysis: High Risk, Low Yield Processes for Waste Management". *Global Alliance for Incinerator Alternatives (GAIA)*. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Waste-Gasification-and-Pyrolysis-high-risk-low-yield-processes-march-2017.pdf>
36. Stringfellow, Thomas. 2014. "An Independent Engineering Evaluation of Waste-to-Energy Technologies." *Renewable Energy World*. January 13, 2014. <https://www.renewableenergyworld.com/baseload/an-independent-engineering-evaluation-of-waste-to-energy-technologies>.
37. Ocean Recovery Alliance. 2015 "Plastics-to-Fuel Project Developer's Guide - Ocean Recovery Alliance." Accessed January 11, 2022. <https://www.oceanrecov.org/about/plastic-to-fuel-report.html>.
38. Liu, Sibao, Pavel A. Kots, Brandon C. Vance, Andrew Danielson, and Dionisios G. Vlachos. 2021. "Plastic Waste To Fuels By Hydrocracking At Mild Conditions". *Science Advances* 7 (17). <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf8283>.
39. Rollinson, Andrew N. 2021. "Technical Briefing – The Reality of Waste-derived Fuels: Up In The Air." GAIA. <https://www.no-burn.org/jetfuels>.
40. Rollinson, Andrew N., and Jumoke Oladejo. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, And Environmental Impacts". <https://doi.org/10.46556/onls4535>.
41. See the definition of EJ communities in: Ana Baptista, Perovich, A. 2019. U.S. Municipal Solid Waste Incinerators: An Industry in Decline. *Tishman Environment and Design Center at The New School*. <https://www.no-burn.org/resources/u-s-municipal-solid-waste-incinerators-an-industry-in-decline>.