



Mujeres en Empleo Informal: Globalizando y Organizando

WIEGO Nota técnica n.º 11

Diciembre de 2019

Incineración y población recicladora: Una guía técnica sobre “aprovechamiento energético” (waste-to-energy) de residuos

Jeroen IJgosse



Notas técnicas de WIEGO

Las *Notas técnicas* de la red global dedicada a la investigación, las políticas y la acción, Mujeres en Empleo Informal: Globalizando y Organizando (WIEGO), proporcionan guías para audiencias especializadas y no especializadas. Estas están diseñadas para fomentar la comprensión y el análisis sobre la situación de aquellas personas que trabajan en la economía informal, así como de las políticas aplicables y el entorno normativo.

Sobre el autor:

Jeroen IJgosse es un asesor sénior internacional sobre gestión de residuos sólidos, especialista en cuestiones urbanas, formador y facilitador de procesos con 25 años de experiencia en gestión de residuos sólidos en América Latina, África, Asia y Europa del Este. Él ha trabajado extensamente en las áreas de planificación, facilitación de procesos, fortalecimiento institucional, formulación de políticas, asuntos económicos, evaluación de diligencia debida y procesos inclusivos que incluyen a actores informales en la gestión de residuos sólidos.

En la actualidad reside en los Países Bajos, después de vivir y trabajar durante 20 años en América Latina.

Fecha de publicación: diciembre de 2019

Número ISBN: 978-92-95106-32-1

Por favor, citen esta publicación: IJgosse, Jeroen. 2019. *Incineración y población recicladora: Una guía técnica sobre "aprovechamiento energético" (waste-to-energy) de residuos*. WIEGO Nota técnica n.º 11. Manchester, Reino Unido: WIEGO.

Traducido por WIEGO del original: IJgosse, Jeroen. 2019. *Waste Incineration and Informal Livelihoods: A Technical Guide on Waste-to-Energy Initiatives*. WIEGO Technical Brief No. 11. Manchester, UK: WIEGO.

Editora de las series: Caroline Skinner

Correcciones: Megan MacLeod

Traducción: José Cortés Duart

Editor versión en español: Miguel Ángel Sanz, con la colaboración de Lucía Fernández

Diseño: Julian Luckham de Luckham Creative

Foto de portada: Recicladores trabajando en el relleno sanitario de Kpone en Tema, Ghana hacen frente a la amenaza de perder el acceso a residuos y reciclaje. Foto: Dean Saffron

Publicado por Mujeres en Empleo Informal: Globalizando y Organizando (WIEGO)
Organización de beneficencia limitada por garantía – No. de empresa 6273538, No. de asociación de beneficencia 1143510

WIEGO Limited

521 Royal Exchange
Manchester, M2 7EN
Reino Unido
www.wiego.org

Derechos de autor © WIEGO. Este informe puede ser reproducido con fines educativos, organizativos y de políticas, siempre que se cite la fuente.

Índice

1. Introducción	1
2. Desarrollo de iniciativas de aprovechamiento energético de residuos	3
3. Conflicto entre actividades del sector informal de residuos e iniciativas de aprovechamiento energético de residuos.....	4
4. Posible impacto de incineradores sobre medios de sustento de trabajadores de residuos en empleo informal	10
4.1. Generación de trabajo frente a pérdida	10
4.2. Costes de inversión y operación.....	12
5. ¿Cómo preparase como municipalidad/comunidad ante propuestas de iniciativas de aprovechamiento energético de residuos?	16
6. Observaciones finales	19
7. Referencias y lecturas adicionales	20
8. Glosario	23

Listado de gráficas

Gráfica 1: Métodos de tratamiento de residuos usados por 28 Estados miembros de la Unión Europea en 2014	3
Gráfica 2: Porcentajes de residuos municipales incinerados por 28 Estados miembros de la Unión Europea en 2012	4
Gráfica 3: Descripción de las opciones municipales para el tratamiento de residuos sólidos	6
Gráfica 4: Composición de los RSU en el mundo	7
Gráfica 5: Empleos por 10.000 toneladas métricas de material por año	10
Gráfica 6: Estimaciones de costos económicos de grandes centrales eléctricas en los Estados Unidos de América	13

Listado de tablas

Tabla 1: Valor calorífico aproximado de fracciones comunes en residuos sólidos municipales y relación con el sector informal de residuo	7
Tabla 2: Contenido calorífico de residuos sólidos municipales en Buenos Aires (2005-2008)	8
Tabla 3: Factores de generación de empleo dependiendo de material y gestión de actividades en los Estados Unidos de América	11
Tabla 4: Costos de inversión en incineración	13
Tabla 5: Costos comparativos de incineración en Estados miembros de la Unión europea (2001)	14
Tabla 6: Comparando la incineración y la cadena de reciclaje en el procesado de materiales reciclables	15
Tabla 7: Descripción de la guía de toma de decisiones e instrumentos de evaluación para iniciativas de aprovechamiento energético de residuos	18
Tabla 8: Sumario de publicaciones sobre aprovechamiento energético de residuos	18

Prólogo

Como respuesta a la crisis climática, mejorar la eliminación definitiva de residuos ha pasado a ser una cuestión primordial. En todo el hemisferio sur, las ciudades están modernizando sus sistemas municipales de residuos sólidos. En su búsqueda de servicios eficientes, muchas han optado por externalizar la gestión de residuos a grandes corporaciones y/o adoptar iniciativas de aprovechamiento energético de residuos tales como la incineración. Sin embargo, en el aprovechamiento energético de residuos, las tecnologías no controladas generan grandes niveles de contaminación. Además, se ha producido una transición de vertederos a cielo abierto o controlados hacia rellenos sanitarios, los cuales son considerados más respetuosos con el medio ambiente.

Estos acontecimientos tienen un impacto en los medios de sustento de recicladores y recicladoras que desempeñan un papel importante en la gestión de residuos municipales y la mitigación del cambio climático. Los estudios que evalúan las tecnologías de aprovechamiento energético de residuos se centran en sus impactos sobre el medio ambiente y proporcionan directrices sobre cómo medir sus riesgos y viabilidad económica. Hasta ahora, muy poca atención había sido prestada a su impacto sobre los medios de vida.

En esta publicación, WIEGO pretende aportar a organizaciones de recicladores y recicladoras, formuladores de políticas públicas y profesionales, información sobre las iniciativas de aprovechamiento energético de residuos. Esto tiene el objetivo de fortalecer modelos de gestión de residuos sólidos que adopten una economía circular inclusiva. Incluye estrategias de residuos cero, reducción, reutilización y minimización de residuos, y tecnologías para su eliminación que sean descentralizadas y respetuosas con el medio ambiente, y estén adaptadas a contextos locales incluyendo la protección de los medios de vida.

Sonia Dias

Especialista en el Sector de Recicladores, WIEGO

Lucia Fernandez

Coordinadora del Programa de Recicladores, WIEGO

Abreviaturas

CAG — Contralor y auditor general

CWG — Grupo de Trabajo Colaborativo: gestión de residuos sólidos en países de renta media y baja

EfW — Energía a partir de residuos

UE — Unión europea

GAIA — Alianza Global para Alternativas a la Incineración

GiZ — Asociación Alemana para la Cooperación Internacional

ISWA — Asociación Internacional de Residuos Sólidos

Ktpa — kilo toneladas por año

MJ — Megajulios

MNES — Ministerio de Fuentes de Energía no Convencionales (de India)

RSU — Residuos Sólidos Municipales

GRSU — Gestión de Residuos Sólidos Municipales

MW — Megavatios

ONG — Organización no Gubernamental

EUA — Estados Unidos de América

CME — Consejo Mundial de la Energía

WtE — Conversión de Residuos en Energía

1. Introducción

La discusión sobre la incineración (Waste-to-Energy o WtE, generación energética a partir de residuos) es un tema recurrente en todo el mundo. El resultado de estas discusiones y las decisiones tomadas afectan a una gran parte de los actores involucrados, desde políticos, a funcionarios y comerciantes, a comunidades de barrios y recicladores y recicladoras en empleo informal.

Para poder participar y contribuir a esta discusión, es importante comprender la complejidad de las diferentes tecnologías, sus impactos, y quién las defiende. Las WtE pueden a veces mostrarse como una solución simple a los problemas de residuos y energía de la municipalidad: los que venden la tecnología continuamente promueven los proyectos WtE como una respuesta al agotamiento de fuentes combustibles fósiles, una fuente de energía renovable, o una oportunidad para obtener créditos de carbono dentro del marco de la reducción de gases de efecto invernadero. Cuando existen vertederos a cielo abierto que deben cerrarse, y cantidades de residuos recolectados cada vez mayores, los políticos locales pueden sentirse tentados a pensar que es una opción fácil.

El término “energía a partir de residuos” (WtE), se refiere a una serie de tecnologías que usan los residuos para obtener energía en forma de calor, electricidad o combustibles alternativos como el biogás. Estas tecnologías pueden ser aplicadas a diferentes escalas y con una complejidad variable: producción de gas para cocinar en digestores domésticos a partir de residuos orgánicos, recuperación de gas metano en rellenos sanitarios, tratamiento térmico de residuos en grandes plantas incineradoras municipales (“utility scale”, escala comercial), coprocesamiento de combustible derivado de residuos en plantas cementeras y gasificación.

Las principales publicaciones distinguen cinco tipos principales de tecnologías WtE, que también son a menudo conocidas como tecnologías de conversión, y son usadas internacionalmente para tratar los residuos (municipales): a) Incineración, b) coprocesamiento, c) digestión anaeróbica, d) recolección de gas de rellenos sanitarios, e) pirolisis y gasificación. Estas cinco tecnologías son aplicadas a diferentes flujos de residuos y poseen diferentes funciones y características, y también impactan de diferentes formas sobre los medios de sustento de recicladores en empleo informal. Esta Nota técnica se va a centrar primordialmente¹ en el impacto que genera la incineración en los medios de sustento de recicladores en empleo informal.

Esta también analiza de forma específica los sistemas de conversión de residuos en energía en diferentes países europeos. Los cambios específicos en las políticas de gestión de residuos han tenido como resultado una disminución en la demanda de incineración, y esto ha llevado a que las compañías de venta de tecnologías WtE reorienten su atención hacia los llamados países “en vías de desarrollo”, para venderles así instalaciones bajo el pretexto desarrollista.

Para aquellos que defienden alternativas en la gestión de residuos que no incluyen la incineración y que apoyan la participación activa del sector informal de residuos, es necesario comprender cómo las iniciativas WtE han sido implementadas en países industrializados y por qué no han funcionado en economías en desarrollo y emergentes. Un tema recurrente que señalan las publicaciones y que a menudo es ignorado por los que están a favor de las tecnologías WtE, son las condiciones generales, que en la mayoría de los países emergentes y en desarrollo son esencialmente (estructuralmente) diferentes a aquellas que han propiciado el aumento de proyectos WtE en países industrializados, donde grandes plantas de aprovechamiento energético de residuos conforman una parte integral en la infraestructura de la gestión de residuos.

Esta Nota técnica no pretende aportar todas las respuestas, sino una breve y metódica descripción de los nuevos impactos que pueden propiciar las iniciativas WtE y en especial la incineración. Más allá de esto, trata de asesorar a responsables políticos, activistas y representantes del sector informal de residuos, organizaciones no gubernamentales y organizaciones comunitarias y de vecinos, para evaluar los límites y riesgos de las tecnologías WtE en lo que concierne a una planificación efectiva, inversiones eficientes en la gestión de residuos, así como saber dónde buscar un mayor apoyo y conocimiento sobre el tema.

¹ Las otras cuatro tecnologías serán brevemente descritas en el glosario.

Cuadro de texto 1: Una guía resumida sobre las principales características de la incineración

La incineración municipal de residuos sólidos es la quema de residuos domésticos mixtos y no tratados (a menudo), y de (ciertas) industrias comerciales dentro de un proceso controlado y una instalación específica (llamada incineradora) que ha sido diseñada y construida con este propósito. Hay diferentes cuestiones importantes (y técnicas) fundamentales para comprender el impacto de los sistemas de incineración de residuos sólidos municipales (RSU).

Primero, el objetivo principal de la incineración es la reducción del volumen y masa de RSU. A pesar de que se puede lograr una reducción del 75 por ciento del volumen y masa, existe una preocupación sobre el 25 por ciento restante que requiere una atención especial. Las cenizas restantes en forma de desechos (cenizas de sedimento) y cenizas volátiles requieren un tratamiento prolongado. Esto es especialmente cierto en el caso de las peligrosas cenizas volátiles (tóxicas) que son partículas finas en los gases emitidos creadas durante la incineración y que para evitar la polución deben antes ser eliminadas de los gases evacuados por las chimeneas de la planta. Una opción para las cenizas volátiles es recolectarlas en un relleno sanitario mediante celdas seguras apropiadas para sustancias peligrosas, sin embargo, a menudo estas no están disponibles en las economías en desarrollo.

Segundo, la combustión (quema) de residuos genera energía y calor, pero los residuos no se queman por sí mismos. Los materiales combustibles en los residuos solo se queman cuando alcanzan cierta temperatura (la temperatura de ignición necesaria) y entran en contacto con oxígeno –experimentando una reacción de oxidación–. La temperatura de esta reacción está entre 850 y 1450°C. El proceso de combustión tiene lugar en la fase sólida y gaseosa, soltando al mismo tiempo energía calórica. Los materiales residuales requieren un valor calorífico mínimo (contenido energético o calidad de combustión) para permitir una reacción térmica en cadena y una combustión por sí misma (llamada combustión autotérmica). Si no se llega a este valor mínimo, se requerirán combustibles adicionales para iniciar (y continuar) el proceso de incineración. Esto significa que deberá haber un largo y continuo abastecimiento de desechos (materia prima) para realizar la combustión y esta materia prima tendrá que estar compuesta por materiales con un valor calorífico lo suficientemente alto (i.e. papel, cartón, contenidos plásticos y textiles). Si esto no se pudiera garantizar continuamente y a un plazo largo, el consumo de combustible adicional provocará costos operacionales altos (imprevistos) para evitar que se apaguen los hornos.

Tercero, a pesar de que la energía y calor son generados durante el proceso de combustión, para convertirlos en energía eléctrica y térmica se depende principalmente de la eficiencia de la tecnología seleccionada. La demanda de energía eléctrica y térmica tendrá una influencia significativa en los ingresos generados.

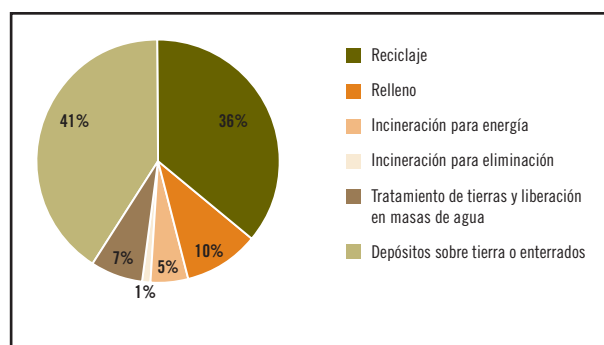
2. Desarrollo de iniciativas de incineración

Las primeras plantas incineradoras fueron construidas en Europa a finales del siglo 19, y después de 1960 su uso creció de forma importante en países europeos muy industrializados. El principal motor para el uso de la incineración era controlar enfermedades (tifus y cólera) y reducir el volumen y masa de residuos generado en áreas urbanas de rápido crecimiento, especialmente en los países donde suponía mayores dificultades encontrar nuevos lugares para rellenos (sanitarios) en áreas densamente pobladas (urbanas).

En 2012, había más de 1200 plantas WtE en operación en más de 40 países (ISWA 2012), lo cual también incluía plantas con instalaciones para recuperar gases de vertederos, plantas de digestión anaeróbica y plantas que usaban pirólisis o tecnología de gasificación. De los 122 millones de toneladas métricas de residuos incinerados en todo el mundo en 2016 (WEC 2016), más del 99 por ciento fueron tratadas en países con rentas altas como Europa, Japón y los Estados Unidos de América.

A pesar de las 400 incineradoras que existen en Europa, la incineración desempeña solo un papel secundario. La gráfica 1 muestra los principales métodos de tratamiento de residuos utilizados en 2014 para tratar los aproximadamente 2600 millones de toneladas métricas de residuos generados en los 28 Estados miembros de la UE. La eliminación definitiva (48 por ciento) y el reciclaje (36 por ciento) siguen siendo los métodos principalmente utilizados, mientras que otras formas de recuperación (10 por ciento para el relleno) e incineración (6 por ciento) desempeñan un papel secundario.

Gráfica 1: Métodos de tratamiento de residuos usados en 28 Estados miembros de la Unión europea en 2014

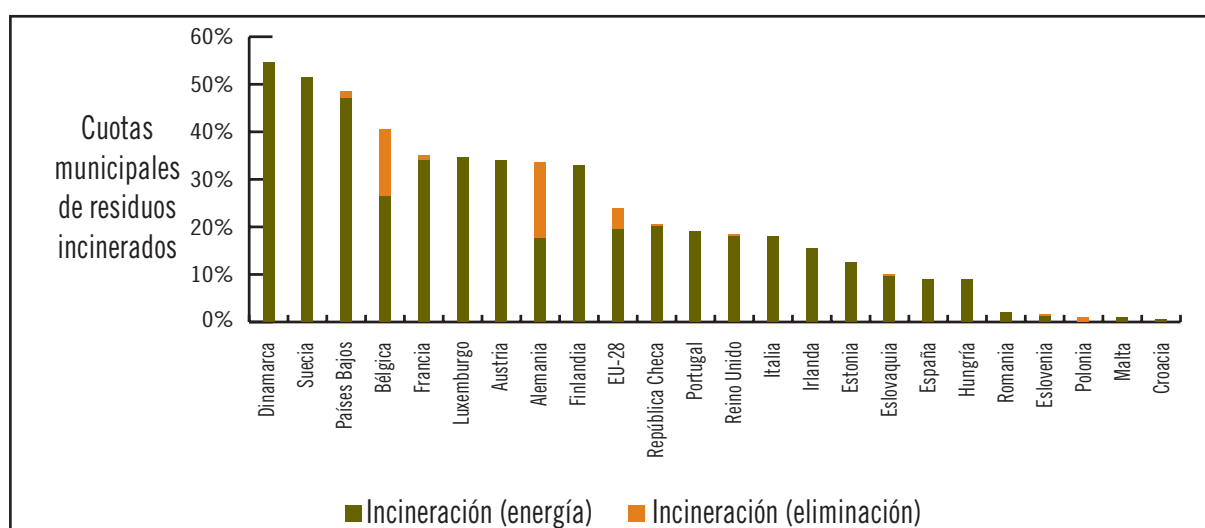


Fuente: Eurostat (mayo de 2019)

Todos los Estados miembros han desarrollado sistemas para cumplir con los objetivos de la política de residuos de la UE (Directiva Marco de Residuos) y la jerarquía de residuos (gestión), que favorece (en orden de preferencia) la prevención, reutilización y reciclaje sobre la incineración con aprovechamiento energético –dejando a los vertederos y la incineración sin recuperación energética como último recurso–. Seis países² han desarrollado un sistema basado en sistemas integrales de recolección de residuos a través de los cuales menos del 5 por ciento de los residuos va a parar a vertederos. Para lograr esto, todos estos países han desarrollado sistemas de reciclaje basados en recolección con separación en la fuente, generación de empleos verdes y una capacidad de tratamiento adecuada (incluyendo los residuos biodegradables), y han combinado instrumentos legales, administrativos y económicos con buenos resultados en sus políticas de gestión de residuos.

Un ejemplo de la implementación de estos instrumentos es el objetivo de la UE para los residuos municipales: para 2030, el 65 por ciento de todos los residuos municipales deberán ser reutilizados o reciclados, con un máximo del 10 por ciento que podrá ir a parar a vertederos. Solo el restante podrá ser incinerado para la recuperación energética. Este objetivo del 65 por ciento forma parte de la nueva visión de la economía circular implementada en todos los Estados miembros, y esta exigencia ha conducido a una significativa reducción de la incineración. Esto muestra claramente que con el desarrollo de los sistemas de gestión y superados los problemas de salud pública y medioambientales, el enfoque central sigue estando en la recuperación de materiales a través de opciones de reciclaje y creación de trabajos verdes por medio del reciclaje y la reutilización. Las iniciativas de recuperación energética por medio de tecnología suponen únicamente una opción secundaria y pueden tan solo funcionar en sistemas de gestión de residuos suficientemente desarrollados para integrarlas y acomodarlas. En los Países Bajos, por ejemplo, solo se planifica y da permiso a instalaciones WtE para recibir residuos que no puedan ser reciclados (técnicamente) o cuando estas son viables desde un punto de vista económico.

² Austria (AT), Bélgica (BE), Dinamarca (DK), Alemania (DE), Países Bajos (NL) y Suecia (SE).

Gráfica 2: Porcentaje de residuos municipales incinerados en 28 Estados miembros de la Unión Europea en 2012

Fuente: Eurostat (mayo de 2019)

Estos avances han tenido un impacto en Europa, y también han afectado a aquellas empresas que producen, implementan y operan tecnologías WtE. Con la disminución de la demanda europea de incineradores, el mercado de venta de tecnologías WtE en Europa se ha saturado, especialmente en aquellos países donde la incineración desempeña un papel importante como en Dinamarca, Suecia y los Países Bajos (ver la gráfica 2). Y es así que aparece un nuevo factor, el libre mercado, a partir del cual las empresas de tecnologías WtE están saliendo de Europa para buscar países donde los estándares normativos y los objetivos en las políticas de gestión de residuos sean menos restrictivos (o incluso inexistentes) –y donde el sector informal de los residuos que a menudo desempeña un papel clave en el ámbito municipal y nacional, puede suponer un inconveniente obstáculo a sus objetivos–.

Por consiguiente, ha tomado importancia para los actores involucrados en las ciudades en estas economías emergentes tener un mayor conocimiento de los detalles en lo relativo a tecnologías WtE y ver más allá de las promesas de hacer desaparecer los residuos “con una varita mágica” y ofrecer a cambio energía “gratis”. También se busca conocer los impactos que las tecnologías WtE pueden tener en el medioambiente, la economía y los medios de vida urbanos (y rurales) que las integran, y comprender a su vez qué alternativas a las WtE pueden ser exploradas para abordar el continuo crecimiento de residuos sólidos en los espacios urbanos.

Sin embargo, es precisamente debido a que las compañías de WtE han cambiado a países donde el sector informal de los residuos tiene una presencia importante, que las organizaciones de recicladores y recicladoras deben proceder cautelosamente. Aquellos que tratan de proteger los intereses del sector informal deberían estar listos para comprender la posición estratégica de los que se sientan en el otro lado de la mesa y tratan de promover y vender tecnologías WtE.

Este supone un paso necesario para ayudar al público a comprender las implicaciones detrás del *dumping* de tecnologías WtE en países en desarrollo. Un artículo publicado en la edición de Energy Source de julio de 2018 (Smith 2018) ilustra el razonamiento detrás del *dumping* de tecnologías WtE al tratar las crecientes posibilidades en toda África para el desarrollo de instalaciones WtE y qué debería hacer el sector público para conseguir que tales proyectos sean realizables y, de forma más relevante, económicamente viables. Este destaca cuestiones como:

- a) el medio regulador más favorable para el tratamiento térmico de residuos en países africanos (comparado, por ejemplo, con el de la UE que se centra en la reducción de residuos); b) la realidad es que muchas de las instalaciones de energía a partir de residuos (EfW) no son en la actualidad asequibles o financiables, ya que dependen en su totalidad de los ingresos generados a partir de la venta de la energía (independientemente de si la instalación produce al mismo tiempo calor). Esto se debe en gran parte a que el coste de la electricidad producida de esta forma es mayor que el producido con el uso de otras tecnologías; c) la mayoría de los grandes proyectos exitosos EfW han dependido en gran parte de los ingresos que provienen de actividades de eliminación de residuos, a menudo generados con

“cuotas por entrada” o “cuotas por vertido” por tonelada métrica de residuos. También estas cuotas son pagadas por la autoridad municipal pertinente responsable de la eliminación de residuos; y d) los marcos legales en diferentes países africanos están todavía en desarrollo y no tienen el mismo estándar de transparencia y principio de legalidad que en los países desarrollados. Esto implica una menor seguridad para los financiadores y otros actores involucrados en lo que concierne a diferentes conflictos.

(Smith 2018)

Cuadro de texto 2: Avances en proyectos de aprovechamiento energético de residuos en economías emergentes

China: El gobierno chino se ha fijado el objetivo de eliminar casi un tercio de los residuos del país, con plantas de aprovechamiento energético de residuos para el 2030 y existen numerosas plantas que están en proceso de ser construidas. Actualmente 28 plantas WtE operan en China y utilizan la tecnología LFC³. La más grande (construida en 2012) procesa diariamente 800 toneladas métricas de residuos. Vendedores de la tecnología WtE en China han expandido también sus horizontes para incorporarse a los mercados internacionales (WEC 2016).

India: Impulsados por programas internacionales como el Mecanismo de Desarrollo Limpio, más de 30 proyectos WtE han pedido financiación desde 2012 con resultados mixtos (Chintan 2012).

Singapur: La Planta Incineradora Tuas South en Singapur procesa 3000 toneladas métricas por día de RSU mixto (NEA 2018).

Tailandia: En 1999, la primera planta WtE del país comenzó su servicio de eliminación de residuos sólidos municipales en 18 localidades de la provincia de Phuket con una capacidad de 250 toneladas métricas por día, generando 2,5 MW⁴ de electricidad (Vanapruk 2011).

Emiratos Árabes: La construcción de la primera instalación WtE en Emiratos Árabes comenzó en 2017. La expectativa es que para 2020, recibirá aproximadamente 300 000 toneladas métricas de RSU por año convirtiéndolas en 30 MW de energía (Ramboll 2017).

Etiopía, Ghana, Kenia, Uganda, Senegal, Sudáfrica y Zambia: Diferentes propuestas y proyectos que van desde una planta incineradora de 1400 toneladas métricas por día en Etiopía, implementada en 2017, a una propuesta para un proyecto de recuperación de gas en el vertedero de Johannesburgo, al proyecto de biogás Ketu Ikosi en Lagos, Nigeria (Smith 2018).

³ CFB — tecnología de lecho fluidizado circulante.

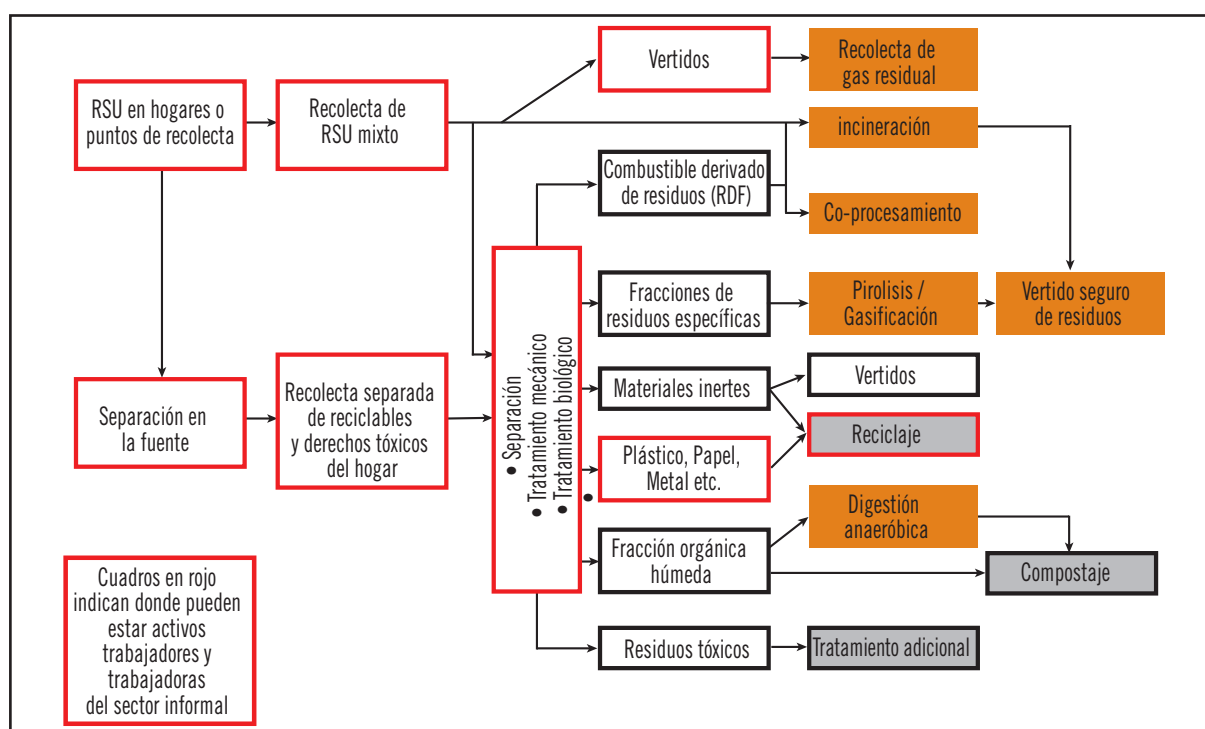
⁴ MW = megawatts

3. Conflictos entre la población recicladoras de base y la incineración

Para comprender el conflicto entre la tecnología WtE y las y los recicladores de base, es fundamental conocer cuánto, qué tipo, y dónde se generan los residuos. Las actividades del sector informal de residuos se concentran principalmente en la cadena de reciclaje, también llamada cadena de valor agregado, y por este motivo dichos actores se han autodenominado recicladores de base, para distinguirse de los recicladores industriales y para no pretender que son los únicos informales de toda la cadena⁵. Sin embargo, existe una significativa superposición entre los materiales recolectados por los recicladores de base y los que interesan a las iniciativas WtE. Esta sección ofrece una muestra de esos materiales, el uso que hace de ellos el sector informal de residuos y las tecnologías WtE, y dónde se superponen estos dos sistemas.

Para comenzar, la gráfica 3 aporta una visión de las diferentes opciones de tratamiento disponibles en los sistemas de residuos municipales y las partes o espacios en el sistema de residuos donde podrían participar los recicladores y recicladoras de base.

Gráfica 3: Muestra de las opciones para el tratamiento de residuos sólidos municipales



Fuente: proporcionado por la Asociación Alemana para la Cooperación Internacional —GIZ (2017)

Como se muestra en la gráfica 3, los espacios donde pueden trabajar las recicladoras y recicladores de base, y los tipos de materiales que tienen un valor, son bastante específicos. Conlleva la recuperación de materiales reciclables del flujo de residuos y la venta directa de estos a la industria del reciclaje o a través de intermediarios. Para la tecnología WtE el proceso es muy diferente.

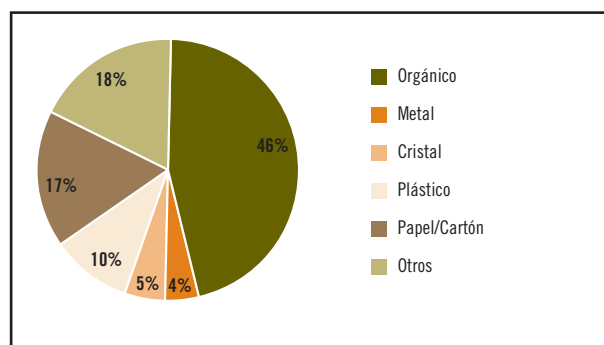
Cuando consideramos como alternativa o descartamos la tecnología WtE, un factor clave que debería ser analizado es la naturaleza (composición) y volumen del flujo de residuos. Un parámetro importante es el contenido de energía de los residuos (lo que quiere decir su calidad de combustión). A esto se le llama poder calorífico inferior (PCI) y es medido en megajulios/kg (MJ/kg). Si la media del PCI de los residuos quemados en una incineradora es menor a 7 MJ/kg en un periodo anual⁶ entonces esta debería ser descartada como opción.

⁵ Durante las últimas décadas, se ha producido también una transición hacia la cadena de servicios en la que, en una serie de países, los y las recicladoras de base (de forma organizada) ha sido contratado como proveedor de servicios dentro de los sistemas municipales de reciclaje (en Bogotá y otras casi treinta ciudades en Colombia, en Belo Horizonte e Itaúna, Brasil; Pune, y Bangalore en India; y Buenos Aires, Argentina).

⁶ para comparar: el PCI de 1 kg de fuelóleo es más o menos 40 MJ/kg.

La gráfica 4 muestra la composición media de los residuos sólidos en todo el mundo⁷. Casi el 46 por ciento son orgánicos, el 36 por ciento son potencialmente reciclables, y el 18 por ciento restante están compuestos de otro tipo de materiales (incluyendo cenizas, pañales, cerámicas y piedra). Aquí la “fracción seca” junto a la “fracción húmeda” (principalmente orgánicos) constituyen los principales componentes de los residuos sólidos municipales. Sin embargo, la relación entre fracciones de residuos con un alto valor calorífico (como el papel, cartón y textiles –como se ve más abajo en la tabla 1–) y aquellos con un valor calorífico bajo (como los orgánicos, metal y cristal) es importante. La fracción orgánica resulta más difícil de quemar debido a su alto contenido de humedad, e incluso más durante las estaciones lluviosas cuando la precipitación puede alcanzar un nivel muy alto en los países tropicales, especialmente cuando el sistema de gestión de residuos utiliza contenedores de basura abiertos y la recolección es realizada en vehículos abiertos. La falta de sistemas de recolección con separación en la fuente es a menudo mencionada como una de las razones del fracaso de las instalaciones WtE.

Gráfica 4: Composición mundial de RSU



Fuente: Hoornweg y Bhada-Tata (2012)

Tabla 1: Valor calorífico aproximado para las fracciones comunes de residuos sólidos municipales y relación con los intereses de los recicladores y recicladoras de base.

Fracción	Valor calorífico aproximado [MJ/kg]	Relación con el sector informal de residuos
Papel / cartón	16	Posibles intereses opuestos
Material orgánico	4	Sin conflicto
Plásticos	35	Posibles intereses opuestos
Cristal	0	Sin conflicto
Metales	0	Sin conflicto
Textiles	19	Posibles intereses opuestos
Otros materiales	11	Sin conflicto
Promedio mínimo recomendado de poder calorífico inferior para la incineración	7	

Fuente: Proporcionado por la Asociación Internacional de Desechos Sólidos— ISWA (2012)

Al mismo tiempo, la fracción orgánica de economías en desarrollo es a menudo mayor (hasta el 60 por ciento) y tiene un contenido de agua significativamente más alto que en las economías industrializadas donde el crecimiento del consumismo ha llevado a una mayor presencia de materiales de embalaje para bienes de consumo (plásticos, cartón y papel). Esto significa que hay más residuos orgánicos que deben ser tratados en los países en desarrollo, donde a menudo, durante la recolección, son mezclados con otras fracciones.

La tabla 2 ofrece un ejemplo de la contribución relativa que aportan los plásticos, papel y cartón al contenido calorífico de RSU en Buenos Aires, Argentina. Usando el promedio de los datos de composición RSU del periodo 2005-2008, se puede ver que estos tres materiales representan el 72 por ciento del contenido calorífico hallado en el RSU de Buenos Aires. Sin ninguno de estos materiales, el valor calorífico de RSU sería mucho más bajo del umbral mínimo de 7 MJ/kg. Así que incluso en este caso, siendo el componente orgánico bastante más bajo (40 por ciento) en comparación con el 32,5 por ciento del conjunto de plásticos, papel y cartón, la dependencia de los tres últimos es todavía significativa.

⁷ Los productos residuales específicos derivados de los residuos de la construcción, industriales y comerciales no están incluidos en esta gráfica, pero en algunos de los casos pueden representar la mayoría de la producción de residuos en la región.

Table 2: Contenido calorífico de residuos sólidos municipales en Buenos Aires (2005-2008)

Componentes	Peso promedio (%) 2005-2008 (A)	Poder calorífico aproximado del componente (MJ/kg) (B)	Contenido calorífico (MJ/kg) (C = A*B)	Contribución relativa al contenido calorífico
Papel y cartón	16,6	16	2,7	23%
Plásticos	15,9	35	5,6	49%
Cristal	5,6	0	0,0	0%
Metales ferrosos	1,3	0	0,0	0%
Metales no ferrosos	0,4	0	0,0	0%
Textiles	3,5	19	0,7	6%
Madera	1,4	11	0,1	1%
Cuero, caucho y corcho	1,1	11	0,1	1%
Pañales desechables	4,2	11	0,5	4%
Desechos de construcción y demolición	1,7	0	0,0	0%
Desechos de jardín	4,1	4	0,2	1%
Desechos tóxicos	0,5	11	0,1	0%
Desechos médicos	0,4	11	0,0	0%
Desechos alimenticios	39,5	4	1,6	14%
Otras partículas (<12,7 mm)	3,6	0	0,0	0%
Total			11,6	99%
Contenido calorífico total sin plásticos			6	
Contenido calorífico total sin plásticos, papel y cartón			3,3	

Fuente: Elaboración propia basada en los datos del Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires – CEAMSE (2010)

Debido al bajo poder calorífico de la materia orgánica, y la presencia de cenizas, arena, polvo y otras materias inertes en los residuos mixtos, estas fracciones por sí mismas no pueden servir como materia prima para ninguna incineradora. Las fracciones con un mayor poder calorífico (plásticos, papel, cartón y textiles) serían necesarias para compensar y llegar cerca del umbral de 7 MJ/kg. Sin estas fracciones, la viabilidad de una posible planta incineradora de RSU estaría en riesgo ya que el poder calorífico total resultaría demasiado bajo para la combustión sin el constante suministro de un combustible auxiliar. El cuadro de texto 3 proporciona el ejemplo del fracaso de una planta WtE debido a un suministro calorífico de materias primas de baja calidad.

Cuadro de texto 3: Fracaso de una planta de conversión de residuos en energía en Delhi, India**Incineradora Timarpur; Delhi, India:**

“En 1987, el Ministerio de Fuentes de Energía no Convencionales (MNES, por su sigla en inglés) comisionó la incineradora de residuos/estación eléctrica de Timarpur con un costo de 200 millones de rupias (4,4 millones de USD de la época). Construida por Volund Miljoteknik Ltd. de Dinamarca, la planta fue diseñada para incinerar 300 toneladas métricas de residuos sólidos municipales (RSU) por día y generar 3,75 MW de electricidad.

Esta requería residuos con un valor calorífico neto de al menos 1462,5 kcal/kg, sin embargo, el valor calorífico de los residuos suministrados estaba en torno a 600-700 kcal/kg. Los operadores de la planta trataron sin éxito de suplementar la combustión con diésel.

Tras este fracaso, el tribunal supremo de Delhi ordenó una investigación realizada por el Contralor y Auditor General (CAG). En sus hallazgos, presentados en su informe anual en marzo de 1990, el CAG observó que, “la incineradora de residuos/estación eléctrica instalada por el Ministerio de Fuentes de Energía no Convencionales en marzo de 1985 continuaba inoperativa desde su instalación. El Ministerio no había utilizado o liquidado la planta que llevaba inoperativa desde su instalación y que tenía un gasto de 12,5 millones (278 000 USD) en el mantenimiento y seguro de la planta. El proyecto fue finalmente abandonado en julio de 1990”

Fuente: Shah (2011)

Para volver a cómo el proceso de las WtE se entrelaza con el sector informal de residuos, debería mencionarse que, los principales materiales reciclables utilizados y comercializados por las recicladoras de base, son plásticos, metales, cristal, papel y cartón, y hasta cierto punto los textiles. En la práctica esto significa que si las fracciones que de otra forma podrían ser recuperadas y comercializadas por las recicladoras de base son desviadas directamente a la planta de incineración, los trabajadores y trabajadoras del sector informal de residuos se quedan sin acceso a estos materiales perdiendo su fuente de ingresos. Por lo tanto, el argumento reside en que resulta crucial la toma de decisiones basada en un plan de gestión integrada de residuos sólidos y apoyada por un análisis del flujo de materiales que respete el concepto de jerarquía de residuos.

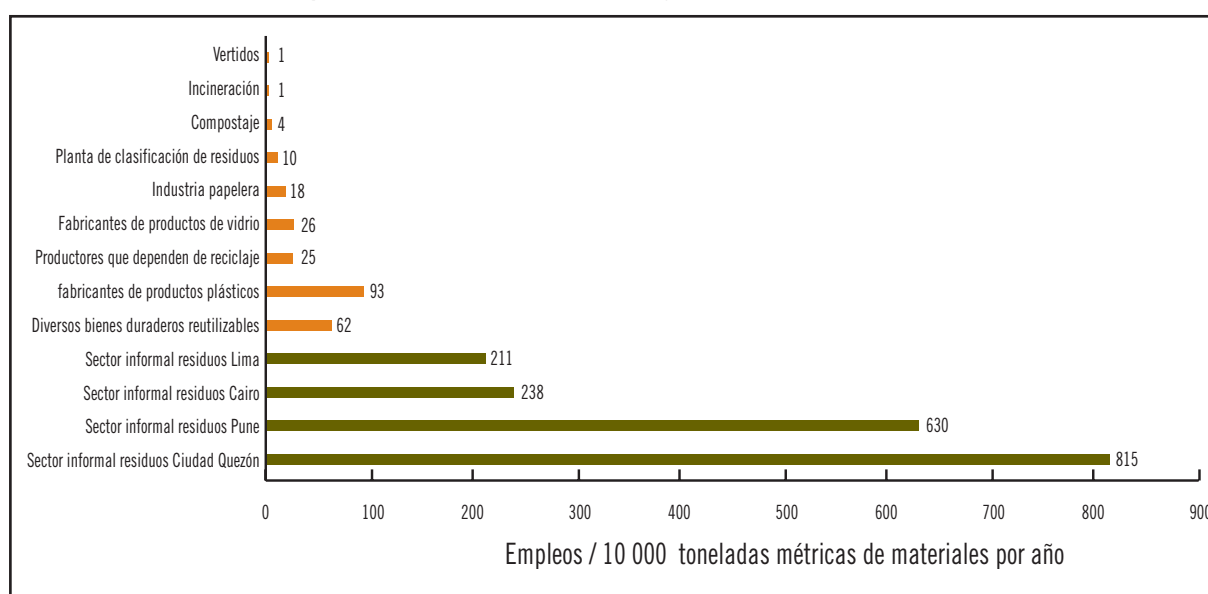
En la siguiente sección, vamos a profundizar sobre el impacto de las WtE en los medios de vida y en el medioambiente cuando son incorporadas a los planes municipales de gestión de residuos sólidos (GRSU) en comunidades locales.

4. Posible impacto de la incineración sobre los medios de sustento de las recicladoras de ba

4.1. Generación o pérdida de trabajos

Las incineradoras utilizan tecnologías que requieren un gran capital y generan escasos puestos de trabajo, especialmente cuando se las compara con otras actividades de gestión de residuos, tanto en economías industrializadas como en emergentes. En economías emergentes, donde el sector informal activo desempeña un papel vital en la recuperación de materiales reciclables, las incineradoras no solo generan escasos trabajos, sino que también amenazan directamente a los medios de sustento de las miles de personas que trabajan recuperando y procesando los reciclables. La gráfica 5 muestra cómo en ciudades seleccionadas, las actividades informales de residuos con mucha mano de obra generaron de 10 a 40 veces más puestos de trabajo que actividades similares de reciclaje en países industrializados.

Gráfica 5: Puestos de trabajo por 10 000 toneladas métricas de material por año
(basada en datos del Instituto para la Autosuficiencia Local 1997 y ONU-Hábitat 2010)



Fuente: Linzer y Lange (2013)

En EUA, en 2018, las actividades de reciclaje generaron de 10 a 20 veces más puestos de trabajo que las incineradoras (Tabla 3), lo que ha supuesto uno de los motores de fomento de empleos verdes en el ámbito nacional.

Tabla 3: Factores de generación de empleo por material y actividad de gestión en los Estados Unidos de América (trabajos por 1000 toneladas métricas)

Materiales	Residuos desviados (empleos por 1000 toneladas métricas)				Residuos eliminados (empleos por 1000 toneladas métricas)			
	Recolectado 2008	Recolectado 2030	Procesado	Producido	Reutilizado/ Remanufacturado	Recolectado	Vertido	Incinerado
Papel y cartón	1,67	1,23	2	4,16	No Disponible	0,56	0,1	0,1
Cristal	1,67	1,23	2	7,85	7,35	0,56	0,1	0,1
Metales								
Ferroso	1,67	1,23	2	4,12	20	0,56	0,1	0,1
Aluminio	1,67	1,23	2	17,63	20	0,56	0,1	0,1
Otros no ferrosos	1,67	1,23	2	17,63	20	0,56	0,1	0,1
Plásticos	1,67	1,23	2	10,3	20	0,56	0,1	0,1
Caucho y cuero	1,67	1,23	2	9,24	7,35	0,56	0,1	0,1
Textiles	1,67	1,23	2	2,5	7,35	0,56	0,1	0,1
Madera	1,67	1,23	2	2,8	2,8	0,56	0,1	0,1
Otros	1,67	1,23	2	2,5	N/A	0,56	0,1	0,1
Otros residuos								
Desechos alimentarios	1,67	1,23	0,5	N/A	N/A	0,56	0,1	0,1
Desechos del jardín	1,67	1,23	0,5	N/A	N/A	0,56	0,1	0,1
Residuos inorgánicos diversos	1,67	1,23	0,5	N/A	N/A	0,56	0,1	0,1

Fuente: Goldstein y Electris (2011)

En Europa el mayor foco en políticas de recuperación de materiales y reciclaje desde el año 2000 ha supuesto un incremento del empleo relacionado con esta actividad de 177 000 en el 2000 a 301 000 en el 2007, no incluyendo las actividades de recolección con separación en la fuente (Fischer et al 2011).

En general, la presencia de plantas incineradoras en economías emergentes ha suscitado diferentes problemas:

- La definición de políticas de residuos y actividades de planificación no consideraron la (gran) presencia del sector informal de residuos en los centros urbanos;
- la desviación de reciclables a la incineradora ha provocado una pérdida de ingresos para los recicladores y recicladoras de base;
- los contratos de recolección de residuos están basados en las toneladas métricas que entran a las WtE, lo que no favorece al reciclaje;
- para que la operación sea económicamente sostenible, se requieren altas cuotas de entrada a largo plazo lo que supone una carga para las arcas municipales y conlleva un aumento de las tasas de los usuarios.

El cuadro de texto 4 muestra dos ejemplos de esto en India y Etiopía.

Cuadro de texto 4: Impactos de las plantas WtE en los recicladores y recicladoras de base en India y Etiopía

Okhla, Delhi, India: En enero de 2012, una planta WtE comenzó a operar en Sukhdev Vihar, cerca del relleno sanitario Okhla en Delhi. Por consiguiente, 1300 toneladas métricas de residuos que antes eran diariamente vertidas en el relleno sanitario pasaron a formar la materia prima que suministraba el combustible a la incineradora. Chintan Environmental Research and Action Group (Grupo de investigación y acción ambiental) dirigió un estudio que evaluaba el impacto de la incineradora en los medios de sustento de aquellos que trabajaban (anteriormente) en el relleno sanitario. En el momento del estudio, 300 de las 450 personas activas en el relleno sanitario ya no trabajaban allí. Los hallazgos principales presentados por el informe fueron los siguientes a) una significativa caída de la población en comunidades dependientes de los ingresos generados en el relleno sanitario; b) una reducción drástica en los ingresos de los recicladores; y c) una reducción en el consumo de carne y pescado.

Referencias: Chintan Environmental Research and Action Group (2012); Demaria et al. (2012)

Planta WtE Reppie, Addis Ababa, Etiopía: En 2017, una planta WtE de 50 MW comenzó a procesar el RSU generado en la capital Addis Ababa, Etiopía. El proyecto estaba implementado por un consorcio formado por Cambridge Industries Ltd. y sus socios: China National Electric Engineering Co. y Ramboll de Dinamarca. El proyecto de 118 millones de dólares convertiría 350 000 toneladas métricas de residuos sólidos en electricidad suministrando anualmente el 30 por ciento de las necesidades energéticas de los hogares. Proclamada como la primera planta WtE en África, este proyecto recibió cobertura internacional debido a las 100 muertes causadas por un desprendimiento de tierras en un relleno sanitario vecino. Un artículo publicado internacionalmente (ver la referencia más abajo) en 2018 –uno de los muchos artículos similares escritos sobre el evento– se centra extensivamente en los desafíos técnicos, económicos, medioambientales e institucionales a los que hizo frente el departamento municipal de higiene de Addis Ababa para operar la planta. Sin embargo, no menciona nada sobre el sector informal: no se menciona si participaron en la fase de planificación, ni cómo lo hicieron, ni tampoco cómo les afectó el funcionamiento de la planta WtE.

Referencia: Abebe 2018

4.2. Inversión y costos de la operación

Las incineradoras dependen de un capital alto, tanto en inversión como en funcionamiento. El Consejo Mundial de Energía informó que, en 2016, los gastos de inversión fueron entre 300 y 900 USD por tonelada métrica de capacidad (Tabla 4), dependiendo del tamaño de la planta y la tecnología aplicada. Las tecnologías de gasificación suelen ser más costosas que las tecnologías habituales de combustión en parrilla. Una planta de gasificación en EUA con una capacidad de 750 toneladas métricas por año necesitaría una inversión estimada de 550 USD por tonelada métrica de capacidad anual (WEC 2016). Los costos de inversión por la misma tecnología y una planta de tamaño similar pueden variar significativamente dependiendo del lugar, implementaciones y disponibilidad de tierras.

Sin embargo, se debería ser precavido al generalizar sobre los gastos de inversión de cada tecnología porque existen diferencias regionales en cuanto a incentivos gubernamentales y dinámicas de mercado, y la cantidad de ingresos obtenidos dependen de condiciones muy localizadas como el precio de la electricidad, acceso a la red de calefacción urbana y mercados de recuperación de reciclables (i.e. metales, papel, cristal y plásticos). Además, los costos de inversión de proyectos individuales variarán dependiendo de una serie de factores que incluyen el tipo de financiación del proyecto, el promotor del proyecto, las condiciones de los mercados financieros, la madurez de la tecnología, y los factores de riesgos y políticos.

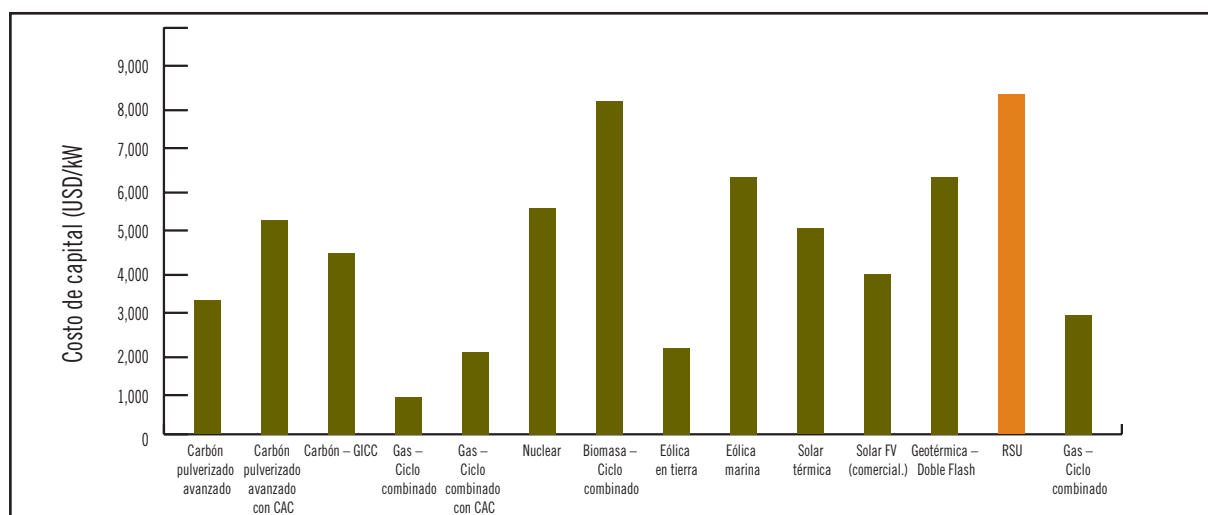
Tabla 4: Costos de inversión de la incineración

Renta	Costos de inversión (USD/capacidad anual en toneladas)	Características
Países con renta baja	300-500	- Costos laborales bajos - Valor calorífico de residuos bajo - Baja necesidad de protección estructural de la maquinaria
Países con renta media	400-600	- Algunas exigencias para la protección estructural de la planta - Valor calorífico de residuos un poco más alto - Costos laborales más altos
Países con renta alta (UE y Norteamérica)	600-900	- Exigencias estrictas de maquinaria y seguridad - Alto estándar arquitectónico de los edificios

Fuente: Consejo Mundial de Energía (2016)

En el mismo informe de Recursos de Energía en el Mundo (2016) del Consejo Mundial de Energía se indica que la generación de energía a partir de residuos es una opción costosa comparada con otras fuentes de energía ya establecidas. El promedio del costo de capital para la generación de energía de los RSU es mucho más alto que el de otras fuentes en los EUA (Gráfica 6); por ejemplo, el costo de capital de los RSU es más de ocho veces que el de las plantas de gas de ciclo combinado.

Gráfica 6: Estimaciones de costo de capital de plantas energéticas a gran escala en los EUA



Fuente: Consejo Mundial de Energía (2016)

La tabla 5 presenta una muestra de los costos comparativos de la incineración en diferentes Estados miembros de la UE (2001) presentados por la Comisión Europea (ECOTEC 2001). A pesar de que estos son de hace más de 15 años, en esta tabla aparecen diversos puntos de interés:

- El factor de la economía de escala tiene una gran influencia ya que los costos disminuyen significativamente mientras que la capacidad de las instalaciones (ktpa)⁸ aumenta. Esto se confirma en todos los países que han informado sobre instalaciones de diferentes tamaños, pero especialmente en Austria (AU) y Alemania (AL). Solo se pueden lograr bajos costos de funcionamiento cuando se puede garantizar un mayor número de materias primas junto a unos mayores gastos de inversión.
- La mayoría de los países plantea diferentes costos para el tratamiento de cenizas y gases de combustión, que van de 16 a 75 euros por tonelada métrica para el tratamiento de cenizas de sedimento y de 129 a 363 por tonelada métrica para el control de residuos de gases de combustión. Considerando que las cenizas de sedimento representan del 20 al 30 por ciento del peso total de entrada, una considerable cantidad de fondos tiene que ser reservada para este tratamiento.

⁸ Ktpa – kilotoneladas por año

El mismo informe indicaba que los costes unitarios del compostaje varían entre 22 y 94 euros por tonelada métrica, dependiendo del tipo de tecnología y capacidad de la planta. Para el relleno sanitario, los costos (incluyendo un impuesto por vertidos) varían entre 6 y 30 euros por tonelada métrica en países mediterráneos y de 40 a 110 por tonelada métrica en otros países europeos.

Tabla 5: Costos comparativos de incineración en Estados miembros de la Unión Europea (2001)

	Costos (pre-impuestos) netos de los ingresos	Impuestos (para plantas con recuperación energética)	Ingresos del suministro de energía (por kWh)	Costos del tratamiento de cenizas
Austria	€326 @ 60 ktpa €159 @ 150 ktpa €97 @ 300 ktpa		Electricidad €0,036 Calor €0,018	Cenizas de sedimento €63/tonelada Residuos de gases de combustión €363/tonelada
Bélgica	€71-75 @ 150 ktpa €83/tonelada	€12,7/tonelada (Flandes)	Electricidad €0,025	No disponible
Dinamarca	€30-45/tonelada	€44/tonelada	Electricidad €0,05	Cenizas de sedimento €34/tonelada Residuos de gases de combustión €134/tonelada
Finlandia	Ninguno		Para gasificación Electricidad €0,034 Calor €0,017	
Francia	€118-129 @ 18.7 ktpa €91-101 @ 37.5 ktpa €86-101 @ 37.5 ktpa €80-90 @ 75 ktpa €67-80 @ 150 ktpa		Electricidad €0,023	€13-18/entrada en toneladas
Alemania	€250 (50 ktpa y por debajo) €105 (200 ktpa) €65 @ 600 ktpa		Electricidad €0,046	Cenizas de sedimento €28,1/tonelada Cenizas volátiles / control de residuos de polución del aire €255,6/tonelada
Grecia	Ninguno		No conocido	No conocido
Irlanda	€46 (200 ktpa, est)		No conocido	No conocido
Italia	€41,3-93 (350 ktpa, depende de ingresos por energía y recuperación de embalajes)		Electricidad €0,14 (viejo) €0,04 (mercado) €0,05 (cert. verde)	Cenizas de sedimento €75/tonelada Cenizas volátiles y control de residuos de polución del aire €129/tonelada
Luxemburgo	€97 (120ktpa)		Electricidad €0,025 (est)	Cenizas de sedimento €16/entrada de residuos en toneladas Residuos de gases de combustión €8/entrada de residuos en toneladas
Países Bajos	€71-110* (VVAV) €70-134* (OVAM)		Electricidad €0,05/tonelada (est)	
Polonia	€46-76 (est)			No hay datos
España	€34-56		Electricidad €0,036	
Suiza	€21-53		Electricidad €0,03 Calor €0,02	
Reino Unido	€69 @ 100ktpa €47 @ 200ktpa		Electricidad €0,032	Cenizas de sedimento recicladas (Costo neto al operario) Cenizas volátiles alrededor de €90/tonelada

Fuente: ECOTEC (2001)

La tabla 6 ofrece una comparación entre los materiales reciclables (como plásticos, papel y cartón) procesados mediante el uso de tecnologías WtE y la desviación de los mismos a través de una cadena de reciclaje que incluye al sector informal (cadena de intermediarios y recicladores de base). A pesar de que las dos opciones conducen a la reducción de la cantidad de residuos que van a parar a rellenos sanitarios, en términos de tecnología y requisitos para su funcionamiento, consecuencias económicas, generación de oportunidades de empleo y autonomía nacional, son dos acercamientos completamente distintos.

Table 6: Comparando materiales reciclables procesados mediante incineración frente a la cadena de reciclaje

Factor	Iniciativas de incineración	Cadena de reciclaje (incluyendo el sector informal)
Costos de inversión	Muy altos	Bajos-medios
Costos operacionales	Altos	Bajos
Generación de empleo	Muy baja	Muy alta
Dependencia continua de mínimas materias primas	Alta	Baja
Reducción de volumen	Alto	Alto-mediano
Nivel de capacidades requerido para su operación	Muy alto	Bajo-medio
Dependencia en tecnología extranjera	Muy alta-alta	Baja-media

Fuente: Observaciones del autor durante la investigación

Lo que podemos aprender de las tablas y gráficas previas es que la incineración es una empresa costosa con pocos beneficios y, que en especial para esas comunidades donde ya existe un sector informal de residuos activo, la decisión de implementar una iniciativa WtE llevará con toda probabilidad a:

- Pérdidas importantes de empleo y de medios de sustento para aquellos que trabajan en el sector informal de residuos (recicladores de base e intermediarios).
- Pérdida importante de iniciativas de generación de empleo que requiriesen una inversión limitada.
- Generación limitada de empleo altamente cualificado.
- Fuerte dependencia de tecnología extranjera para la implementación, formación, mantenimiento y operación.
- Fuerte necesidad de un compromiso económico de larga duración y alto costo en la gestión de residuos sólidos y obligaciones contractuales.

En la UE, la normativa se centra en recuperar aquellos materiales (como papel, cartón, plásticos y textiles) que pueden ser (fácilmente) reciclados. Como se menciona en la *Hoja de ruta para un uso eficiente de los recursos* de la UE (Comisión Europea 2011), los principales objetivos son lograr “vertido cero”, maximizar el reciclaje y la recuperación, y limitar la recuperación energética a residuos no reciclables.

Como declaró el Comisario de Medioambiente:

“Los residuos son demasiado valiosos como para tirarlos y si se gestionan bien, puede recuperarse su valor de vuelta en la economía. En la actualidad seis Estados miembros suman prácticamente cero vertidos y unos índices altos de reciclaje. No solo explotan el valor de los residuos, han creado industrias florecientes y muchos trabajos en el proceso. Han logrado esto haciendo que la prevención, recuperación y el reciclaje sean más atractivos económicamente mediante una serie de instrumentos económicos. Ahora tenemos la responsabilidad común con los Estados miembros y autoridades locales de garantizar que estos instrumentos sean utilizados de forma eficaz y difundidos en toda la UE. Este es uno de los objetivos centrales de la *Hoja de ruta para un uso eficiente de los recursos*.”

(Potočnik 2011)

Como tal, sería importante concentrar esfuerzos y desviar de los rellenos sanitarios hacia la industria del procesamiento de materiales potencialmente reciclables.

5. ¿Cómo debe prepararse la municipalidad ante propuestas de iniciativas de aprovechamiento energético de residuos?

La tecnología de incineración es compleja, necesita mucho capital, requiere reparaciones y mantenimiento frecuente y así como un personal altamente cualificado para su operación y gestión. Si una municipalidad presenta una propuesta para emprender e invertir en dicha tecnología, sería lo correcto preguntarse si está preparada para tomar este paso.

Lo que es más importante todavía, es comprender en qué contexto se han desarrollado e implementado estas tecnologías en países industrializados (con rentas altas), así como el estado del sistema de gestión de RSU cuando se haya tomado la decisión de construir y operar las plantas de incineración. ¿Cuáles eran las políticas nacionales (y locales) de residuos sólidos y los marcos de planificación que apoyaban la inclusión de opciones de WtE como parte de una combinación de tecnologías usadas para tratar los residuos sólidos municipales?

El motor principal detrás del desarrollo de sistemas de gestión municipales de residuos sólidos en estos países ha estado asociado a problemas de 1) salud pública, 2) medioambiente (polución), 3) valor de mercado de los residuos, y por último 4) los impactos que tiene la gestión municipal de residuos sólidos (GRSU) sobre el cambio climático.

Los países altamente industrializados donde han estado operando estas plantas de incineración durante décadas tienen (a menudo) lo siguiente en común:

- Existe una larga trayectoria de planificación y desarrollo de políticas de residuos sólidos.
- El sistema de recolección de residuos está bien estructurado con un reparto de responsabilidades y control de todos los tipos de residuos.
- La eliminación de residuos está totalmente controlada (ej. no hay vertederos a cielo abierto [no controlados] usados para la eliminación de RSU).
- Todos los residuos son eliminados en vertederos que respetan las normas ambientales (ej. en rellenos sanitarios).
- Los generadores de residuos (usuarios del sistema) pagan el total del costo de la recolecta y eliminación de residuos.

Todos estos factores fueron integrados como resultado de sistemas de gestión de residuos desarrollados y madurados de forma gradual. Llevó tiempo implementar las infraestructuras y herramientas de políticas y planificación necesarias, así como el desarrollo de las técnicas de gestión y capacidades humanas.

Antes de ni siquiera considerar las WtE como alternativa para una municipalidad o un país, es necesario evaluar el estado actual de los sistemas de gestión de residuos sólidos que funcionen en esta municipalidad o país. ¿Es el sistema suficientemente maduro para poder integrar y gestionar una tecnología compleja y costosa? Para respaldar esta idea puede ser útil consultar las diferentes matrices de decisiones y criterios presentadas en las guías publicadas por CWG, GiZ, Banco Mundial e ISWA.

Cuadro de texto 5: Preguntas clave a considerar.

- ¿Hay sistemas de recolección de residuos en funcionamiento que hayan garantizado la cobertura total de la recolección de todos los hogares durante décadas? ¿Estos sistemas también procesan desechos voluminosos?
- ¿Son todos los residuos generados, recolectados y transportados de forma controlada y registrada, incluyendo el uso de puentes báscula en las instalaciones de residuos sólidos?
- ¿Toda la recolección de residuos llega a instalaciones autorizadas de tratamiento y eliminación?
- ¿Están controlados los residuos eliminados en rellenos sanitarios?
- ¿Todo el que genera residuos paga el costo total de la recolección y eliminación de los mismos, y ha sucedido así en las últimas décadas? ¿Está plenamente arraigado el pago por la gestión de residuos sólidos en la sociedad utilizando una legislación eficaz que fomente este a través de sistemas plenamente operacionales para la recaudación de los impuestos?
- ¿Cuál sería el impacto sobre los medios de sustento de los actuales recicladores de base?

Si alguna de estas preguntas no pudiera ser contestada positivamente, entonces la municipalidad debería cuestionar si puede (o debe) aventurarse o incluso si estaría preparada para hablar sobre las WtE. En vez de esto, para la municipalidad sería mejor centrar su trabajo en cerciorarse que todos los residuos sean recolectados y tratados de forma respetuosa con el medioambiente y que la sociedad esté dispuesta a pagar los gastos asociados.

Ya que, si por ejemplo una municipalidad no pudiera garantizar el funcionamiento continuado de un relleno sanitario o una instalación de compostaje debido a una falta de fondos para cubrir los costos operacionales o debido a una falta de capacidad de supervisión, encontraría todavía más dificultades para garantizar el funcionamiento de una incineradora con gastos operacionales y un nivel de complejidad asociado a la tecnología mucho más altos.

Por consiguiente, es importante recordar que la inclusión de la incineración en el sistema de gestión de residuos sólidos no es por definición el objetivo final. No todos los países industrializados han decidido incluir la incineración en sus sistemas de gestión de residuos sólidos. Como mencionamos anteriormente, los Estados miembros de la UE decidieron reducir la cantidad máxima de residuos incinerados al 35 por ciento para el 2030, lo que ha llevado a una sobrecarga de los incineradores en algunos Estados miembros.

Además, las decisiones solo deberían tomarse basándose en un plan integrado de GRSU (y apoyadas por/integradas en la política nacional), que esté fundamentado en el análisis del flujo de materiales y que respete el concepto de jerarquía de los residuos (y de su gestión).

Por último, les presentamos diferentes herramientas y guías que se han desarrollado para asistir a los tomadores de decisiones en la evaluación de las iniciativas WtE (Tabla 7). Aunque a menudo están dirigidas a los tomadores de decisiones y al equipo municipal, estas pueden ser también muy útiles para líderes comunitarios y representantes de ONG del sector informal de residuos, ya que proporcionan conocimientos sobre cuestiones críticas para plantear a aquellos que propongan (y vendan) iniciativas WtE.

Tabla 7: Principales guías y herramientas de evaluación de incineración (WtE)

Organización	Fuente	Lista de comprobación	Comentarios
CWG	Herramienta de evaluación rápida de tecnologías de valorización energética de residuos. (2016)	Ocho listas diferentes cubriendo diferentes aspectos	32 páginas
GiZ	Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión municipal de residuos sólidos urbanos; Una guía para los tomadores de decisiones en países en vías de desarrollo y emergentes. (2017)	Capítulo 4 (p. 42-47) MATRIZ DE APOYO PARA LA TOMA DE DECISIONES con 12 parámetros esenciales y un anexo con la descripción de los parámetros.	58 páginas. Secciones separadas con recomendaciones (p. 48-49) para a) tomadores de decisiones; b) compañías nacionales e internacionales.
ISWA	Directrices de ISWA: Aprovechamiento energético de residuos en países de renta media y baja (2013)	Fuerte hincapié en las necesidades para crear un proyecto de WtE exitoso, con énfasis en la fase de estudio de viabilidad.	28 páginas
Banco Mundial	Incineración de residuos sólidos municipales: una guía para los tomadores de decisiones. Guía técnica del Banco Mundial (1999)	Listado de criterios clave (10 páginas) para la evaluación de la incineración municipal de residuos sólidos incluida en el anexo.	110 páginas

La Tabla 8 aporta una descripción de publicaciones con una visión crítica de las iniciativas WtE que han sido implementadas en economías en desarrollo.

Tabla 8: Sumario de publicaciones sobre aprovechamiento energético de residuos

Publicación	Comentarios
Smoke Screen: Why the UK Must Turn its Back on Incineration and Embrace the Circular Economy as a Solution to the Global Waste Crisis [Cortina de humo: Por qué el Reino Unido debe dar la espalda a la incineración y adoptar la economía circular como solución a la crisis global de residuos] (Seren 2017)	Contiene referencias útiles y estudios de caso.
Aprovechamiento de energía o desperdicio de energía. (Chintan 2011)	Evaluación del impacto social y económico de proyectos de WtE sobre recicladores cerca de los rellenos sanitarios de Ghazipur y Okhla en Nueva Delhi.
Alianza Global para Alternativas a la Incineración: Hechos sobre incineradores WtE	Este documento se centra sobre la realidad de la incineración WtE y cómo no funciona ni como opción de gestión de residuos ni como instalación de generación energética.
Proyecto de WtE Timarpur-Okhla,	Ejemplo documentado y preparado por la Alianza Global para Alternativas a la Incineración (GAIA).
https://ejatlas.org/conflict/	Ejemplos de iniciativas WtE propuestas y conflictos resultantes.

6. Últimas observaciones

Esta *Nota técnica* se ha centrado en la tecnología de incineración WtE y el impacto que puede tener sobre los medios de sustento (especialmente para los trabajadores y trabajadoras en empleo informal) en municipalidades de economías emergentes en las que existen propuestas para nuevos proyectos que promueven la tecnología de incineración.

Como ya hemos discutido, la tecnología de incineración es compleja, necesita mucho capital, requiere de reparaciones y mantenimiento intensivo, así como un personal altamente cualificado para su operación y gestión. A pesar de que los incineradores han formado una parte integral en los sistemas de GRSU funcionando en países altamente industrializados, su papel sigue siendo pequeño y está disminuyendo a causa de las nuevas políticas medioambientales que están teniendo lugar. Esto ha llevado a las compañías vendedoras de tecnología WtE a poner su atención en economías en vías de desarrollo para vender instalaciones usando el pretexto del desarrollo.

Por ello, resulta fundamental para las municipalidades y actores involucrados en las economías en desarrollo comprender el impacto que pueden tener las tecnologías WtE sobre el medioambiente, la economía, y los medios de sustento de las áreas urbanas (y rurales) que las acoge. También es importante comprender que hay alternativas a las WtE que pueden ser exploradas para abordar el continuo crecimiento de residuos sólidos en zonas urbanas.

Los defensores de la tecnología de incineración argumentarán que los incineradores conducen a un 75 por ciento en la reducción del volumen y masa de las RSU –y al mismo tiempo generan energía que puede ser usada para la aplicación de calor y generación eléctrica–.

Para conseguir esta reducción, los hornos que queman el RSU mixto requieren un permanente y gran suministro (materias primas) de RSU que no puede estar exento de fracciones con un alto poder calorífico como plástico, papel y cartón – primordialmente porque la materia orgánica es húmeda y mezclada con cenizas y materiales inertes no suministra el suficiente combustible para que se produzca una combustión continuada–. Es precisamente aquí donde surge el principal conflicto de interés con el sector informal de residuos ya que los recicladores de base recuperan y venden estas fracciones altamente caloríficas. Cuando los plásticos, papel, cartón y textiles son desviados a la incineradora, no están disponibles para generar ingresos en el sector informal de residuos.

Los vecindarios no solo se verían afectados por la posible pérdida de ingresos de aquellos que trabajan en la actividad de recuperación y venta de reciclables en actividades de la economía circular, sino también por un aumento significativo de las cuotas de gestión de residuos, ya que los altos costos de funcionamiento del incinerador tendrían que ser financiados por medio de unas tarifas de acceso altas. Mas aún, los posibles riesgos medioambientales y de salud continúan preocupando debido a que el 25 por ciento de los RSU recibidos por el incinerador permanece en forma de cenizas de sedimento y peligrosas cenizas volátiles. Las tecnologías que tratan estas cenizas conforme a los estándares internacionales establecidos de medioambiente y salud no están a menudo disponibles en las economías en desarrollo.

Incluso el Consejo Mundial de la Energía reconoce que existen alternativas más baratas y eficientes para la generación energética. Este es un aspecto a considerar por los tomadores de decisiones cuando los vendedores de WtE llaman a la puerta de la municipalidad. Si la municipalidad encuentra dificultades para garantizar el continuo funcionamiento del relleno (sanitario) conforme a los estándares medioambientales, ya sea por una falta de fondos para cubrir los costos operacionales o por una falta de capacidad para supervisar, ciertamente encontrará incluso más problemas a la hora de garantizar el funcionamiento de una incineradora con costos (operacionales) y niveles de complejidad asociados a la tecnología mucho más altos.

En vez de esto sería mejor estudiar alternativas que pudieran ser incorporadas en un plan integrado de GRSU y apoyadas por políticas nacionales, basándose en un análisis del flujo de materiales y una jerarquía de los residuos (y de su gestión) razonable. A través de la integración de conceptos como la economía circular y la creación de trabajos verdes, puede haber un enfoque en fomentar aquellas iniciativas que generen mucho más trabajo de los que puede generar un incinerador.

7. Referencias y lectura adicional

- Abebe, Massreshaw Assnakew. 2018. "Challenges of Waste to Energy Facility in Reppi (koshe), Addis Ababa City." *International Research Journal of Pharmacy and Medical Sciences*, Volume 1, Issue 4, 2018, pp. 9-16. Disponible en <http://irjpm.com/wp-content/uploads/2018/05/IRJPMS-PP1681-18.pdf>
- BiPRO GmbH, Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen. 2012. "Screening of Waste Management Performance of EU Member States, Final version." Preparado para la Comisión Europea. Disponible en http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Screening_report.pdf
- Seren, Boyd y Patrick Schroeder. 2017. "Why the UK must turn its back on incineration and embrace the circular economy as a solution to the global waste crisis." Tearfund. Disponible en https://learn.tearfund.org/~media/files/tilz/circular_economy/2017-tearfund-smoke-screen-en.pdf?la=en
- Chintan. 2011. "Waste to energy or waste of energy. Social and Economic Impact Assessment of Waste-to-Energy Projects on Wastepickers near Ghazipur and Okhla Landfills in Delhi." Disponible en http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/chintan_waste_to_energy_or_waste_of_energy.pdf
- Chintan. 2012. "Give Back Our Waste; What the Okhla Waste-to-Energy Plant has Done to Local Wastepickers." Disponible en <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/chintan-report-give-back-our-waste.pdf>
- CWG, Collaborative Working Group, solid waste management in low-and middle-income countries. 2016. "Waste to Energy Rapid Assessment Tool." Disponible en <http://www.cwgn.net/resources/waste-to-energy-rapid-assessment-tool-cwg/>
- Demaria, Federico, Seth Schindler y Shashi B Pandit. 2012. "Delhi's Waste Conflict." *Economic & Political Weekly*, Vol. 47. Issue No. 42, 20 (octubre de 2012). Disponible en <https://www.epw.in/journal/2012/42/commentary/delhis-waste-conflict.html>
- ECOTEC Research y Consulting. 2001. "Costs for Municipal Waste Management in the EU Final Report to Directorate General Environment, European Commission." Disponible en <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/eucostwaste.pdf>
- EPRS, European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA). 2017. "Towards a circular economy Waste management in the EU." Study IP/G/STOA/FWC/2013-001/LOT 3/C3. Disponible en http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/581913/EPRS_STU%282017%29581913_EN.pdf
- Comisión Europea. 2011. "Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos; Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones." Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:ES:PDF>
- Fischer, Christian, Ioannis Bakas, Anders Bjørn, Naoko Tojo y Christian Löwe. 2011. "Green economy and recycling in Europe." Lund University, The International Institute for Industrial Environmental Economics. ETC/SCP documento de trabajo 5/2011. Disponible en [https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/green-economy-and-recycling-in-europe\(af754fcb-ccac-4421-8306-df8a60d5456c\).html](https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/green-economy-and-recycling-in-europe(af754fcb-ccac-4421-8306-df8a60d5456c).html)
- GAIA, Alianza Global por Alternativas a la Incineración. 2018. "Facts about "Waste-To-Energy Incinerators." Disponible en <http://www.no-burn.org/facts-about-waste-to-energy-incinerators/>
- GiZ, Asociación Alemana para la Cooperación Internacional. 2017. "Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de residuos sólidos urbanos: una guía para los tomadores de decisiones en países en vías de desarrollo y emergentes." Disponible en <https://www.giz.de/en/downloads/WasteToEnergy-sp-web-klein.pdf>
- Goldstein, James y Christi Electris. 2011. "More Jobs, Less Pollution: Growing the Recycling Economy in the U.S." Tellus Institute and Sound Resource Management. Disponible en <https://www.tellus.org/tellus/publication/more-jobs-less-pollution-growing-the-recycling-economy-in-the-u-s>
- Herbert, Lewis. 2007. "Centenary History of Waste and Waste Managers in London and South East England." The Chartered Institution of Wastes Management (CIWM). Disponible en <https://www.ciwm.co.uk/Custom/BSIDocumentSelector/Pages/>

Hoornweg, D. y Bhada-Tata, P. 2012. "What a waste – a review of solid waste management." World Bank Urban development series, No. 15 Knowledge Papers. Disponible en https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf

Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires (CEAMSE). 2010. "Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos 2009." Disponible en <http://www.ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2012/06/Resumen-Ejecutivo-ECRSU-2009.pdf>

ISWA, Asociación Internacional de Desechos Sólidos. 2012. "Waste-to-Energy State-of-the-Art-Report; Statistics 6th Edition." Preparado para ISWA por el Grupo de Trabajo para la Recuperación de Energía. Disponible en https://www.iswa.org/index.php?elD=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=3119

Institute for Local Self-Reliance. 1997. "Recycling Means Business. Analysis of the Current and Potential Economic Benefits of Recycling in the National Capital Area." Disponible en <https://ilsr.org/recycling-means-business-in-baltimore-d-c-and-richmond/>

Jofra, Sora, y M. Puig Ventosa, V. 2013. "Incineration overcapacity and waste shipping in Europe: the end of the proximity principle." Fundació ENT Comisionado por: Alianza Global por Alternativas a la Incineración. Disponible en http://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Overcapacity_report_2013.pdf

Kamuk, Bettina. 2013. "ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle-Income Countries." International Solid Waste Association (ISWA), Preparado para ISWA por el Grupo de Trabajo para la Recuperación de Energía. Disponible en https://www.iswa.org/index.php?elD=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=3252

Kuijt, Janjaap. 2017. "Archief van de Dienst der Stadsreiniging van Amsterdam en rechtsopvolger: foto's en dia's; Periode: 1880 – 2002." Disponible en <https://archief.amsterdam/inventarissen/printversie/5274fo.nl.pdf>

Linzer, Roland y Ulrike Lange. 2013. "Role and size of informal sector in waste management – a review." Waste and Resource Management; Vol. 166, Issue WR2 (mayo de 2013). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/274347188_Role_and_size_of_informal_sector_in_waste_management_-_a_review

NEA, National Environmental Agency Singapore. 2018. "TUAS South Incineration Plant." Bochure. Disponible en https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/our-services/waste-management/tsip-brochure_printed-2018.pdf

Potočník, Janez. 2011. "We need to transform our economies." Discurso como comisario europeo de Medioambiente en la ceremonia inaugural de la Convención Europea ICLEI – Ciudades en Europa 2020, en Bruselas, Bélgica. 12 septiembre 2011. Disponible en http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-11-570_en.htm

Ramboll. 2017. "The first waste-to-energy facility in the UAE." Reporte con datos del proyecto. Disponible en <http://www.ramboll.com/projects/re/sharjah-first-waste-to-energy-in-uae>

Rand, T., J. Haukohl y U. Marxen. 1999. "Municipal Solid Waste Incineration. A Decision Maker's Guide." World Bank Technical Guidance Report. Disponible en <http://siteresources.worldbank.org/INTUSWM/Resources/463617-1202332338898/incineration-dmg.pdf>

Shah, Dharmesh. 2011. "The Timarpur-Okhla, Waste to Energy Venture." Alianza Global por Alternativas a la Incineración. Disponible en <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Timarpur.pdf>

Smith, Cameron. 2018. "African energy from waste projects: A plethora of opportunities." Energy Source, Issue 20 (Julio de 2018), pp. 29-34. Disponible en <https://www.ashurst.com/en/news-and-insights/insights/african-energy-from-waste-projects---a-plethora-of-opportunities/>

ONU-Hábitat. 2010. "Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the World's Cities 2010." ONU Hábitat: Londres, Reino Unido. Disponible en https://thecitywasteproject.files.wordpress.com/2013/03/solid_waste_management_in_the_worlds-cities.pdf

Vanapruk, Pireeyutma. 2011. "A Decade of Waste to Energy Plant of Phuket." GMSARN International Journal 5 (2011), pp. 195-200. Disponible en <http://gmsarnjournal.com/home/wp-content/uploads/2015/08/vol5no3-8.pdf>

WEC, Consejo Mundial de la Energía. 2016. "World Energy Resources 2016." Disponible en <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf>

Sitios web:

<http://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf>

http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Screening_report.pdf

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-369_en.htm?locale=en

<http://vimeo.com/32400188/> "Delhi Waste War"

<http://www.dpcleantech.com/medias/press-releases/dp-cleantech-acquires-new-partner-to-develop-waste-to-energy-and-biomass-plants-in-africa>

<http://www.nationmultimedia.com/detail/national/30305410>; Bangkok concern from waste pickers

<http://www.no-burn.org/>

<http://www.no-burn.org/about-gaia/>

<https://ec.europa.eu/eurostat/home>

<https://ejatlas.org>

<https://ilsr.org/recycling-means-business/>

<https://ramboll.com/>

<https://waste-management-world.com/a/video-50mw-waste-to-energy-plant-part-of-sustainable-development-plans-in-Ethiopia>

<https://www.chintan-india.org/>

<https://www.iswa.org/>

<https://zerowasteurope.eu/category/incineration/>

8. Glosario

Digestión Anaeróbica: la descomposición de materias orgánicas a través de microorganismos en la ausencia de oxígeno. La digestión anaeróbica ocurre naturalmente en condiciones de falta de oxígeno, como sumergida en algunos sedimentos de lagos y puede en condiciones controladas ser utilizada para producir biogás.

Biogás es una mezcla de diferentes gases que puede ser convertida en energía térmica y/o eléctrica. Con ese fin, se utiliza un reactor con gas compactado, llamado precisamente digestor anaeróbico, para proporcionar condiciones favorables para que los microorganismos conviertan materias orgánicas en biogás y un residuo sólido-líquido llamado digestato.

Lecho Fluido Circulante (LFC): es una tecnología en desarrollo para que la combustión del carbón logre una menor emisión de contaminantes.

Combustión: el proceso de quemar un material.

Co-procesamiento: el uso de materiales derivados de residuos para reemplazar los recursos minerales naturales (reciclado de material) y/o combustibles fósiles tradicionales como el carbón, fuelóleo, gas natural (recuperación energética) en procesos industriales. El co-procesamiento es aplicado principalmente en la industria del cemento y en centrales térmicas en todo el mundo; en algunos casos también se aplica en la industria de cal y en la industria siderúrgica. En las centrales térmicas donde se realiza solo la recuperación de energía es llamado co-incineración.

Materias primas: materia para abastecer o alimentar una maquina o proceso industrial.

Ceniza volátil: finas partículas en gases de escape que son creadas durante la incineración.

Gas de vertedero: generado por microorganismos anaeróbicos en rellenos sanitarios mediante la degradación natural y descomposición de residuos sólidos municipales. Los principales gases producidos son dióxido de carbono y metano. El porcentaje de metano puede variar entre el 40 y el 60 por ciento, dependiendo de diversos factores que incluyen la composición de los residuos (carbohidratos y contenido de celulosa). El metano en los gases de vertedero puede ser evacuado, quemado, combustionado para generar electricidad o energía térmica útil en la instalación, o inyectado en un conducto para ser quemado fuera de este emplazamiento.

Poder Calorífico Inferior (PCI): el PCI de una fracción de un combustible es la cantidad de calor creada cuando una unidad de peso (o volumen en el caso de combustibles gaseosos) del combustible es totalmente quemada y el agua de vapor sale en la combustión de los productos sin estar condensado.

Análisis de flujo de materiales (MFA, por su sigla en inglés): también llamado análisis de flujo de sustancias (SFA, por su sigla en inglés), es un método analítico para cuantificar los flujos y reservas de materiales o sustancias de un sistema bien definido. El MFA es una herramienta importante para estudiar la economía circular y formular la gestión del flujo de materiales.

Pirolisis y Gasificación: también conocidas como Tecnologías Térmicas Avanzadas o Tecnologías Alternativas de Conversión. Generalmente dependen de residuos a partir de carbono como el papel, residuos a partir de petróleo como los plásticos, y materiales orgánicos como restos alimenticios. Los residuos son descompuestos para crear residuos gaseosos, sólidos y líquidos. Los gases pueden ser quemados más tarde en un proceso secundario. El proceso de pirolisis degrada térmicamente los residuos en la ausencia de aire (y oxígeno). La gasificación es un proceso por el cual los materiales son expuestos a un poco de oxígeno, sin que haya el suficiente para producir la combustión. Las temperaturas están a menudo por encima de 750°C. En algunos sistemas, la fase de pirolisis es seguida por una etapa de gasificación para que más de los gases portadores de energía sean liberados del contenido energético de los residuos.

Escoria (cenizas de sedimento): finas partículas que caen al fondo de la incineradora durante la combustión.

Jerarquía de residuos: una herramienta usada para evaluar los procesos (relacionados con la gestión de residuos) que protegen el medioambiente incorporando los recursos y consumo de energía de las acciones más favorables a las menos. Establece un orden de prioridades con diferentes opciones.

Báscula puente: una báscula usada para pesar la carga (incluyendo RSU) transportada por camiones.

Sobre WIEGO: Mujeres en Empleo Informal: Globalizando y Organizando (WIEGO) es una red global dedicada a proteger los medios de sustento de los trabajadores pobres de la economía informal, especialmente las mujeres. Creemos que todos los trabajadores y trabajadoras deben tener los mismos derechos y oportunidades. WIEGO genera cambios al fortalecer a sus organizaciones, expandir la base de conocimientos sobre la economía informal e incidir en las políticas locales, nacionales e internacionales. Visite: www.wiego.org.

