

La Escoba

Boletín de opciones para dejar de hacer basura

Número 12 - Julio 2023



La Incineración: Introducción a un debate



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS





CONTENIDO

- 3** Editorial
- 4** La incineración de residuos sólidos urbanos en México
- 11** Por qué no a la incineración y coprocesamiento de residuos como modelo de gestión

Incinerar o no incinerar, ¿cuáles son los términos del debate?

La incineración de los residuos tiene una historia, una historia que arranca a mediados del siglo XIX. A partir de entonces, a medida que la basura se incrementaba y los vertederos empezaban a saturarse, los gobiernos locales toparon con problemas para hallar nuevos lugares donde instalarles, lo que hizo necesario encontrar alternativas para no seguir enterrando los desperdicios. Cuando un vertedero no se manejaba bien (por desgracia, algo muy frecuente todavía en nuestros días) las montañas de basura ocasionaban problemas severos de salud pública. Por ello, la población no aceptaba (ni acepta) tener un sitio maloliente cerca de sus espacios residenciales. Entonces, cuando no hay dónde tirar, se optaba por quemar.

Pero quemar tiene riesgos. El impacto a la salud de una incineración no controlada es grave. Entre las cosas que suelen quemarse, figuran sustancias que el fuego puede convertir en venenos muy tóxicos para la vida. Por tanto, gradualmente esa práctica empezó a prohibirse: la contaminación generada por la quema afecta de múltiples maneras la salud de la población y de los ecosistemas. Además, al empezar el siglo XXI, se hizo también claro que la incineración también afecta la salud del planeta: las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por la quema de residuos explica una parte de la masa de gases que están generando el cambio climático, el aumento de las temperaturas a nivel global.

En medio de esta historia, surgió un actor económico interesado en el problema: las empresas que requieren combustibles alternativos a los hidrocarburos (gas, carbón, petróleo) para abaratar sus costos. Aprovechar los residuos, consumirlos como combustibles para generar energía a través de una incineración controlada, representa una opción aparentemente más barata. Es el

caso de las empresas cementeras, las cuales aprovechan los desechos con valor energético para alimentar sus hornos.

Sin embargo, esta opción no contribuye a la economía circular, pues no reincorpora o da vida útil a materias que sería posible reciclar. Al contrario, las incinera, pero no las elimina del todo ya que después de la incineración aparecen cenizas (un 25% respecto del total) que requieren un tratamiento especial.

Un hecho que genera rechazo a la incineración es que el fuego de los residuos puede producir sustancias tóxicas: dioxinas y furanos. Desde la década de 1980 la industria de la incineración se ha esforzado por reducir las emisiones de dioxinas gracias a un avance en cuanto al diseño, operación y monitoreo de las plantas de incineración. Sin embargo, eso no significa que todas las plantas que actualmente operan, o que sean propuestas para el futuro, trabajen en condiciones óptimas. Por consiguiente, el desafío es contar con instrumentos que permitan verificar que se cumplan las normas ambientales de forma rigurosa. De lo contrario, el riesgo es muy alto: las dioxinas y los furanos que se dispersan en la atmósfera pueden dar origen a enfermedades incurables y mortales. Contar con regulaciones estrictas supone contar con autoridades e inspectores incorruptibles que vigilen el cumplimiento impecable de las normas.

Se ha dicho que si las autoridades no pueden cumplir ese mandato, entonces deberían contemplar honrar el principio precautorio, especialmente tomando en cuenta que existen alternativas que pueden lograr reducciones comparables o incluso mayores en cuanto a la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios.

Los textos que ahora presentamos pueden ayudar a tener más claros los términos del debate.

La incineración de residuos sólidos urbanos en México

Alonso Jiménez Reyes *

En México, se estima una generación total de residuos de más de 120 mil toneladas diarias. Alrededor del 31.56 % corresponde a la fracción inorgánica y tiene un alto valor para ser aprovechado; el 46.42 % lo integran los residuos orgánicos; y el 22.03 % “otros residuos” (Semarnat, 2020).

Si bien existe un potencial para aprovechar alrededor de 38,351 toneladas por día (t/día) de residuos mediante el reciclaje o la recuperación de energía, se requieren distintas acciones que fortalezcan el manejo de los residuos, principalmente aquellas relacionadas con la valorización y el tratamiento, siempre en favor de la jerarquía de los residuos (**Figura 1**).



Figura 1. Jerarquía de los residuos. SEMARNAT, 2019.

La Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en su artículo 5, fracciones XLI y XLV, define al tratamiento como los “*Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad*”; y a la valorización como el “*Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos.*”

Procedimientos	Ejemplos
Físicos	Separación (manual o mecanizada) Trituración Separación magnética Compactación
Químicos	Hidrólisis Oxidación Vitrificación Polimerización
Biológicos	Composteo Digestión anaerobia
Térmicos	Incineración Pirólisis Esterilización Microondas

Tabla 1. Métodos de tratamiento de los residuos sólidos. Fuente: elaboración propia, con información de Orta, Yáñez, Monje, Rojas & Toscano, 2009.

* Subsecretario de Regulación Ambiental, SEMARNAT

Los residuos son el resultado de la producción y el consumo de productos, alimentos y servicios que ocupamos y desechamos cotidianamente, y su composición es la clasificación y el manejo que se les debe dar. Como lo indica la LGPGIR, se clasifican en tres grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP). Por su parte, los RSU y RME son reclasificados y separados según sus características, por ejemplo, en orgánicos e inorgánicos.

Los inorgánicos se seleccionan según su valor para el reciclaje, reutilización, aprovechamiento u obtención de energía. Los que no pueden valorizarse reciben otro tratamiento o se confinan (SEMARNAT, 2019). Para el manejo de los residuos se encuentra la incineración, que tiene como objetivo la reducción de su volumen o el aprovechamiento de la producción calorífica de algunos materiales, ya sea para la generación de energía o para la disminución de su peligrosidad (Muñoz M., et al., 2016).

La incineración

Dentro de los procedimientos de tratamiento térmico de los residuos tenemos la incineración, que consiste en la combustión de los residuos con objeto de reducir el volumen original (85-95%), y transformarlos químicamente en materiales inertes sin la necesidad de agregar combustible adicional (GIZ, 2017).

La incineración en sí misma es un proceso de oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno, cuyos productos finales incluyen gases de combustión (20-25%), principalmente compuestos por dióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua (gas de chimenea), así como cenizas. Durante la incineración de residuos también resulta posible recuperar energía mediante el intercambio de calor de los gases calientes de combustión (GIZ, 2017).

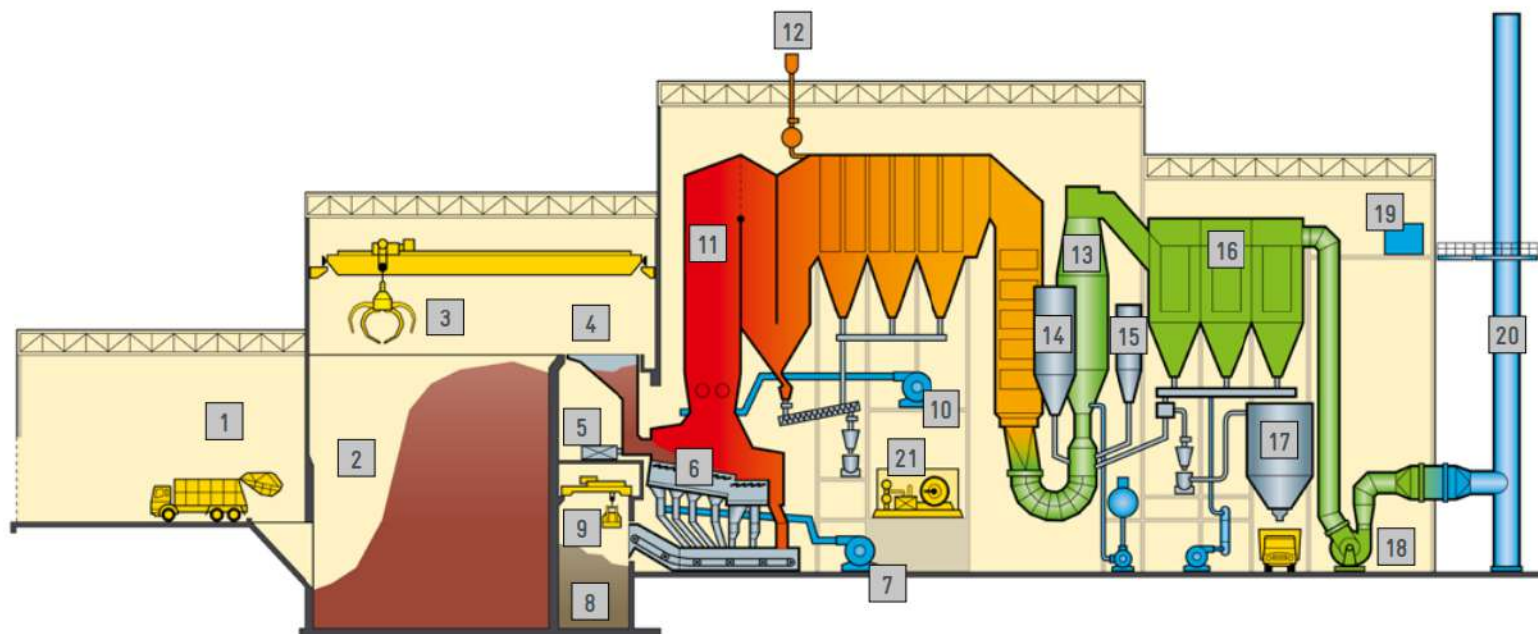
Es muy importante resaltar que la incineración es un proceso controlado que se realiza en instalaciones especializadas, no debe confundirse con la "quema" de residuos, término que en muchos casos se utiliza de forma indistinta. Si bien la quema de residuos también es un proceso de combustión, ésta se realiza generalmente a cielo abierto sin contar con medidas de control tanto del proceso en sí mismo, como de los contaminantes generados (cenizas y gases), que al dispersarse en el ambiente representan un riesgo para la salud de la población y los ecosistemas.

Proceso de incineración

De forma general, podemos dividir el proceso de incineración en cuatro etapas:

- 1) Recepción de residuos
- 2) Incineración
- 3) Limpieza o depuración del gas de combustión
- 4) Recuperación de energía





ENTREGA DE RESIDUOS

- 1 Cuarto de vertido
- 2 Depósito de residuos
- 3 Grúa de residuos
- 4 Tolva de alimentación

INCINERACIÓN

- 5 Alimentador
- 6 Parrilla de incineración
- 7 Ventilador primario
- 8 Depósito ceniza inf.
- 9 Grúa ceniza inf.
- 10 Ventilador secundario
- 11 Caldera de vapor
- 12 Válvula de seguridad de la caldera

LIMPIEZA DEL GAS DE COMBUSTIÓN

- 13 Reactor-gas de comb.
- 14 Cal hidratada
- 15 Carbón activado
- 16 Filtro
- 17 Silo (ceniza volante)
- 18 Ventilador ID
- 19 Sistema de Monitoreo de Emisiones (CEMS)

RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

- 21 Turbina de vapor / generador

Figura 2. Etapas y subetapas de la incineración. GIZ, 2017.

El proceso inicia con la descarga de los residuos en un foso o depósito para ser transportados posteriormente, mediante una grúa, al sistema de alimentación hasta llegar a las parrillas de incineración donde son quemados en bruto [1]. En este punto, se puede introducir aire desde el fondo de la parrilla (aire primario), o bien desde la parte superior (aire secundario). Esto ayuda a controlar la velocidad de incineración y la temperatura del horno. El tiempo de residencia y la temperatura dependerán, entre otros factores, del tipo de residuo, sin embargo, varía entre 850-1,450°C (GIZ, 2017).

Las cenizas y rechazos o residuos no incinerados (escoria) son depositados al fondo en una tolva. Estos residuos deberán ser tratados o dispuestos de acuerdo a sus características. Dependiendo del tipo y composición de los residuos, además de los gases antes mencionados también pueden producirse otros compuestos tóxicos, como gases ácidos, compuestos orgánicos (dioxinas y furanos) o metales pesados volátiles (vapores de mercurio, por ejemplo). La limpieza de los gases, por consiguiente, resulta un factor esencial.

El proceso de depuración puede incluir sistemas de adsorción, reacciones de neutralización y diferentes tipos de filtros para contener las cenizas volantes. A su vez, los residuos generados en estos procesos de limpieza también deberán tratarse y disponerse apropiadamente.

La recuperación del calor de los gases calientes se realiza a través de tubos llenos de agua para generar vapor, que puede ser aprovechado directamente en otros procesos, o bien, puede transformarse en electricidad mediante un generador. De forma general, las plantas que utilizan la cogeneración de energía térmica junto con la eléctrica pueden alcanzar eficiencias de un 80 %, mientras que la generación de energía eléctrica por sí sola solo alcanza eficiencias de un 20 % (GIZ, 2017). La incineración de residuos generalmente está diseñada para procesar los residuos mezclados y sin tratar, no obstante, es primordial que estos cuenten con un poder calorífico inferior (PCI) mayor a 7 MJ/Kg. Esta condición es difícil de alcanzar cuando se tiene un porcentaje alto de residuos orgánicos, por la humedad que contienen, como es el caso de la mayoría de los países de América Latina y el Caribe (GIZ, 2017).

Costos

En general, los proyectos de aprovechamiento energético de residuos son costosos y la incineración no es una excepción (**Tabla 2**). Además del capital de inversión, una parte importante de los costos de las plantas de incineración se debe al mantenimiento y la necesidad de instalar equipos avanzados para la depuración de los gases y cenizas. Asimismo, estas instalaciones requieren de personal altamente capacitado.

Componente de la planta de incineración	Porcentaje del costo de operación (%)
Sueldos y salarios, administración	25 - 30
Mantenimiento	35 - 40
Servicios (energía, comunicación, combustibles) y suministros	20
Manejo y disposición de residuos de proceso	20

Tabla 2. Distribución de costos de operación de una planta de incineración. Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México (ENRES), 2017.

Experiencias a nivel nacional

Actualmente, en México solo se cuenta con plantas de incineración para residuos peligrosos, principalmente biológico -infecciosos. Para el caso de residuos sólidos urbanos, se tiene el antecedente de la planta de incineración que se instaló en 1990 en San Juan de Aragón, en la Ciudad de México (CDMX), con una capacidad de operación de 100 t/d, donde solo se hicieron pruebas operativas, sin entrar nunca en funcionamiento.

Después, a finales de 2017, el gobierno de la CDMX contempló el desarrollo de un proyecto de "termovalorización" de residuos, que consistía en una planta de incineración con recuperación de energía, donde se procesarían alrededor de 4 mil 500 toneladas de residuos al día, de las casi 13 mil que genera la ciudad. La energía eléctrica producida se destinaría al Sistema de Transporte Colectivo, Metro. Sin embargo, con el cambio de la administración, el proyecto cedió lugar a otro tipo de obras, como la construcción de la actual Planta de Carbonización Hidrotermal en el Bordo Poniente.

Residuos como combustibles

Si bien el objetivo principal de la incineración es la disminución del volumen de los residuos, estos asimismo son utilizados directamente como combustibles en otros procesos, cuando poseen un alto poder calorífico, sustituyendo en parte a los combustibles convencionales. La técnica se denomina coprocesamiento. De acuerdo con la LGPGIR, el coprocesamiento se define como "la integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo" (Artículo 5, fracción IV). En México, el coprocesamiento se realiza especialmente en la industria cementera, utilizando residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.

Marco normativo en México

Actualmente, la LGPGIR, en su artículo 142, refiere por ningún caso se podrá autorizar la importación de residuos para su incineración. De otro lado, para la incineración de residuos peligrosos el artículo 151 BIS indica que se requiere autorización de la SEMARNAT.

Ley General de Cambio Climático establece en los artículos 33 y 102 *"Promover el aprovechamiento del potencial energético contenido en los residuos"*. Las regulaciones de la LGPGIR se centran en las autorizaciones, prohibiciones y los criterios que deberán considerar la reglamentación y las normas en materia de incineración de residuos peligrosos. Por su parte, el Reglamento de dicha ley profundiza en los requerimientos, plazos y alternativas de las autorizaciones y prohibiciones, así como en el establecimiento de sanciones.

Instrumentos	Artículos
Ley General para la Prevención y Gestion Integral de Residuos	50, 61, 62, 63, 67, 100 y 106
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestion Integral de los Residuos	49, 50, 51, 55, 57, 58, 71, 80 y 105

Tabla 3. Artículos que hacen referencia a la incineración.

También se cuenta con la Norma Oficial Mexicana **NOM-098-SEMARNAT-2002**, Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. Entre sus objetivos, la Norma "establece las especificaciones de operación, así como los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las instalaciones de la incineración de residuos". Con base en su campo de aplicación, "es de observancia obligatoria aplicable en todo el territorio mexicano, con excepción de los mares territoriales en donde la nación ejerza su jurisdicción, para todas aquellas instalaciones destinadas a la incineración de residuos, excepto de hornos crematorios, industriales y calderas que utilicen residuos como combustible alternativo. No aplica para la incineración de residuos radiactivos, para los cuales se aplicarán las disposiciones que emita la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias."

En este instrumento se establecen límites máximos permisibles para el monóxido de carbono (CO), ácido clorhídrico (HCl), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de azufre (SO2), partículas, metales, dioxinas y furanos. Además, se señala la frecuencia de medición y la metodología empleada.

Un punto para resaltar en esta norma, es que considera como residuos peligrosos a las cenizas y otros residuos sólidos generados durante el proceso de incineración, debiendo cumplir con las disposiciones legales aplicables (7.12).

Disposiciones estatales en materia de incineración

Un análisis sobre instrumentos legales de orden estatal arrojó que no todas las entidades federativas contemplan la incineración dentro del manejo integral de residuos. Solamente 11 de las 32 entidades cuentan con legislaciones que incluyen definiciones del proceso de incineración (Tabla 4).

Código	Estado de México
Leyes ambientales	Aguascalientes, Baja California, CDMX, Hidalgo, Nuevo León y San Luis Potosí.
Leyes de residuos	Oaxaca, Querétaro, Sinaloa y Zacatecas.

Tabla 4. Instrumentos legales locales que definen la incineración. Fuente: elaboración propia.

Sin bien estos instrumentos hacen referencia a la combustión controlada, algunas definiciones están más apegadas a la establecida en la LGPGIR. Asimismo, esta Ley nacional, en su artículo 100, faculta a las legislaciones locales para establecer prohibiciones en materia de “incineración de residuos a cielo abierto” (sic).

En este sentido, los instrumentos jurídicos revisados contienen disposiciones sobre las autorizaciones, prohibiciones o sanciones en torno a la quema o incineración de los residuos. Algunas leyes, como las de los estados de Chiapas, Chihuahua, Morelos, Querétaro y Sinaloa dan atribuciones a los municipios para emitir disposiciones y establecer las medidas para la quema de residuos, de conformidad con sus respectivas competencias.

Actualmente, existen tres leyes en materia de prevención, gestión integral y economía circular de los residuos: las de los estados de Baja California, Querétaro y Quintana Roo. Cada una de ellas introduce el párrafo siguiente: “Fomentar la inversión pública, privada o mixta para la implementación de tecnología sostenible, energías renovables y energías limpias que permitan la valorización y aprovechamiento energético de los residuos.”

Puntos de mejora para la regulación ambiental

Se considera necesario hacer una revisión y sus consecuentes adecuaciones a lo establecido en la fracción II del artículo 100, sobre la “incineración al aire libre”, pues el término no es congruente con la definición de “incineración” de la fracción XIII, artículo 5, de la misma ley. La definición se debería acotar únicamente al proceso de combustión, excluyendo los procesos de pirólisis, la gasificación y el plasma. En todo caso, estos procesos se podrían incluir en una definición más amplia sobre “procesos térmicos”.

En este sentido, las legislaciones locales también deberían adoptar los cambios establecidos en los ordenamientos nacionales.

Conclusiones

La incineración es una tecnología más para el tratamiento de residuos, y representa una alternativa para residuos específicos no aprovechables. No obstante, el sistema de gestión de residuos debe enfocarse en reintegrar los residuos al ciclo productivo, dejando la valorización energética y la disposición final como últimas opciones.

La incineración es una opción para aquellos municipios que cuenten con un sistema avanzado de gestión de residuos, y que puedan asegurar los requerimientos financieros para cubrir los altos costos de inversión, operación y mantenimiento, que difícilmente se podrían sufragar mediante las cuotas tarifarias y la venta de energía.

En cuanto a la generación de residuos tóxicos que puedan poner en riesgo la salud de la gente y el medio ambiente, su tratamiento inadecuado ocasiona que las tecnologías no sean aceptadas por algunos sectores de la población.

Se requiere fortalecer y homologar el marco jurídico relativo a los procesos de tratamiento térmico de residuos, con la finalidad de evitar confusiones y favorecer el desarrollo de estas nuevas tecnologías, privilegiando siempre la prevención, el reúso y el reciclaje de residuos.

[1] Además del horno de parrillas, existen otros tipos de hornos donde se lleva a cabo la combustión, como el de lecho fluidizado y el rotatorio.

Referencias

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (2014). *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (2022). *LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO*. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (2023). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>

GIZ. (2017). *Guía para los Responsables de la Toma de Decisiones en Países en vías de Desarrollo y Emergentes*. Eschborn, Alemania: GIZ. Obtenido de <https://www.giz.de/en/downloads/Guia%20GIZ%202017%20WasteToEnergy%20-%20SP.pdf>

Muñoz, M., Calvachi, V., Navarro, N., & Aldás, M. (2016). Incineración de la fracción biodegradable de los residuos sólidos urbanos. *Revista Cumbres*, 9.15.

Orta, T., Yañez, I., Monje, I., Rojas, M. N., & Toscano, L. (2009). *Estudio de Evaluación de Tecnologías Alternativas o Complementarias para el Tratamiento o Disposición Final de los Residuos Sólidos Urbanos*. Ciudad de México: SEMARNAT. Obtenido de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD000931.pdf>

Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México (ENRES). (2017). *Plantas de incineración de residuos sólidos urbanos*. Ciudad de México, México: GIZ. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279569/Costos_y_emisiones_Plantas_de_incineracion.pdf

SEMARNAT. (2019). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2018*. Obtenido de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Informe2018GMX_web.pdf

SEMARNAT. (2019). *Visión Nacional Hacia una Gestión Sustentable: Cero Residuos*. Ciudad de México: SEMARNAT. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435917/Vision_Nacional_Cero_Residuos_6_FEB_2019.pdf

Semarnat. (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos* (Primera ed.). Ciudad de México, México: SEMARNAT. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos, Vol I y II*. España: McGraw-Hill.

Por qué no a la incineración y coprocesamiento de residuos como modelo de gestión

Marisa Jacott *

La incineración y el coprocesamiento han sido por décadas tecnologías contaminantes utilizadas para el manejo de residuos como parte de un modelo industrial y de políticas públicas neoliberales de alta actividad extractiva, sobreexplotación, devastación, consumo y una inconmensurable contaminación química, que “ha ocasionado una pandemia silenciosa de enfermedades y discapacidades”, en palabras del *Relator Especial sobre sustancias tóxicas y derechos humanos, Baskut Tuncak* [1].

La utilización de estas tecnologías como política para la gestión de casi todo tipo de residuos, peligrosos y no peligrosos (del campo, océano, ciudad, industria, servicios), se inserta dentro de esquemas de una economía lineal que fomenta y promueve el hiperconsumo; el úsese y tírese; sin importar el destino del planeta y el nuestro con él, ya que entre más generación haya de residuos y de basura para quemarla en sus hornos, mayores ganancias económicas tendrán, tanto al cobrar por su quema, como por el ahorro de millones de dólares que les ha significado sustituir el uso de combustibles fósiles por residuos en la fabricación del cemento.

Quemar residuos en incineradores y hornos cementeros no es reciclaje porque se trata en realidad de una disposición final

que genera emisiones contaminantes persistentes, tóxicas, bioacumulables, de transportación de largo alcance, lo que ha provocado significativos daños a la salud, al medio ambiente y afectaciones en los territorios cercanos a este tipo de plantas industriales.

Para entender mejor la problemática que conlleva la incineración y el coprocesamiento de residuos, es relevante revisar sus definiciones. De acuerdo con el artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) [2], se entiende por:

Co-procesamiento: *Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo (fracción IV);*

Incineración: *Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirólisis, la gasificación y plasma, solo cuando los*

* Fronteras Comunes / Colectiva Malditos Plásticos



subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno (fracción XIII);

Reciclado: *Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos (fracción XXVI).*

Como se puede observar, la definición de coprocesamiento es bastante imprecisa, ya que esa “integración segura de residuos” a la que hace referencia es ambigua y omite algo tan importante como señalar que se trata de un proceso térmico, de quemar residuos, que aunque se realice con altas

temperaturas, hornos secos y tecnología, libera emisiones y cenizas tóxicas que impactan los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales conocidos como DESCA de las comunidades cercanas a dichas plantas.

La Cámara Nacional del Cemento (Canacem) define el coprocesamiento como “el ingreso de desechos al horno cementero para su disposición final de tal forma que no se generen nuevos residuos, cenizas o emisiones” [3]. Esta definición confirma que el ingreso de desechos al horno cementero es una disposición final, lo que coincide con la argumentación de que esta tecnología es un proceso de final de tubería, de eliminación y no de reciclaje ni de economía circular como lo maneja la industria cementera en su discurso de

En la actualidad, desde una perspectiva global, cerca del 37% de los residuos se destina a algún tipo de vertedero o relleno sanitario, 33% va a un tiradero a cielo abierto, 19% experimenta algún tipo de recuperación sea a través del reciclaje o del composteo, y 11% experimenta una valorización energética o incineración controlada.

maquillaje verde. Es tal su influencia política, que el coprocesamiento está contemplado como forma de reciclaje, hasta en la propuesta de ley de economía circular [4] que se encuentra —afortunadamente— detenida en la Cámara de Diputados, aunque la realidad es que debería ya estar en la basura... tal vez llegando a un incinerador.

La quema de residuos a través del coprocesamiento y la incineración se promueve desde la industria, junto con el gobierno y la cooperación internacional, como “reciclaje energético”, “valorización”, “economía circular”, “nueva neutralidad de plásticos”, “neutralidad de carbono” y como la panacea para acabar con la crisis de la basura plástica, con la saturación de los rellenos sanitarios y vertederos y su contaminación, cuando esto en realidad no es así. Veamos por qué.

La incineración y el coprocesamiento han sido fuertemente impulsados por la industria junto con el gobierno mexicano desde finales de los años noventa e inicios del dos mil como tecnologías a posicionar, y qué mejor para éstas que lo hayan logrado cobijadas por una legislación de residuos que descarga la responsabilidad del sector privado y público al establecer los principios rectores arriba mencionados de responsabilidad compartida, valorización y manejo integral, definiendo la política pública en materia de agenda

gris. Fue durante el gobierno de Vicente Fox cuando se instituye la fuerza del coprocesamiento al establecerlo en 2003 en la LGPGIR no solo como una forma permitida para la gestión de los residuos, sino como un valor y principio que permea toda su regulación. Esta visión se vio reforzada a nivel internacional,

—con la adopción de uno de los principales objetivos de la ecología industrial de la OCDE en el año 2000, referente al uso de desechos como combustibles, situándola como “un ejemplo positivo de visión de futuro”;

—con la promoción de esquemas de responsabilidad social empresarial bajo las reglas de la OCDE (*Directrices para empresas multinacionales*);

—en 2011 cuando el Convenio de Basilea establece las *Directrices técnicas sobre el coprocesamiento ambientalmente racional de los desechos peligrosos en hornos de cemento* [5] decisión BC-10/8 que señala que en “los países en desarrollo, que posiblemente cuenten con poca o ninguna infraestructura de gestión de desechos... el coprocesamiento adecuadamente regulado puede suponer una opción práctica, rentable y ambientalmente preferible a los vertederos y la incineración”.

La industria, principalmente la cementera —y otros establecimientos de jurisdicción

federal [6] y subsectores [7] que se benefician por el uso del coprocesamiento—, así como el gobierno federal, legisladores y la cooperación alemana a través de la agencia GIZ que asesora a gobiernos locales y estatales para que quemen sus residuos (antes GTZ), junto con instituciones financieras internacionales como el Banco Mundial, al promover y posicionar la incineración y el coprocesamiento han impedido el tránsito hacia políticas y modelos más sustentables **que no tengan que manejar, enterrar y quemar los residuos**, sino reducirlos, evitar su generación, dejar de verterlos, y con esto, detener más la contaminación química y ambiental que provocan estos desechos en los rellenos, en los vertederos o cuando se queman.

La visión que antepone los intereses económicos privados es la que ha evitado el avance hacia políticas más firmes como la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), donde los fabricantes se tienen que hacer cargo física, económica y ambientalmente de sus productos durante

todo su ciclo de vida, incluyendo la etapa posterior al consumo que es el descarte, sin incineración ni prácticas contaminantes, de una manera articulada e integral con esquemas de política ambiental que sean preventivos y precautorios, con el establecimiento de sistemas de basura cero, compostaje, agroecología [8], seguridad química, retornabilidad, prohibiciones firmes a los plásticos de un solo uso y fuentes de energía sin quema de residuos, entre muchos otros.

“Los residuos son la tercera fuente de emisiones antropogénicas de metano más grande, reducirlos entregará rápidos resultados que evitan el calentamiento global [...] basura cero, permite reducir las inundaciones, impedir la transmisión de enfermedades, mejorar la salud del suelo y proveer ventajas económicas [...] además de frenar las repercusiones del cambio climático, contribuyen a muchas esferas bases del funcionamiento de una sociedad entregando beneficios ambientales, económicos, sociales, políticos e institucionales. Por ejemplo, por medio de la mejora de la salud pública, la reducción de la contaminación ambiental, el incentivo a la creación de empleo, el apoyo al desarrollo de la comunidad y su contribución a problemas de desigualdad e injusticia social” [9]. Basura cero es reestructurar un sistema que envía miles de millones de toneladas de desechos al año a nuestra tierra, océanos y aire, por procesos de regeneración, respeto por la naturaleza y justicia ambiental y social. La implementación de estrategias de cero residuos, como la reducción de residuos, el compostaje, el verdadero reciclaje y el rediseño industrial, entre otras, conduce a ciudades y comunidades más resilientes, equidad social y entornos más saludables [10].



La Agenda 2030 señala la necesidad urgente de reducir la generación de desechos y transitar hacia la seguridad química, materia también del Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM); y si se trata de alcanzar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también es necesario reducir y eliminar la contaminación química, industrial, de residuos y plásticos.

Ante esta realidad, México debe cambiar sus políticas públicas, intereses económicos y visión de futuro y dejar de permitir y promover la quema de residuos como si fuera un reciclaje sustentable.

En términos de impacto ambiental, la industria cementera solo reconoce el daño climático que causan sus emisiones de CO₂, cuyo porcentaje, respecto de otros sectores industriales, corresponde al 7% de las emisiones de GEI a nivel mundial [11].

Sin embargo, como la industria cementera no está obligada a realizar mediciones directas para su reporte al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), niega sistemáticamente las repercusiones que tienen al ambiente, a la salud humana y a los territorios la quema de casi todo tipo de residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME), peligrosos (RP), así como la contaminación producida por el vertido diario y sistemático de sustancias tóxicas al aire, agua y suelo de contaminantes orgánicos persistentes (COP), metales pesados, gases de efecto invernadero y cenizas tóxicas, entre otras; lo que significa territorios impactados por la quema de residuos como insumo energético, padeciendo exposiciones agudas y crónicas tanto por las emisiones generadas en el proceso de producción, como por aquellas producto de accidentes que han ocurrido en las plantas que preparan los residuos para su coprocesamiento [12].

Los COP son contaminantes de preocupación mundial por ser de las sustancias más dañinas que existen, por lo que se creó el *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes* como instrumento internacional para proteger de estas sustancias a la salud humana y al medio ambiente. México, al ser signatario del convenio, se obligó a partir de 2001 a reducir y eliminar las fuentes contaminantes de COP, estableciendo medidas de control sobre su producción, importación, disposición, uso y eliminación. La mayoría de las sustancias listadas alteran el sistema hormonal.

El artículo 5, *Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción no intencional de COP*, menciona que las sustancias COP —listadas en el Anexo C del Convenio de Estocolmo— son “el hexaclorobenceno (HCB), el pentaclorobenceno, los bifenilos policlorados (PCB), así como las dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD), y los dibenzofuranos policlorados (PCDF), se forman y se liberan de manera no intencionada a partir de procesos térmicos, que comprenden materia orgánica y cloro, como resultado de una combustión incompleta o de reacciones químicas” de fuentes industriales señaladas en la Parte II del convenio, entre las que se encuentran:

(a) Incineradoras de desechos, incluidas las coincineradoras de desechos municipales peligrosos o médicos o de fango cloacal;

(b) Desechos peligrosos procedentes de la combustión en hornos de cemento; ...

Y también a partir de fuentes como las señaladas en la Parte III:

- (a) Quema a cielo abierto de desechos, incluida la quema en vertederos;
- (b) Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la parte II;
- (c) Fuentes de combustión doméstica;
- ...

La Parte V del Convenio de Estocolmo está dedicada a las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales para evitar la formación y liberación de COP. Señala como medidas favorables:

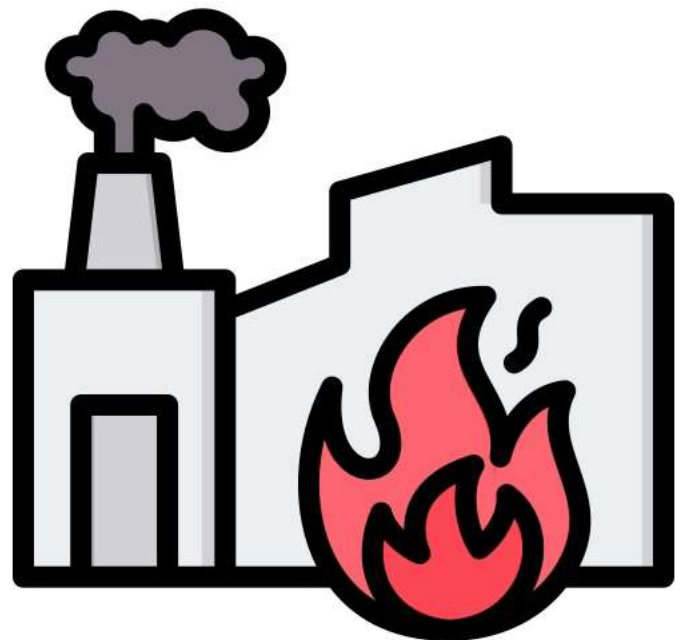
- (a) Utilización de una tecnología que genere pocos desechos;
- (b) Utilización de sustancias menos peligrosas;
- (c) Fomento de la regeneración y el reciclado de los desechos y las sustancias generadas y utilizadas en los procesos;
- (d) Sustitución de materias primas que sean contaminantes orgánicos persistentes o en el caso de que exista un vínculo directo entre los materiales y las liberaciones de contaminantes orgánicos persistentes de la fuente;
- (e) Programas de buen funcionamiento y mantenimiento preventivo;
- (f) Mejoramiento de la gestión de desechos con miras a poner fin a la incineración de desechos a cielo abierto y otras formas incontroladas de incineración, incluida la incineración de vertederos [...] Dentro de este criterio deben considerarse cuidadosamente los problemas de salud pública;
- (g) Reducción al mínimo de esos productos químicos como contaminantes en otros productos;

(h) Evitación del cloro elemental o productos químicos que generan cloro elemental para blanqueo [13].

Entre las características descritas para las emisiones COP se advierte que “Además de que está documentada su toxicidad, las sustancias incluidas en el Anexo C, se bioacumulan y se transportan a grandes distancias. Las sustancias persistentes no se degradan con facilidad en el medio ambiente. Los productos bioacumulables suelen ser solubles en grasas y se acumulan en los niveles tróficos superiores, en particular en los seres humanos” [14].

Dicho convenio también señala que los COP provocan diferentes enfermedades como alteraciones funcionales, hormonales, inmunes, además de ser persistentes, bioacumulables y tóxicos, lo que provoca daños como el cáncer. Los COP pueden actuar de manera combinada, sin embargo, los daños que causan estas sustancias se investigan de manera separada y no como la interacción de dos o más sustancias juntas —coctel químico—; no hay umbrales de exposición segura.

Para tener una idea del daño que provocan estas sustancias, en el RETC el umbral calculado para reportar emisiones de



dioxinas y furanos es “cualquier cantidad superior a cero”. [15] Son estimaciones y no mediciones directas. Las sustancias mayormente reportadas por la industria cementera a dicho inventario son las emisiones de arsénico, benceno, bióxido de carbono, bióxido de nitrógeno, cianuro inorgánico, cromo, cadmio, dioxinas, furanos, formaldehído, mercurio, metano, níquel, óxido nitroso y plomo [16].

El modelo de negocio de quema de residuos en hornos cementeros es el que sí es bastante circular para esta industria, ya que además de cobrar los residuos que quema, los contabiliza como “reciclaje” y obtiene ahorros de millones de dólares en sus facturas energéticas. También avanzan hacia modelos de gestión de residuos como Cemex, al ofrecer desde el 2022 no sólo servicio de quema de residuos sino también de recolección, transportación y segregación a través de su nueva compañía Regenera (antes ProAmbiente), entre cuyos clientes están: Volkswagen, British American Tobacco, Comex, Pepsico, Continental, Kimberly-Clark, GM, Nestlé, L'Oréal, Goodyear, TetraPack, Topo Chico, Ragasa, Jugos del Valle, Grupo Bimbo, Ciudad de México (25% de los residuos municipales coprocesados) y Querétaro (1.5 millones de envases multicapa de Tetra Pak = 50 toneladas) [17], entre otros clientes. La Colectiva Malditos Plásticos, desde la construcción del Acuerdo de Escazú que defiende el derecho a saber, busca que las compañías privadas sean sujetas de brindar información pública en México.

Datos contenidos en los Reportes Integrados de Cemex del 2020 al 2022 y proyecciones al 2025 y 2030 muestran el incremento en el consumo de residuos para coprocesamiento y un ahorro en su factura energética por 200 millones de

dólares en 2021. Las proyecciones señalan incrementar el coprocesamiento y garantizar la entrada de residuos de gobiernos locales y estatales.

El atraso de la política pública en México que no evita la generación de residuos, sino que promueve su quema, se ha visto exacerbado por la falta de una regulación en México en materia de sustancias químicas desde un marco precautorio, de ciclo de vida de las sustancias y sus interacciones. Nos encontramos ante una terrible deuda, una decisión consciente del Estado, una acción dolosa y no un simple problema de omisión [24].

Solo para dar un ejemplo de tal atraso, la ley de sustancias químicas de Estados Unidos/TSCA data de 1979; la de Canadá/CEPA es de 1999 y en 2021 clasificó los artículos de plástico como tóxicos; y el reglamento de la Unión Europea/REACH es de 2007. Este último reglamento introdujo cambios trascendentales para proteger mejor la salud humana y el medio ambiente, al establecer un marco regulatorio precautorio para las sustancias químicas industriales y de uso doméstico, donde la carga de la prueba para determinar los riesgos asociados con las sustancias fabricadas es de la industria, y si ésta no proporciona información de las sustancias contenidas en los productos, éstos no pueden salir al mercado (no *data*, no *market*).

Existen otros instrumentos y acuerdos de política internacional que también son transversales en el tema de la gestión de los residuos. Por ejemplo, en el Convenio de Minamata [25] -Anexo D, están listadas como fuentes puntuales de emisiones a la atmósfera de mercurio las plantas de incineración de desechos y las fábricas de cemento, entre otras. No hay discusión sobre la contaminación y daños a la salud

Datos de Reportes integrados de CEMEX	2020 [18]	2021 [19]	2022 [20]	2025	2030
Número de plantas de cemento que coprocesan	91%				
Cantidad de combustible alternativo coprocesado	2.7 millones de toneladas				
Consumo de residuos y subproductos no reciclables	12 millones	23 millones	27 millones		Aumento 50% (base 2021)
Relación con el envío de residuos a rellenos sanitarios	30 veces más	57 veces más	67 veces más		
Ahorro en su factura energética por costos de uso de combustibles fosiles	135 millones de dólares	200 millones de dólares			
Tasa de sustitución	25.3% ^[21] (2.7 millones de toneladas coprocesadas)	29.2%,	35%	43% ^[22]	50% ^[23]

Principales emisiones al aire: material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos de azufre (SOx) —se emiten como parte del proceso de producción de cemento—. Las emisiones secundarias —dioxinas y furanos, compuestos orgánicos volátiles y otros metales pesados— se liberan en cantidades muy pequeñas o insignificantes.

que provocan el mercurio y el metil mercurio como neurotóxicos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala: “La exposición al mercurio (incluso a pequeñas cantidades) puede causar graves problemas de salud y es peligrosa para el desarrollo intrauterino y en las primeras etapas de vida. El mercurio puede ser tóxico para los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel y los pulmones, riñones y ojos. El mercurio es uno de los diez productos o grupos de productos químicos que plantean especiales problemas de salud pública” [26].

La Agenda 2030 señala la necesidad urgente de reducir la generación de desechos y transitar hacia la seguridad química, materia también del Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM); y si se trata de alcanzar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también es necesario reducir y eliminar la contaminación química, industrial, de residuos y plásticos. No hay manera de que los gobiernos cumplan con los ODS —no más pobreza y hambre; más salud, educación, agua limpia y equidad de género; energías no contaminantes;

trabajo digno; clima, océanos y ecosistemas terrestres limpios; comunidades sostenibles; consumo responsable—, si todo está enfermo y contaminado; si no cambian las políticas públicas ambientales que solo protegen la industria y los sectores económicos; si cuando hay cambios en la regulación ambiental, éstas modificaciones han sido regresivas; si no termina la corrupción; si no hay decrecimiento, si se continúa el mismo modelo depredador y extractivista; si se siguen persiguiendo y asesinando a defensores de derechos humanos, ambientalistas y muchos otros movimientos sociales; si no se voltea a ver al campo, ni a los pueblos indígenas y sus saberes ancestrales que, desde sus orígenes hasta hoy aún tienen que defender las comunidades con sus vidas, a menos que se vayan a necesitar sus tierras para que pasee algún tren con güeros, llegue alguna minera, para que puedan tomar agua las sedientas refresqueras o se inaugure un vertedero como relleno sanitario, como en Cicacalco.

Naciones Unidas señalaba en 2015 que la exposición a sustancias tóxicas causa 13 millones de muertes al año [27]. En 2022 advierte que la contaminación y las sustancias tóxicas causan al menos nueve millones de muertes prematuras. La exposición a sustancias tóxicas aumenta el riesgo de muerte prematura, intoxicación aguda, cáncer, enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares, enfermedades respiratorias, efectos adversos en los sistemas inmunológico, endocrino y reproductivo, anomalías congénitas y secuelas en el desarrollo neurológico de por vida. **Una cuarta parte de la carga mundial de morbilidad se atribuye a factores de riesgo ambientales evitables**, la inmensa mayoría de los cuales implica la exposición a la contaminación y a las sustancias tóxicas [28].

Terminaremos este análisis citando nuevamente al Relator Especial de Naciones Unidas sobre sustancias tóxicas y derechos humanos, Baskut Tuncak, al señalar que la contaminación atmosférica, del agua, por plaguicidas, por sustancias químicas industriales y por los desechos plásticos, entre otros, se debe a la falta de legislaciones o regulaciones precautorias en materia de sustancias químicas, que sean respetuosas de los derechos humanos; en América Latina y el Caribe por décadas hemos estado expuestos de manera permanente y continuada a diferentes cocteles de sustancias tóxicas... **expuestos a una contaminación química irracional, masiva, discriminatoria y por supuesto, no consentida**, completamente violatoria a los derechos humanos, al derecho a la vida, a la vida digna, a la salud, a la integridad física y mental, entre otros derechos como los DESCA.

Baskut Tuncak apunta cómo estas políticas nacionales que permiten, ya sea directa o indirectamente, la exposición a sustancias peligrosas **son políticas de estado que perpetúan la discriminación y la explotación...** siendo las más afectadas las comunidades más pobres; por lo que **son los Estados los que tienen la obligación de prevenir la exposición a sustancias y desechos peligrosos en virtud del derecho internacional de los derechos humanos**, por lo que se debe contar con “un sistema amplio de leyes y mecanismos que prevengan la exposición a sustancias químicas incluida la exposición causada por agentes privados”; por lo que se debe “poner fin al juego dilatorio de las evaluaciones de riesgos y los análisis de costo-beneficio con los que se justifica la exposición”... ya que han sido decenios los que se han tomado (el estado, los científicos y las corporaciones) en discutir cuándo y en qué medida son aceptables las exposiciones a las sustancias peligrosas,

cuando lo que hay que hacer es prevenir la exposición... y no deben estipularse premisas como la de “niveles de riesgo aceptables”.

Para conocer más sobre el impacto negativo del coprocesamiento de residuos en la industria cementera y el incremento masivo en los últimos años de importaciones de basura plástica [29], así como el uso de combustibles alternos en la industria cementera, ahora denominados combustibles derivados de residuos (CDR) [30], el colapso de los territorios por el modelo actual de gestión de residuos y corrupción [31], y las falsas narrativas como la nueva neutralidad de plásticos [32], invitamos a revisar el geovisualizador y *storymap* sobre *El Colonialismo de la basura plástica en México*, investigación reciente de la Colectiva Malditos Plásticos, y todo el trabajo sobre incineración [33], basura cero, contaminación plástica, clima y otros temas transversales y de comunidad que realiza la Alianza Global para Alternativas a la Incineración GAIA [34], como red global por un mundo justo y libre de residuos sin incineración, al que tenemos derecho y aspiramos.

Referencias

- [1] Baskut Tuncak. *Es Deber de los Estados prevenir la exposición a las sustancias y los desechos peligrosos*. Naciones Unidas. 7 de octubre de 2019. <https://www.fronterascomunes.org.mx/webpage/pdf/baskut-tuncak/>
- [2] DOF. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. 8 de octubre de 2003. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23._LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCI_N_Y_GESTI_N_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf
- [3] Canacem. *Hoja de Ruta México-FICEM: Hacia una economía baja en carbono*. 2023. <https://staging.canacem.org.mx/sustentabilidad/>
- [4] *Organizaciones alertan sobre colusión empresarial para aprobar medidas a su favor en leyes sobre plásticos y economía circular*. 2 mayo 2022. https://www.fronterascomunes.org.mx/wp-content/uploads/2022/05/Comunicado_Modificacio%CC%81nPlasticos.pdf
- [5] Convenio de Basilea. Directrices técnicas sobre el coprocesamiento ambientalmente racional de los desechos peligrosos en hornos de cemento. Naciones Unidas. 2012. <https://coprocessamento.org.br/wp-content/uploads/2019/09/UNEP-CHW-GUID-PUB-CementKilns.Spanish1.pdf>
- [6] Artículo 111bis. LGEEPA... se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- [7] Ver listado en el Artículo 17 Bis del RLGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MPCCA_311014.pdf
- [8] Grandes cantidades de plástico contaminado con plaguicidas también se queman en hornos cementeros. Amocalli-campo limpio, considera como destino final a la incineración y coprocesamiento y reportó que en los 4

primeros meses del 2019 había mandado a coprocesar 155 toneladas de envases vacíos de agroquímicos, representando el 45% de su recolección “para su quema en hornos cementeros”. Cuando la basura plástica nos alcanzó y nos rebasó. #QUEMARBASURAMATA. Invierno 2020. <https://www.fronterascomunes.org.mx/pdf/GAIA-v11-HiRes.pdf>

[9] GAIA. De basura cero a cero emisiones. Octubre 2022. https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/12/CeroBasuraCeroEmisiones_-ES-double-page.pdf

[10] GAIA. Hacia basura cero. <https://www.no-burn.org/es/>

[11] Canacem. “Hoja de ruta” México industria del cemento. Hacia una economía baja de carbono 2023. <https://staging.canacem.org.mx/site/wp-content/uploads/2023/03/Folleto-Hoja-de-Ruta-CANACEM.pdf>

[12] Para más información ver Albert, Jacott. México Tóxico. Cap. 12. Ecoltec impunidad rampante. Siglo XXI editores. 2015.

[13] Cepal. Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. 2001. <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convenio-estocolmo-contaminantes-organicos-persistentes>

[14] *ibid*

[15] DOF. Listado de sustancias sujetas a reporte RETC. 24 de enero 2014. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5330750&fecha=24/01/2014#gsc.tab=0

[16] Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes RETC. <http://sinat.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>

[17] <https://www.proambiente.com.mx/Cobertura>

[18] Cemex. “Reporte Integrado 2020”. <https://www.cemexmexico.com/documents/20143/52528892/ReporteIntegrado2020.pdf/5e8be29c-c8d0-9982-d710-b80ed14d23f8?t=1616705083929>

[19] Cemex. “Reporte Integrado 2021” https://www.bmv.com.httpsmx/docs-pub/eventemi/eventemi_175044_1.pdf

[20] Cemex. “Reporte Integrado 2022” <https://www.cemex.com/documents/d/cemex/reporteintegrado2022-esp->

[21] *Ídem.*

[22] *Ídem.*

[23] *Ídem.*

[24] Marisa Jacott. “Apuntes sobre la necesidad de contar con una ley de sustancias químicas para México. 2019. Fronteras Comunes. <https://www.fronterascomunes.org.mx/webpage/sustanciasquimicas/>

[25] Naciones Unidas. “Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Septiembre 2019 <https://mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf>

[26] OMS. El mercurio y la salud. 2017. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

[27] Naciones Unidas. “La exposición a sustancias tóxicas causa 13 millones de muertes al año, señala experto” Mayo 2015. <https://news.un.org/es/story/2015/05/1330541>

[28] Naciones Unidas. “La contaminación mata nueve millones de personas al año, el doble que el COVID-19. Febrero 2022”. <https://news.un.org/es/story/2022/02/1504162>

[29] Plataforma Colonialismo de la basura plástica en México. Colectiva Malditos Plásticos. Abril 2023.

<https://mexicotoxico.org.mx/colonialismo-basura/>

[30] CDR. Dónde se está quemando basura plástica como combustible en México. Colectiva Malditos Plásticos. Abril 2023.

<https://mexicotoxico.org.mx/accioneologica/>

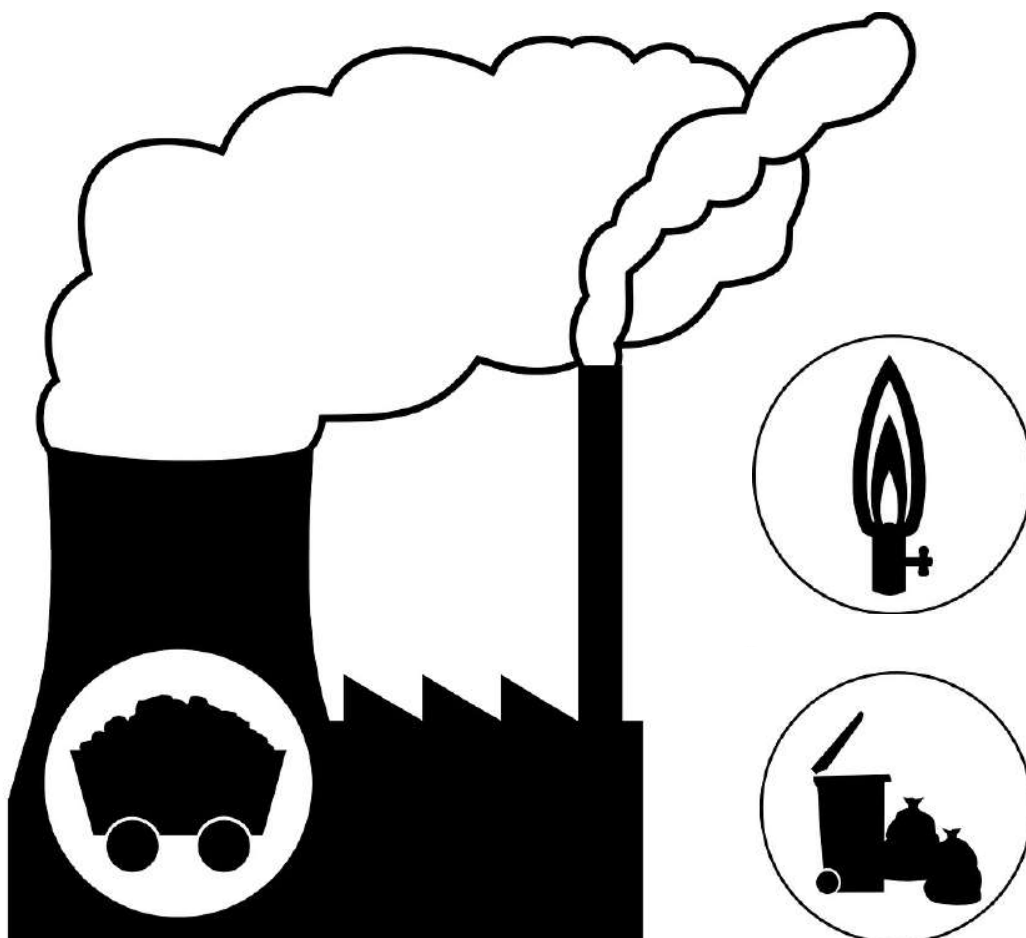
[31] Territorios Colapsados. Colectiva Malditos Plásticos. Abril 2023.

<https://mexicotoxico.org.mx/noticias/>

[32] Estudios de Caso. Colonialismo de la basura. Colectiva Malditos Plásticos. Abril 2023. <https://mexicotoxico.org.mx/casos/>

[33] Como referencia, sitios de GAIA: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2021/03/Borrador-documento-es-4-1.pdf> <https://149741758.v2.pressablecdn.com/wp-content/uploads/ocho-razones-b0-web.jpg> <https://www.no-burn.org/es/zerowaste-zero-emissions/>

[34] GAIA. Alianza Global para Alternativas a la Incineración. <https://www.no-burn.org/es/>



El boletín *La Escoba* contempla entre sus colaboradores tanto al equipo de trabajo del proyecto como al público en general. Por consiguiente, en caso de sentirse interesado nuestro lector en el envío de un manuscrito para su publicación, le rogamos tener a bien escribirnos a la dirección de correo electrónico señalada en la página legal.





La Escoba es una publicación del proyecto *Estrategia transdisciplinaria de investigación y resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos, aplicada en seis ciudades mexicanas*. Esta publicación se realiza con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Las opiniones aquí expresadas son responsabilidad del autor y no necesariamente reflejan la posición oficial de la institución.

Consejo Editorial

Hipólito Rodríguez Herrero

Raúl García Barrios

Carolina Armijo de Vega

Nancy Merary Jiménez Martínez

Gerardo Bernache Pérez

Juan Carlos Olivo Escudero

Fernán González Hernández

Francisco Rodríguez Malo

Juan Angel Torres Rechy

Correo web: comunicacionresiduos@ciesas.edu.mx



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



ciesas.edu.mx