



Residuos y cambio climático

LIBRO BLANCO DE ISWA





Índice

Página

| | |
|--|----|
| Prólogo | 3 |
| Resumen Ejecutivo | 5 |
| Reevaluación de los residuos: mensajes clave de ISWA | 8 |
| Los compromisos de ISWA | 10 |
| Introducción | 11 |
| Tecnologías | 12 |
| Recuperación de materiales | 18 |
| Recuperación de materia orgánica | 20 |
| Recuperación de energía | 22 |
| Mecanismo de desarrollo limpio | 24 |
| Políticas y normativas | 30 |
| Contabilización de los gases de efecto invernadero | 38 |
| Referencias | 42 |
| Apéndice | |



En la actualidad, el fenómeno del cambio climático, sus causas y consecuencias, es un fenómeno aceptado y reconocido en términos generales por parte de la comunidad científica internacional, los gobiernos, el sector privado, las ONG y la población en general.

Y exige una respuesta contundente. Se deben hallar las soluciones que mitiguen las emisiones de gases de efecto invernadero y ayuden en la adaptación a sus consecuencias inevitables. La complejidad de la situación exige que se acepte la responsabilidad común, tanto del sector privado como del sector público.

Debido a que ISWA es la única asociación internacional que promueve el desarrollo sostenible en el sector de la gestión de residuos, nos encontramos muy bien ubicados para aceptar nuestra propia responsabilidad y actuar en consecuencia.

Ahora, nos enorgullece presentar el Libro Blanco de ISWA sobre Residuos y Cambio Climático, que expone las tecnologías y los mecanismos que pueden transformar al sector de los residuos en un reductor global neto de emisiones de GEL y asume los compromisos necesarios para colaborar con este cambio.

El objetivo de ISWA es facilitar las mejoras a nivel global de las estrategias vinculadas con la gestión de residuos. Tanto la estructura de

nuestra membresía como nuestra secretaría ofrecen un recurso que ya se encuentra en funcionamiento para la divulgación de conocimientos y experiencias. Apoyaremos nuevos programas de investigación y de educación, y evaluaremos las experiencias de distintos países sobre políticas, estrategias y contabilización a fin de ofrecer una base global a partir de la cual avanzar.

Nuestros compromisos nos encontrarán trabajando en estrecha colaboración con otros institutos y organizaciones internacionales para promover metas de reducción fundamentales y de largo alcance que reconocen el potencial desaprovechado de la reducción de las emisiones de GEL relacionada con los residuos.

Quisiera extender nuestro agradecimiento y reconocimiento especial a los miembros del Grupo de Trabajo por haber hecho posible la publicación del presente Libro Blanco, así como a todas aquellas personas que han participado en este proceso con presentaciones, opiniones y comentarios.



Atilio A. Savino
Presidente, ISWA
3 de diciembre de 2009

asavino@ars.org.ar



Agradecimientos

“Uno puede devolver un préstamo de oro,
pero está en deuda de por vida con
aquellos que son amables”.

(Proverbio)

Este informe se pudo realizar gracias a la colaboración de las siguientes personas:
Homero M. Bibiloni, Hernán Carlino, Nazareno Castillo, CEAMSE, Luis Couyoupetru,
Raúl De Elizalde, Carlos Garavelli, Soledad Garavelli, María Laprida, Pablo Mesa, Juana
Nicolaou, Franciso Ocampo, Ignacio Pereyra, María Eugenia Rallo, Ricardo Rollandi,
Marcelo Rosso, Atilio Savino, Armando Schiavi, Pablo Schamber y Juan Pablo Weihs.

Los compromisos de ISWA sobre residuos y cambio climático

La International Solid Waste Association (ISWA) está comprometida con la reducción de las emisiones globales de GEI a través de una cantidad de acciones específicas:

1

Creación de redes para el desarrollo de capacidades, difusión del conocimiento y las experiencias a nivel de país, institución o individual. ISWA abordará la cooperación con organizaciones complementarias que tratan la gestión de materiales sostenibles y la energía para apoyar estas actividades.

2

Inicio y apoyo de la investigación y la educación sobre temas relacionados con los GEI. ISWA trabajará en colaboración con proveedores establecidos como institutos de investigación, universidades, corporaciones y administraciones en países con infraestructuras probadas a fin de transferir el conocimiento y la pericia tangibles a regiones menos desarrolladas.

3

Selección de ciudades para que participen en estudios de caso y acciones objetivas destinadas a la mitigación de las emisiones de GEI a través de los sistemas de gestión de residuos y difusión de los resultados de su experiencia para otras ciudades análogas. ISWA reunirá la estructura de su membresía, secretaría y personal a fin de facilitar el éxito de este esfuerzo.

4

Evaluación de las experiencias de distintos países y regiones sobre políticas, estrategias y normativa. Con datos bien fundados, ISWA creará una base sólida para realizar recomendaciones que cumplirían con una reducción óptima de las emisiones de GEI relacionadas con los residuos, tanto a nivel local como a nivel global. Esta tarea quizás incluya herramientas para la formulación, implementación, aplicación y cumplimiento, así como metodologías de contabilización transparentes y precisas.

5

Participación activa en eventos y negociaciones globales sobre Residuos y Cambio Climático antes de 2012 y más allá. ISWA trabajará en estrecha colaboración con otras organizaciones e institutos internacionales a fin de promover un compromiso más global y ambicioso en relación a las metas de reducción de GEI, centrándose en materializar el potencial de la reducción de las emisiones de GEI vinculadas con los residuos.

Reevaluación de los residuos:

Los mensajes clave de ISWA

1 La industria de los residuos ocupa una posición única como reductor potencial de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Así como las industrias y los países de todo el mundo luchan por tratar su huella de carbono, las actividades del sector de residuos representa una oportunidad para la reducción del carbono que aún resta explotar cabalmente.

- Entre 1990 y 2003, las emisiones globales totales de GEI del sector de residuos bajaron entre 14 y 19% en los 36 países industrializados y economías en transición (Economies in Transition, EIT) enumeradas en el anexo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Esa reducción se debe principalmente al aumento de la recuperación de gas metano de los rellenos sanitarios.
- A nivel de las ciudades y las comunidades locales, existen numerosos ejemplos de soluciones para la gestión de residuos que incluyen nuevas tecnologías y sistemas integrados, que se tradujeron en reducciones netas de los gases de efecto invernadero, así como otros beneficios asociados al desarrollo sostenible.

2 El sector de residuos ofrece una cartera de tecnologías probadas, prácticas y rentables que puede contribuir con la mitigación de los GEI. Una vez adaptadas y utilizadas según las tradiciones y las necesidades locales, es posible que ayuden a garantizar un ahorro considerable de las emisiones de GEI globales.

- Entre las soluciones, quizás sea posible incluir la prevención, el reciclaje y la reutilización, el tratamiento biológico mediante el uso de productos para el suelo, la recuperación de energía y el método vinculado con la creación de rellenos sanitarios. La habilidad de la industria de los residuos reside en la aplicación de décadas de experiencia y tecnología avanzada en el establecimiento de sistemas integrados conforme a las condiciones locales, en lugar del intento de transferir cualquier solución aislada de una región a otra.
- Los programas de investigación y desarrollo de la industria de los residuos son fundamentales para lograr el desarrollo continuo de soluciones que minimice el impacto sobre los recursos, el medio ambiente y nuestro clima.
- En la región de la UE, las actividades relacionadas con la gestión de residuos municipales por sí potencialmente podrían contabilizar el 18% de la meta de reducción de emisiones para 2012 presente en el Protocolo de Kyoto, establecida para los 15 estados

3 La prevención, la minimización, la reutilización y el reciclaje de los residuos aumentan en todo el mundo, lo cual representa un potencial creciente para la reducción de las emisiones de GEI mediante la conservación de las materias primas y los combustibles fósiles.

- El ahorro potencial de GEI derivado de la prevención y la minimización de residuos podría ser muchísimo mayor que el ahorro que puede lograrse por medio de tecnologías de avanzada para la gestión de residuos posconsumo.
- El reciclaje es una parte integral de los sistemas de gestión de residuos y una herramienta fundamental para la gestión de residuos. Los materiales para reciclaje como el papel, el cartón, el metal y el vidrio pueden ayudar a limitar el consumo de recursos y lograr el ahorro de energía.
- En 2007, se reciclaron 85 millones de toneladas de materiales provenientes de residuos sólidos municipales en los Estados Unidos (incluyendo el reciclaje por compostaje) y se alcanzó un índice de reciclaje total nacional del 33,4 %.

4 A través de tecnologías de tratamiento biológico aeróbico y anaeróbico, los residuos orgánicos pueden recuperarse y transformarse en fertilizantes y acondicionadores para el suelo. Esos procesos reducen las emisiones de GEI mediante el secuestro de carbono biogénico de los suelos, la mejora de las propiedades físicas del suelo y el agregado de nutriente al suelo.

- El componente orgánico de los residuos (por ejemplo, papel, cartón, residuos de alimentos o de jardín) es de entre el 30 y el 70% de la producción total de residuos municipales. Si se efectúa la recolección en forma separada, puede proporcionar un aporte valioso para la reducción de las emisiones de GEI y la mejora del suelo.
- La recuperación de materia orgánica es especialmente eficaz en el caso del suelo y la materia orgánica se erosiona debido a la deforestación, las prácticas de cultivo o como consecuencia del cambio climático.
- Las tecnologías anaeróbicas ofrecen un beneficio energético adicional (ver apartado 5 a continuación).

Reevaluación de los residuos:

Los mensajes clave de ISWA

5 Los residuos ofrecen una fuente de energía renovable muy importante. La incineración así como otros procesos térmicos para generar energía a partir de residuos, la recuperación y el uso del gas de rellenos sanitarios y el uso de biogás de digestor anaeróbico pueden cumplir funciones importantes en la reducción del consumo de combustibles fósiles y la emisión de GEI.

- A nivel global, cada año se incineran más de 130 millones de toneladas de residuos en alrededor de 600 plantas que generan energía a partir de residuos, lo cual produce más de 1000 PJ de electricidad por año. Y equivale a la demanda de energía eléctrica de alrededor de 10 millones de consumidores europeos (100GJ por año).
- En 2008 solamente en los Estados Unidos, los proyectos de uso de gas de relleno sanitario compensaron 84,3 millones de toneladas de CO₂-eq., lo cual puede compararse con las emisiones producidas por 15,5 millones de vehículos para transporte de pasajeros

6 La transferencia de tecnología sostenible a los países en desarrollo es crucial para la reducción de los GEI. El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), incorporado en el marco del Protocolo de Kyoto, ha brindado una oportunidad para realizar avances significativos hacia esa meta. Sin embargo, son necesarias mejoras estructurales y administrativas para el proceso de registro del MDL.

- El sector de residuos está muy bien representado en los proyectos registrados. A partir del mes de octubre de 2009, el 18% de los 1834 proyectos estaban relacionados con los residuos.
- Los proyectos relacionados con los residuos actualmente registrados como MDL se encuentran en vías de entregar 209 millones de créditos de carbono para fines del año 2012. (Un crédito de carbono corresponde a una reducción de emisiones de una tonelada de CO₂ equivalente.)
- Hasta ahora, la mayoría de los proyectos de gestión de residuos sólidos se han centrado en la recuperación de gas de relleno sanitario. Existe un potencial significativo para llevar adelante otros proyectos de MDL centrados en sistemas de reciclaje, compostaje, incineración y digestión anaeróbica.
- El mecanismo flexible del MDL puede ayudar a los países en desarrollo a alcanzar prácticas de gestión de residuos compatibles con el medio ambiente a través de la transferencia de tecnología y el valor agregado de los créditos de emisiones de los GEI.

7 Las políticas y las normativas relacionadas con los residuos pueden resultar impulsores nacionales muy potentes para reducir las emisiones de los GEI.

- El avance realizado en la reducción de las emisiones de GEI en la UE entre 1990 y 2007 se llevó a cabo a través de políticas y normativas basadas en la Jerarquía de los Residuos. El marco legislativo incluyó metas y directivas específicas sobre residuos de envases y desviación de residuos orgánicos de los rellenos sanitarios.
- En los Estados Unidos, las emisiones de metano de los rellenos sanitarios disminuyeron el 11% entre 1990 y 2007 debido al aumento de la recuperación de gas de rellenos sanitarios como consecuencia de incentivos económicos, políticas y normativas.
- En los países en desarrollo, es importante centrarse en las políticas y normativas relacionadas con los residuos que sean prácticas y sostenibles. Las iniciativas de un país no pueden exportarse a otro si no se tienen en cuenta la cantidad y la composición de los residuos locales, la infraestructura, las preferencias, los recursos económicos y el clima.

8 La medición y la cuantificación precisa de las emisiones de GEI son fundamentales para el establecimiento y el control de metas de reducción realistas en todos los niveles. Las metodologías actuales forman una base de datos valiosa para la evaluación de las emisiones de GEI derivadas de las actividades vinculadas a los residuos; sin embargo, es necesario efectuar mejoras a fin de representar de manera adecuada el ciclo de vida completo de los materiales y la energía.

- El inventario nacional de metodologías del IPCC sobre los GEI presentes en los residuos estiman las emisiones directas pero no incluyen las emisiones indirectas ni los beneficios ambientales, especialmente aquellos que impactan en otros sectores.
- Deben desarrollarse enfoques mejorados, armonizados y transparentes tanto de las emisiones directas como indirectas asociadas con las actividades de la gestión de residuos a fin de complementar las metodologías existentes.
- Es necesario efectuar una recolección de datos más coherente y coordinada con el objeto de apoyar las metodologías mejoradas y reducir la incertidumbre de la contabilización.



Reevaluación de los residuos: mensajes clave de ISWA

1. La industria de los residuos ocupa una posición única como reductor potencial de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Así como las industrias y los países de todo el mundo luchan por tratar la huella de carbono que generan, las actividades del sector de residuos representa una oportunidad para la reducción del carbono que aún resta explotar cabalmente.

- Entre 1990 y 2003, las emisiones globales totales de GEI del sector de residuos cayeron entre 14 y 19% en los 36 países industrializados y economías en transición (Economies in Transition, EIT) enumeradas en el anexo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Esa reducción se debe principalmente al aumento de la recuperación de gas metano proveniente de los rellenos sanitarios.

| | 1990 | 2007 | 2012-2020 (proyectado) |
|---|---|---|------------------------|
| Emisiones netas de GEI anuales del sector de residuos municipales europeo | 69 millones de toneladas de CO ₂ | 32 millones de toneladas de CO ₂ | Reductor Neto |

- En la región de la UE, las actividades relacionadas con la gestión de residuos municipales por sí potencialmente estarían en condiciones de contabilizar el 18% de la meta de reducción de emisiones para 2012 presente en el Protocolo de Kyoto, establecida para los 15 estados miembros iniciales de la UE (que incluía 15 Estados Miembros antes de 2004).
- A nivel de las ciudades y las comunidades locales, existen numerosos ejemplos de soluciones para la gestión de residuos que incluyen nuevas tecnologías y sistemas integrados, que se tradujeron en reducciones netas de los gases de efecto invernadero, así como otros beneficios asociados al desarrollo sostenible.

2. El sector de residuos ofrece una cartera de tecnologías probadas, prácticas y rentables que puede contribuir con la mitigación de los GEI. Una vez adaptadas y utilizadas según las tradiciones y las necesidades locales, es posible que ayuden a garantizar un ahorro considerable de las emisiones de GEI globales.

- Entre las soluciones, quizás sea posible incluir la prevención, el reciclaje y la reutilización, el tratamiento biológico mediante el uso de productos para el suelo, la recuperación de energía y el método vinculado con la creación de rellenos sanitarios.
- La pericia de la industria de los residuos reside en la aplicación de décadas de experiencia y de tecnología avanzada para establecer sistemas integrados conforme a las condiciones locales, más que intentar la transferencia de alguna solución aislada de una región a otra.
- Los programas de investigación y desarrollo de la industria de los residuos son fundamentales para lograr el desarrollo continuo de soluciones que minimicen el impacto sobre los recursos, el medio ambiente y nuestro clima.

3. La prevención, la minimización, la reutilización y el reciclaje de residuos están aumentando en todo el mundo, lo cual representa un potencial creciente para la reducción de las emisiones de GEI mediante la conservación de las materias primas y los combustibles fósiles.

- El ahorro potencial de GEI derivado de la prevención y la minimización de residuos podría ser muchísimo mayor que el ahorro que puede lograrse por medio de tecnologías de avanzada para la gestión de residuos posconsumo.
- El reciclaje es una parte integral de los sistemas de gestión de residuos y una herramienta fundamental para dicha gestión. Los materiales para reciclaje como papel, cartón, metal y vidrio pueden ayudar a limitar el consumo de recursos y lograr ahorro de energía.
- En 2007, se reciclaron 85 millones de toneladas de materiales provenientes de residuos sólidos municipales en los Estados Unidos (que incluye el reciclaje por compostaje) y se alcanzó un índice de reciclaje total nacional del 33,4%.

4. Por medio de tecnologías de tratamiento biológico aeróbico y anaeróbico, los residuos orgánicos pueden recuperarse y transformarse en acondicionadores del suelo y fertilizantes. Esos procesos reducen las emisiones de GEI mediante el secuestro de carbono biogénico de los suelos, la mejora de sus propiedades físicas y el agregado de nutrientes a dichas superficies.

- El componente orgánico de los residuos (por ejemplo, papel, cartón, residuos de alimentos o de jardín) es de entre el 30 y el 70% de la producción total de residuos municipales. Si la recolección se realiza en forma separada, puede ofrecer un aporte valioso para la reducción de las emisiones de GEI y la mejora del suelo.
- La recuperación de materia orgánica es especialmente eficaz en los casos en que el suelo y la materia orgánica se erosionan debido a la deforestación, las prácticas de cultivo o como consecuencia del cambio climático.
- Las tecnologías anaeróbicas ofrecen un beneficio energético adicional (ver apartado 5 a continuación).

5. Los residuos ofrecen una fuente de energía renovable muy importante. La incineración, así como otros procesos térmicos para la generación de energía a partir de residuos, la recuperación y el uso del gas de rellenos sanitarios y el uso de biogás proveniente de un digestor anaeróbico pueden cumplir funciones importantes en la reducción del consumo de combustibles fósiles y la emisión de GEI.

- A nivel global, más de 130 millones de toneladas de residuos se incineran cada año en más de 600 plantas de generación de energía a partir de residuos, que producen más de 1000PJ anuales de electricidad. Esa producción equivale a la demanda de energía eléctrica de alrededor de 10 millones de consumidores europeos (100 GJ por año).

- En 2008 solamente en los Estados Unidos, los proyectos de uso de gas de relleno sanitario compensaron 84,3 millones de toneladas de CO₂ eq., lo cual puede compararse con las emisiones producidas por 15,5 millones de vehículos para transporte de pasajeros.

6. La transferencia de tecnología sostenible a países en desarrollo es fundamental para la reducción de las emisiones de GEI. El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), incorporado al protocolo de Kyoto, ha ofrecido una oportunidad para que el sector de los residuos realice avances importantes hacia ese objetivo. Sin embargo, son necesarias mejoras estructurales y administrativas para el proceso de registro de los MDL.

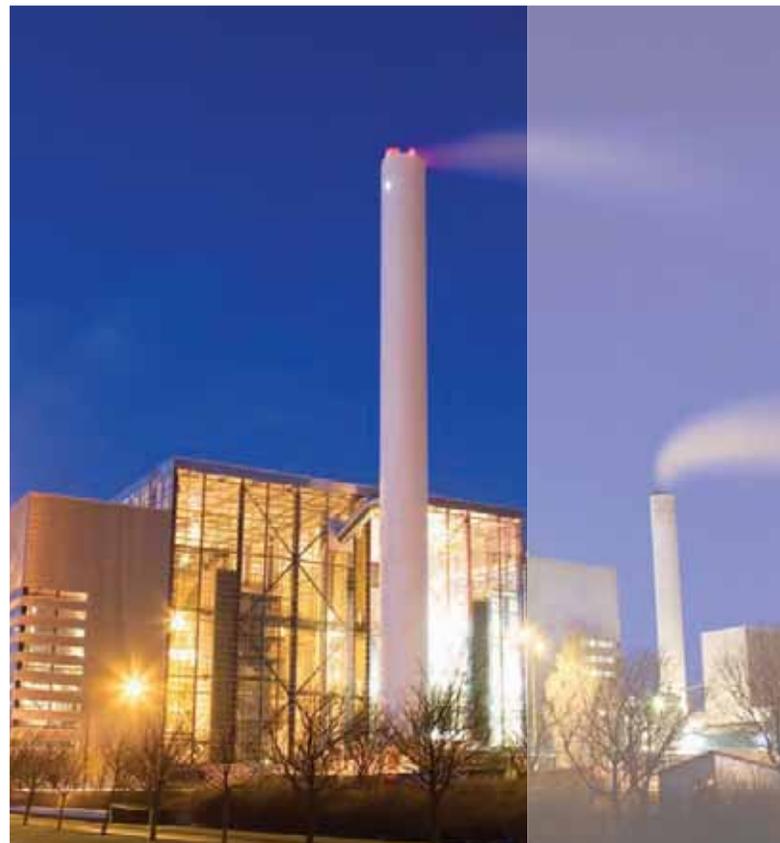
- El sector de residuos está muy bien representado en los proyectos de MDL registrados. A partir del mes de octubre de 2009, el 18% de los 1834 proyectos de MDL registrados están relacionados con los residuos.
- Los proyectos MDL actualmente vinculados con los residuos se encuentran en vías de generar 209 millones de créditos de carbono para fines del año 2012. (Un crédito de carbono corresponde a una reducción de las emisiones de una tonelada de CO₂ equivalente.)
- Hasta ahora, la mayoría de los proyectos de gestión de residuos sólidos se han centrado en la recuperación de gas de relleno sanitario. Existe un potencial significativo para llevar adelante otros proyectos de MDL centrados en sistemas de reciclaje, compostaje, incineración y digestión anaeróbica.
- El mecanismo flexible de MDL puede ayudar a los países en desarrollo para que logren llevar adelante prácticas de gestión de residuos compatibles con el medio ambiente, a través de la transferencia de tecnología e ingresos adicionales de los créditos por las emisiones de GEI.

7. Las políticas y las normativas sobre residuos pueden ser impulsores nacionales poderosos para la reducción de las emisiones de GEI.

- El avance realizado en la reducción de las emisiones de GEI en la UE entre 1990 y 2007 se llevó a cabo a través de políticas y normativas basadas en la Jerarquía de los Residuos. El marco legislativo incluyó metas y directivas específicas sobre los residuos de envases y la desviación de residuos orgánicos provenientes de los rellenos sanitarios.
- En los Estados Unidos, las emisiones de metano provenientes de rellenos sanitarios se redujeron el 11% entre 1990 y 2007 debido al aumento de la recuperación de gas de los rellenos, producto de los incentivos económicos, las políticas y las normativas.
- En los países en desarrollo, es importante centrarse en las políticas y las normativas relacionadas con los residuos que son prácticas y sostenibles. Las iniciativas de un país no pueden exportarse a otro si no se tienen en cuenta la cantidad y la composición de los residuos locales, la infraestructura, las preferencias, los recursos económicos y el clima.

8. La medición precisa y la cuantificación de las emisiones de GEI son fundamentales para el establecimiento y el control de metas de reducción realistas en todos los niveles. Las metodologías actuales forman una base de datos valiosa para la evaluación de las emisiones de GEI derivadas de las actividades vinculadas con los residuos; sin embargo, es necesario llevar adelante mejoras a fin de representar de manera adecuada el ciclo de vida completo de los materiales y la energía.

- El inventario nacional de metodologías del IPCC sobre los GEI presentes en los residuos estiman las emisiones directas pero no incluyen las emisiones indirectas ni los beneficios ambientales, especialmente aquellos que producen un impacto sobre otros sectores.
- Deben desarrollarse enfoques mejorados, armonizados y transparentes tanto de las emisiones directas como de las indirectas asociadas con las actividades de la gestión de residuos a fin de complementar las metodologías existentes.
- Es necesario efectuar una recolección de datos más coherente y coordinada con el objeto de apoyar las metodologías mejoradas y reducir la incertidumbre que puede generar la contabilización.

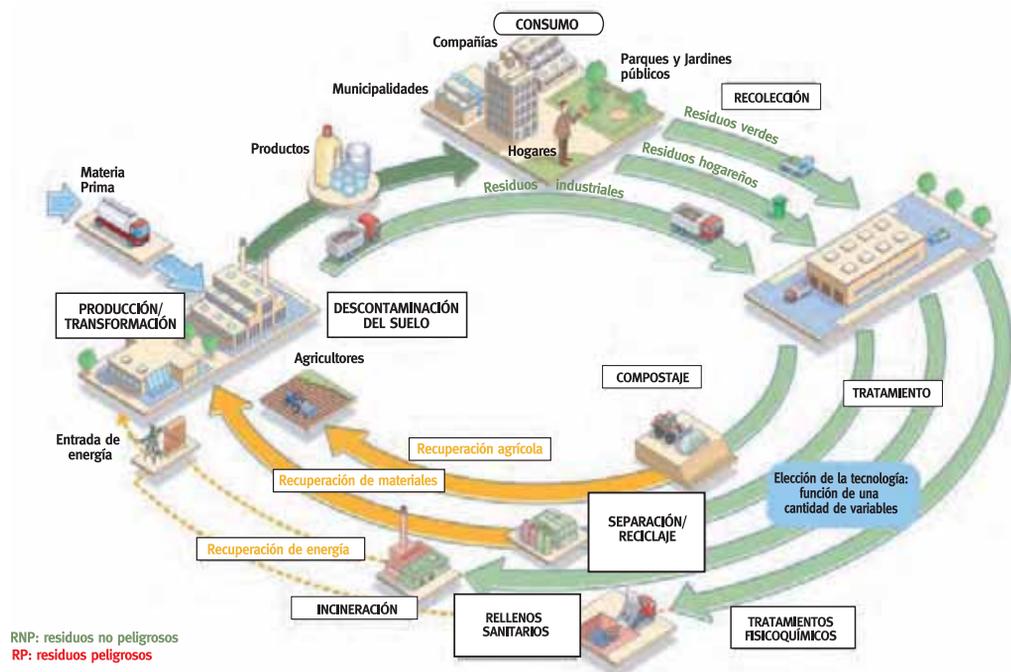




Los compromisos de ISWA

La International Solid Waste Association (ISWA) está comprometida con la reducción de las emisiones globales de GEI a través de una cantidad de acciones objetivas:

1. Creación de redes para el desarrollo de capacidades, difusión del conocimiento y las experiencias a nivel de país, institución o individuo. ISWA abordará la cooperación con organizaciones complementarias que tratan la gestión de materiales sostenibles y la energía con el fin de apoyar esas actividades.
2. Inicio y apoyo de la investigación y la educación sobre temas relacionados con los GEI. ISWA trabajará en colaboración con proveedores reconocido como institutos de investigación, universidades, corporaciones y administraciones en países con infraestructuras probadas a fin de transferir el conocimiento y la pericia tangibles a regiones menos desarrolladas.
3. Selección de ciudades para que participen en estudios de caso y acciones objetivas destinadas a la mitigación de las emisiones de GEI a través de los sistemas de gestión de residuos, así como la difusión de los resultados de su experiencia para otras ciudades análogas. ISWA reunirá a la estructura de su membresía, la secretaría y el personal con el objeto de facilitar el éxito de este esfuerzo.
4. Evaluación de la experiencia de distintos países y regiones sobre políticas, estrategias y normativas. Con datos bien fundados, ISWA creará una base sólida para realizar recomendaciones que cumplirían con una reducción óptima de las emisiones de GEI relacionadas con los residuos, tanto a nivel local como a nivel global. Esta tarea quizás incluya herramientas para la formulación, la implementación, la aplicación y el cumplimiento, así como metodologías de contabilización transparentes y precisas.
5. Participación activa en eventos y negociaciones globales sobre Residuos y Cambio Climático antes de 2012 y después de esa fecha. ISWA trabajará en estrecha colaboración con otras organizaciones e institutos internacionales a fin de promover un compromiso más global y ambicioso en relación a las metas de reducción de GEI, centrándose en la materialización del potencial de la reducción de las emisiones de GEI vinculadas con los residuos.



La industria de los residuos plantea un enfoque de soluciones integradas: La elección de una tecnología en particular es una función de un número de variables como costos, cantidad y características de los residuos, normativas y consideraciones relativas a las políticas.

Introducción

El cambio climático es una preocupación internacional primaria para la sociedad moderna. Desde la era preindustrial, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂) aumentaron el 35% y las concentraciones de metano (CH₄) son más del doble. Existe consenso en la comunidad científica de que el aumento de las temperaturas promedio globales observado desde mediados del siglo XX se debe al aumento de las concentraciones de esos gases de efecto invernadero (GEI) producidos por la actividad humana, especialmente la combustión de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural.

El cambio climático ya ha producido un impacto mensurable sobre muchos sistemas naturales y humanos. Se proyecta que la gravedad de los efectos aumentará a medida que aumente la temperatura promedio global. Si bien las evidencias indican que el tiempo para una acción global es limitado, en general se cree que aún hay tiempo para evitar los impactos más dañinos del cambio climático, si la comunidad global toma medidas categóricas ahora.

Ninguna iniciativa de políticas ni tecnología por sí sola logrará la reducción necesaria de las emisiones de GEI para alcanzar la estabilización del clima. Por el contrario, será necesaria una cartera de soluciones mitigadoras. El sector de los residuos debe ser parte de esa cartera, ya que puede aportar un ahorro de GEI considerable.

Las emisiones directas globales de GEI que producen las actividades vinculadas con la gestión de residuos son de alrededor de 1,3 Gt CO₂ eq. o de aproximadamente 3 a 5% del total de las emisiones antropogénicas en 2005 (IPCC 2007). Sin embargo, en la actualidad existe evidencia fehaciente de que, considerando las emisiones asociadas evitadas, el sector de residuos está en condiciones de cambiar este escenario por completo.

A nivel de las regiones y de las ciudades, el sector de los residuos tiene la oportunidad de cambiar de ser un emisor neto a transformarse en un ahorrador neto de emisiones de GEI. A través de una selección y uso cuidadosos de los sistemas y las tecnologías de gestión de residuos, muchas regiones y ciudades pueden trabajar para lograr una reducción internacional significativa de las emisiones de GEI.

Durante las últimas décadas, hubo avances considerables en las prácticas y las tecnologías empleadas para recolectar, tratar, reciclar y recuperar residuos. Ese avance ha estado destinado a mejorar las condiciones de salud pública en las comunidades locales y las ciudades, y a minimizar los impactos ambientales asociados a la gestión de residuos.

Como resultado de ello, en la actualidad se está utilizando una amplia gama de tecnologías vinculadas con la gestión de residuos, tecnologías maduras y eficaces desde el punto de vista ambiental que también pueden ofrecer una mitigación positiva de las emisiones de GEI.

La selección de opciones adecuadas para la gestión de residuos debe basarse en las condiciones locales. En la mayoría de los casos, la elección está en manos de los responsables locales de la toma de decisiones; sin embargo, y cada vez con mayor frecuencia, la consideración del impacto de los GEI de las opciones disponibles es parte del proceso de selección. Las ciudades y las comunidades locales incluyen soluciones vinculadas a la gestión de residuos en los planes de acción relacionados con el clima. Es fundamental que los responsables de la toma de decisiones a nivel nacional e internacional reconozcan estas iniciativas y promuevan el potencial de mitigación del sector de los residuos, mediante el fomento de soluciones locales que ayuden a tratar este problema global.

A medida que evolucionaron las prácticas vinculadas con la gestión de residuos y que aumentaron la conciencia respecto de la escasez de los recursos naturales, se ha producido un cambio de paradigma: de una filosofía de gestión de residuos a una filosofía de gestión de recursos. A través de la recuperación de materiales y de energía, cada vez más se considera que los residuos son un recurso que debe explotarse. Estas actividades tienen un potencial importante para la reducción de las emisiones de GEI. Como puede observarse en la figura, los residuos se han transformado en una parte integrada del flujo total de materiales a través de la economía.

En el siguiente Libro Blanco, trataremos cuestiones que son fundamentales para el éxito de la mitigación de los GEI mediante una gestión de residuos mejor. Las secciones siguientes se ocupan de la tecnología, la recuperación de materiales, la recuperación de materia orgánica, la recuperación de energía, el mecanismo de desarrollo limpio, políticas y normativas, y metodologías de contabilización de GEI. Aquí no se analizan temas como la salud humana, la protección ambiental además de las emisiones de GEI y los costos. La cuestión es que los beneficios relacionados con estos temas se mantienen incluso cuando los sistemas de gestión de residuos se centran en estrategias eficaces para la reducción de los GEI.

El cambio climático debe observarse como una oportunidad y no como un riesgo para la industria de la gestión de residuos. El desafío de una nueva economía de bajo nivel de carbono es un impulsor innovador eficaz para las actividades vinculadas con la gestión de residuos. Si bien ya existen muchas tecnologías disponibles probadas que pueden realizar un aporte importante, la tendencia actual hacia soluciones relacionadas con la reducción de los GEI solamente pueden dar como resultado sistemas de gestión de residuos más eficaces. Mediante la combinación de soluciones técnicas nuevas y existentes, respaldada por la experiencia de la industria, ISWA y la industria de los residuos pueden definir un marco nuevo para las metas y los objetivos que adelantan las políticas y las prácticas futuras de la gestión de residuos.





Tecnologías

Información destacada

- El sector de los residuos cuenta con la experiencia y la tecnología para reducir las emisiones del carbón fósil a nivel global y local, mediante el ahorro de combustibles fósiles a través de la recuperación eficiente de materiales y energía de los flujos de residuos actuales y a través del ahorro de energía en las tareas de operación diarias.
- La clave para lograr un desarrollo exitoso es el diseño de sistemas de gestión de residuos adaptados a las necesidades y las costumbres locales, más que la selección y la transferencia de un único proceso o tecnología de un país o región a otro país o región.



Hay tres componentes clave para una estrategia de gestión de residuos unificada que podrían permitir que el sector de los residuos se transforme en un ahorrador global neto de emisiones de GEI:

- 1- Establecimiento de sistemas de gestión de residuos integrados, centrados en la reducción de la generación y el reciclaje de residuos a fin de reducir el flujo sobre recursos materiales y energéticos,
- 2- Incorporación de tecnologías vinculadas a los residuos para disminuir el consumo de energía y reutilizar los residuos procesados,
- 3- Recuperación de energía proveniente del procesamiento de residuos y de la captura del gas de los rellenos sanitarios, destinada a utilizarse como electricidad o en sistemas de calefacción o refrigeración y, por ende, reemplazo del uso de combustibles fósiles para producción de energía.

Esta sección presentará brevemente algunos de los procesos y las tecnologías que tenemos disponibles actualmente para llevar adelante esta tarea. También se mencionan enfoques conceptuales y sistemas de tecnología integrada, ya que son importantes para decidir respecto de combinaciones específicas y relevantes para cada sitio de los sistemas de gestión de residuos.

La prevención de la generación de residuos, su minimización o basura cero es el tema de las nuevas iniciativas legislativas, por ejemplo en los Países Bajos y en Escocia. También es un área de investigación actual, incluso por parte de las ciencias naturales, técnicas y sociales, así como de publicaciones sobre las ciencias humanas de la literatura científica. Y también es un tema altamente político, que cuenta con muchas partes interesadas que aportan a un debate muy animado en los medios de comunicación.

Se están discutiendo muchos temas. ¿En qué punto la energía necesaria para recuperar un material se torna demasiada como para justificar su reutilización o reciclaje? ¿En qué medida la salud pública y los servicios prestados a los ciudadanos limitan la prevención de la generación de residuos? La prevención de la generación de residuos es un tema de alta prioridad para la gestión de residuos y es probable que se creen una cantidad de enfoques nuevos en todo el mundo durante las próximas décadas. Por lo tanto, el tema será analizado en forma más minuciosa una vez que los efectos de la legislación se hayan observado e investigado más cabalmente.

Procesos y tecnologías

La elección de un proceso y tecnología para la gestión de los residuos dependerá de las condiciones y los recursos locales, así como de la composición de los residuos de los hogares, el comercio y la industria.

El potencial de la reducción de las emisiones de GEI variará según el caso. Por ejemplo, si bien los países en desarrollo producen residuos con un menor contenido orgánico per cápita, el porcentaje de materia orgánica en función del total de residuos generados es mayor. Esta circunstancia podría afectar la selección de la tecnología.

Para todos los procesos y las tecnologías brevemente descritas a continuación, la publicación WM&R (2009a, b) ofrece una mayor cantidad de detalles sobre los procesos y las tecnologías, así como números específicos sobre las emisiones de GEI.

Recolección y transporte

La recolección de residuos necesariamente incluye el uso de vehículos y el consumo de combustible. Existe una variedad muy amplia tanto de las clases de combustibles como de los niveles de consumo; por ende, la cantidad de combustible utilizado por cada tonelada de residuos recolectada puede variar de acuerdo con el sistema de recolección utilizado.

Origen de las emisiones de GEI

- CO₂ proveniente del consumo de combustibles fósiles y electricidad

Acciones para reducir o evitar las emisiones de GEI:

- Racionalización de las operaciones de recolección y mejora de la eficiencia de los combustibles
- Uso de combustibles alternativos como biodiesel, bioetanol o biogás
- Desarrollo de medios de transporte alternativos como vías férreas o fluviales
- Minimización de las distancias de transporte
- Implementación de programas de capacitación para conductores

Reciclaje

Existe una amplia gama de tecnologías disponibles para el reciclaje de residuos sólidos, basadas en los siguientes materiales: metales, papel, plástico, vidrio o madera. El reciclaje ahorra emisiones de GEI con la reducción de la cantidad de residuos que debe disponerse y con el suministro de un sustituto para el uso de materias primas en la fabricación de productos. Muchas industrias utilizan materiales reciclados a fin de evitar las emisiones de GEI asociadas a la extracción, el transporte hasta el sitio de producción y el uso de energía que implica la producción de productos nuevos a partir de materiales vírgenes.

La separación de materiales para reciclaje puede realizarse en origen (por ejemplo, en los hogares) o después de la recolección en establecimientos centralizados diseñados según las prioridades para la recuperación de los materiales.

En ambos casos, la calidad tanto del producto como del volumen de la recuperación son factores importantes que deben considerarse para la estimación de la reducción de los GEI.

Cualquier evaluación de una operación de reciclaje debe dar cuenta de la pérdida de materiales del proceso (sustitución técnica), la aceptación del mercado del producto reciclado (sustitución del mercado) y la energía necesaria para reciclar comparada con la necesaria para la fabricación de productos nuevos a partir de materias primas.

Origen de las emisiones de GEI:

- CO₂ proveniente del consumo de combustibles fósiles para actividades relacionadas con el transporte y el reciclaje y el consumo de electricidad.

Acciones para reducir o evitar las emisiones de GEI:

- Aumento de la tasa de recuperación de materiales

Compostaje y digestión anaeróbica (tratamiento biológico)

El compost puede esparcirse sobre terrenos rurales como agente mejorador del suelo (ver la sección de la página 16 sobre Recuperación de materia orgánica). El proceso de compostaje puede realizarse en hileras o en conductos cerrados, bajo techo o al aire libre. Los estudios que han evaluado las emisiones de GEI provenientes de las actividades de compostaje han mostrado que las emisiones se ven afectadas por las prácticas tecnológicas y operativas empleadas, así como por las distintas clases de residuos recibidos. Además de las emisiones relacionadas con el consumo de electricidad, se han detectado distintos niveles de metano y/o óxido nítrico.





Tecnologías

Los sistemas de compostaje han probado ser útiles tanto en las naciones en desarrollo como en las naciones industrializadas. En los países en desarrollo donde la inversión en tecnología vinculada con la gestión de residuos es baja y los residuos tienen un alto contenido de materia orgánica (que a veces excede el 50%) y un alto contenido de humedad, con frecuencia el compostaje es una solución más práctica que tecnologías de avanzada como la incineración. Sin embargo, en los casos en que los residuos biológicos se separan en los países desarrollados, el compostaje puede tener incluso una función más importante, en los Países Bajos, el 97% de los residuos biológicos separados en origen se trata en establecimientos dedicados al compostaje (WWS 2009).

La digestión anaeróbica (DA) es un tratamiento biológico en el que residuos orgánicos (habitualmente alimentos) son digeridos por bacterias generadas naturalmente en un biorreactor cerrado, en ausencia de oxígeno. El proceso genera biogás (metano y dióxido de carbono) que se captura para producir energía eléctrica y calor, y se utiliza para mejorar el procesamiento del digestor.

El subproducto, residuos “sólidos digeridos” o residuos orgánicos residuales, a menudo puede utilizarse en la industria agrícola después del compostaje.

La DA requiere de una selección previa mejor y acepta una cantidad menor de clases de residuos orgánicos que el compostaje. El proceso puede extraer entre el 50 y el 70% de la energía que contiene la materia orgánica y el biogás puede utilizarse para la producción de electricidad con una tasa de eficiencia del 35% del contenido energético del biogás. Se deben considerar las emisiones, incluyendo las pérdidas, provenientes de la combustión del biogás como el metano y el óxido nítrico al momento de evaluar la eficiencia del sistema y las emisiones de GEI.

Origen de las emisiones de GEI:

- CO₂ proveniente de los combustibles fósiles para la combustión del transporte y el consumo eléctrico de la maquinaria
- Emisiones de CH₄ y N₂O provenientes de los procesos.

Acciones para reducir o evitar las emisiones de GEI:

- Aumento de la producción del compost y uso de tecnologías de tratamiento de baja emisión
- Mejoramiento de la eficiencia del proceso y conversión del metano de DA en energía y, en simultáneo, minimización de las emisiones fugitivas



Incineración

La incineración de residuos hace referencia a la combustión controlada de residuos sólidos en hornos modernos equipados con controles de contaminación de última generación. Es un método eficaz para la transformación de los residuos en energía que a la vez reduce los volúmenes de los restos de los residuos que deben disponerse. En los casos en que es factible desde el punto de vista técnico y económico, el proceso de incineración puede ofrecer una eficiencia energética muy alta y reducciones asociadas de las emisiones de GEI provenientes de la gestión de residuos mediante el uso de la energía generada para electricidad y calor y, por ende, reducir el consumo de los combustibles fósiles.

Las emisiones de GEI involucradas en el proceso incluyen el consumo de electricidad (bombas de succión, precipitadores electrostáticos, etc.) y combustibles (combustibles de puesta en marcha, transporte, etc.), las emisiones de CO₂ que se originan en el carbón fósil en los residuos recibidos, los combustibles fósiles secundarios y la recuperación de calor y electricidad, todo lo cual debe tomarse en consideración.

Origen de las emisiones de GEI:

- CO₂ proveniente de la combustión de combustibles fósiles y consumo de electricidad.
- CO₂ proveniente de la combustión de residuos (fósil C).

Acciones para reducir o evitar las emisiones de GEI:

- Sustitución de la energía producida por combustibles fósiles por medio de energía térmica y electricidad producida por combustión de residuos.
- Recuperación de metales provenientes de las cenizas del fondo de la caldera para reciclaje.

Método de relleno sanitario

El método de relleno sanitario alude a los sitios de disposición donde se ubican los residuos en secciones con sistema de capas y se degradan mientras producen CO_2 y metano, un gas de efecto invernadero potente. Las emisiones de metano de los rellenos sanitarios son la mayor fuente de emisiones de GEI globales provenientes del sector de residuos. Muchos países exigen que todos los rellenos sanitarios en funcionamiento que aceptan residuos orgánicos se equipen con sistemas de recolección y tratamiento de lixiviados y biogás. La descomposición de residuos puede estimularse y controlarse a fin de simular un reactor de biogás, disminuyendo en forma significativa el período durante el cual se producen el gas y el lixiviado.

La producción principal de un sistema de relleno sanitario moderno es la producción de electricidad proveniente de la combustión del biogás, con una eficiencia promedio del 35% del contenido energético del biogás. En comparación con la digestión anaeróbica en conductos o la conversión de los residuos en energía en incineradores, las tasas de recuperación de energía proveniente de los procesos llevados a cabo en los rellenos sanitarios es relativamente baja. La quema del gas de relleno puede reducir las emisiones de GEI pero no proporciona recuperación de energía.

Cuando se calculan las emisiones de GEI, el consumo de electricidad y de combustible para hacer funcionar el relleno sanitario (compactación, movimiento de suelo, extracción y combustión del gas, tratamiento de lixiviado, emisiones gaseosas fugitivas, etc.)

Origen de las emisiones de GEI:

- CH_4 proveniente de la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos.
- CO_2 proveniente de la combustión de combustibles fósiles y del consumo de electricidad.
- N_2O proveniente del tratamiento de lixiviado.

Acciones para reducir o evitar las emisiones de GEI:

- Instalación de sistemas activos de recolección y tratamiento del gas de rellenos sanitarios.
- Utilización del gas de relleno sanitario como combustible para producir electricidad o energía térmica.
- Diseño de una cubierta para el relleno destinada a controlar las emisiones fugitivas.



Tratamiento Mecánico Biológico (TMB)

El TMB es una mezcla de operaciones mecánicas y de procesos biológicos destinados a obtener uno o más de lo siguiente:

- Desviación y estabilización de materiales biodegradables antes de su ubicación en el relleno sanitario.
- Recuperación de materiales reciclables, por ejemplo, metales.
- Producción de combustibles de alto poder calorífico para la recuperación de energía por medio del procesamiento térmico.

Modelos de plantas de TMB de menor desarrollo tecnológico pueden ser adecuadas para áreas de bajos ingresos o pueden utilizarse en forma más general en combinación con la mejora de las operaciones del relleno.

Origen de las emisiones de GEI:

- CO_2 proveniente de la combustión de combustibles fósiles y del consumo de electricidad.
- CH_4 y N_2O provenientes del tratamiento biológico de residuos orgánicos.
- CO_2 proveniente de la combustión (por ejemplo, CDR, combustibles derivados de residuos) de componentes de residuos fósiles.
- Liberación de CH_4 proveniente de los rellenos sanitarios de restos de residuos orgánicos.

Acciones para reducir o evitar las emisiones de GEI:

- Mayor desviación de productos biodegradables de los rellenos sanitarios.
- Producción de CDR que sustituya los combustibles fósiles.





Tecnologías

Otros procesos y tecnologías

En la actualidad, el sector de la gestión de residuos utiliza otros procesos y tecnologías de avanzada como el autoclave o la pirólisis y la gasificación. Sin embargo, sus aplicaciones comerciales y, por ende, su potencial para reducir las emisiones de GEI todavía deben probarse.

Marcos conceptuales

Con el fin de definir el desafío de la gestión de los residuos vinculada con el desarrollo sostenible, es esencial para la toma de decisiones de los legisladores y la industria contar con un marco conceptual que considere los recursos, los efectos ambientales y las cuestiones socioeconómicas.

Esa clase de sistema se ha definido y actualmente se utiliza en una cantidad de países, incluso en Europa y los Estados Unidos. La jerarquía de los residuos es una valiosa herramienta de priorización conceptual y política que puede colaborar con la elaboración de estrategias de gestión de residuos que apunten a limitar el consumo de recursos y proteger el medio ambiente.

1. Reducción de residuos

La reducción de residuos así como la evitación o prevención de residuos está en el extremo superior de esta jerarquía, debido a que provoca un impacto directo en la primera fase del ciclo de vida. Evitar la generación de residuos innecesarios, mediante la eliminación del diseño de envases excesivamente grandes o la reducción de los residuos de alimentos puede disminuir la demanda de materias primas creadas por la fabricación de productos nuevos. A su vez, lo anterior reduce las emisiones de dióxido de carbono proveniente de los combustibles fósiles, preserva las reservas de carbono en los árboles y reduce el transporte y su consumo de combustible asociado y la contaminación proveniente de los vehículos. El efecto es acumulativo a través del ciclo de los materiales, lo cual ahorra sustanciales emisiones de GEI que de otra manera se habrían producido directamente a través de la disposición final de los materiales.

Por consiguiente, la prevención de residuos es un aspecto crucial de la gestión de residuos en términos de la reducción de los gases de efecto invernadero y merece recibir una atención mayor que la que ha recibido hasta ahora.

2. Reutilización

La reutilización de los productos retrasa el regreso al medio ambiente del carbono presente en los materiales por tanto tiempo como sea posible, lo cual reduce la demanda de materias primas nuevas, así como el consumo de energía y las emisiones provenientes del transporte asociados.

3. Reciclaje

El reciclaje también reduce la demanda de materias primas y conserva recursos valiosos derivados de la disposición, que reduce el aporte a las emisiones de GEI. Si bien el reciclaje efectivamente requiere de un aporte de energía a fin de refabricar productos, continúa siendo una herramienta adecuada para la gestión de residuos; la cantidad de energía necesaria para refabricar continúa siendo menor que la necesaria para hacer nuevos productos a partir de materias primas.

4. Incineración

Si se desciende en la jerarquía, la incineración convierte la energía almacenada en los materiales en energía útil y, por lo tanto, sustituye los requerimientos de combustibles fósiles y ahorra emisiones de dióxido de carbono.

5. Relleno sanitario

En la jerarquía de residuos europea, se considera últimas opciones al método de relleno sanitario y a la quema masiva sin recuperación de energía. Los programas tienen vigencia en 27 países europeos para desviar en forma gradual la materia orgánica proveniente de los rellenos sanitarios hacia otras opciones de gestión de residuos; una tendencia similar puede observarse en Japón.

La jerarquía de residuos ha probado ser una herramienta conceptual útil para la creación y la organización de los escenarios iniciales de la gestión de residuos antes de someterlos a un análisis más detallado para los responsables de la toma de decisiones de todos los niveles de la administración o el comercio. La contabilización correcta de los GEI será un instrumento importante para llevar adelante esas evaluaciones y apoyar esa clase de decisiones.



Emisiones de GEI y sistemas de gestión de residuos

Debe enfocarse la evaluación del potencial de reducción de las emisiones de GEI a escala del sistema, no solamente en los niveles relativos al proceso y a la tecnología. La infraestructura política y tecnológica, así como el volumen y la composición de los residuos producidos, debe considerarse al momento de proponer metas realistas para las reducciones de las emisiones de GEI. A los efectos de la planificación y la toma de decisiones, es posible darle forma a una cantidad de escenarios de sistemas alternativos y crear una categorización que se base en los ahorros potenciales de las emisiones de GEI.

En la publicación WM&R (2009), Christensen et al analizaron alrededor de 40 escenarios de gestión de residuos genéricos con varios esquemas de reciclaje y tecnologías de tratamiento modernas de los restos después del reciclaje, los cuales mostraron que los escenarios de gestión de residuos racional puede generar ahorros sustanciales de las emisiones de CO₂-eq por tonelada de residuos municipales.

Los escenarios en los que los restos de residuos se disponen en rellenos sanitarios mostraron ahorros (CO₂ fósil no emitido) en el rango de 0 a 400kg de CO₂-eq por tonelada de residuos municipales. Los escenarios con incineración de restos de residuos mostraron ahorros en el rango de 200 a 700kg de CO₂-eq por tonelada de residuos municipales. Y los escenarios donde los restos de residuos iban a un establecimiento de TMB mostraron ahorros en el rango de 250 a 700 de CO₂-eq por tonelada de residuos municipales.

Esos cálculos son sensibles a las presunciones realizadas sobre la composición de los residuos, contabilizando la energía producida por el sistema de gestión de residuos, el uso alternativo de la madera no cosechada debido al reciclaje del papel y la cantidad de carbono biogénico aún presente después de 100 años de haber sido dispuesto en rellenos sanitarios. Esos factores controlan los resultados del ahorro total de GEI y es posible que cada uno de ellos afecte por un total de 200kg de CO₂-eq por tonelada de residuos municipales.

Recomendaciones

- El potencial de la reducción de las emisiones de GEI vinculada con los residuos debe explotarse a nivel global a fin de asegurar que la gestión de residuos se transforme en un reductor neto de emisiones de GEI.
- Las ciudades, las regiones y los países deben evaluar sistemáticamente las emisiones presentes derivadas de la gestión de residuos y crear esquemas para transformarse en reductores netos de emisiones de GEI.
- La industria de residuos debe mejorar la transferencia de conocimientos, habilidades y tecnología de los países desarrollados a los países en desarrollo.
- El sector de residuos debe continuar usando la experiencia y la tecnología probadas, así como facilitar la presencia de programas de investigación y desarrollo para buscar soluciones incluso más compatibles con el medio ambiente.

Compromisos de ISWA

- Las recomendaciones mencionadas definen tareas importantes que deben completarse a fin de realizar el potencial del sector de residuos para la reducción de las emisiones de GEI en todo el mundo. ISWA se compromete a colaborar con la implementación de esas tareas a través de la educación y la capacitación, incluso un intercambio internacional de información sobre residuos y cambio climático, basado en la experiencia y el conocimiento compartidos entre los países miembros establecidos y nuevos.
- El monitoreo del avance y el uso de la información comparada de esa manera significa aprender de la experiencia en forma permanente. Es probable que esto se transforme en la piedra angular para el éxito de este esfuerzo. Los grupos de trabajo y grupos de tareas de ISWA pueden cumplir funciones decisivas para lograr los objetivos de un programa de esa naturaleza.





Recuperación de materiales

Información destacada

- El reciclaje de materiales como papel, cartón, metales, vidrio y plástico es una actividad de gestión de residuos crucial si las corporaciones o las autoridades locales desean limitar el consumo de recursos y lograr ahorro de energía.
- El ahorro potencial de GEI derivado de la prevención y la minimización de residuos podría ser muchísimo mayor que el ahorro que puede lograrse por medio de tecnologías de avanzada para la gestión de residuos posconsumo.
- El reciclaje forma parte de un sistema integral de residuos y es una herramienta fundamental para dicha gestión. Los materiales para reciclaje como papel, cartón, metal y vidrio pueden ayudar a limitar el consumo de recursos y lograr ahorro de energía.

El reciclaje es una actividad indispensable de la gestión de residuos. Las compañías, las autoridades locales y la industria de los residuos pueden lograr un ahorro de energía sustancial y, a la vez, conservar los recursos naturales mediante el reciclaje de papel, cartón, metales, vidrio y plástico. El reciclaje puede ofrecer un ahorro sustancial de las emisiones de GEI; se encuentra en el extremo superior de las jerarquías de residuos utilizadas en muchos lugares del mundo y forma una parte importante de la gran mayoría de los esquemas de gestión de residuos.

Como se demostró en varios artículos de WM&R (2009 a&b), el potencial de ahorro de las emisiones de GEI es particularmente alto en la recuperación de materiales provenientes del flujo de residuos en las sociedades modernas. La Tabla 4.1 ofrece cierta percepción del potencial, usando como base 1 tonelada de residuos sólidos municipales o RSM (residuos posconsumo, generados después del consumo, típicamente provenientes de áreas urbanas y que incluye residuos comerciales livianos).

Las materiales típicos de los RSM que pueden reciclarse se enumeran en la columna uno. Esos materiales aparecen en la mayoría de los países donde los residuos se recolectan a nivel municipal, si bien los volúmenes de los distintos materiales varían. En la columna dos, se enumera el peso total de los productos reciclables por tonelada de RSM y la distribución relativa entre los distintos materiales. Todas las cantidades deben considerarse aproximadas y aparecen aquí a fin de permitir un cálculo práctico del ahorro de las emisiones de GEI que puede lograrse a través de programas de reciclaje de materiales en las naciones industrializadas tradicionales.

Si bien las cantidades de la columna dos de hecho se encuentran presentes en los RSM, en términos prácticos no están totalmente disponibles para los programas de reciclaje. Ni los sistemas de participación de los hogares ni los sistemas de separación centralizada operan al 100%. Los hogares pueden optar por no participar o contradecir las instrucciones para la separación de sus residuos. La eficiencia para la generación de materiales finales limpios provenientes de sistemas de separación mecánicos podría ser baja, especialmente si los residuos que deben separarse están mezclados y pueden ensuciarse o contaminarse de alguna otra forma. Cualquiera de esos factores puede afectar la tasa de recuperación.

Las cifras de la columna tres son típicas de una comunidad urbana del norte de Europa pero podrían variar muchísimo según la veracidad de la información suministrada y las campañas de motivación implementadas por la agencia responsable de la recolección.

Siempre y cuando los materiales se entreguen limpios a las empresas de reciclaje, en la columna cuatro se enumera el ahorro de emisiones de GEI por unidad de peso del material. Para el papel, el rango es amplio y la cantidad final alta se basa en la presunción de que el reciclaje del papel evita el uso de madera virgen para la producción de papel. A su vez, esa madera podría utilizarse como biocombustible para la generación de energía y, por ende, como sustituto de combustibles fósiles. Para el plástico también hay un amplio rango, debido a que el ahorro significativo de emisiones de GEI solamente se torna práctico si se reciclan niveles de plástico de alta calidad (bien separados y limpios).

| Material | Kg de productos reciclables por 100 kg de RSM | Kg de productos recuperados por 100 kg de RSM | Kg de CO ₂ -eq. ahorrado por 1000 kg de Mat. | Kg de CO ₂ -eq. ahorrado por 100 kg de RSM |
|----------|---|---|---|---|
| Papel | 200 | 140 | 2,500-600 | 350-85 |
| Aluminio | 10 | 6 | 10,000 | 60 |
| Acero | 25 | 15 | 2,000 | 30 |
| Vidrio | 50 | 30 | 500 | 15 |
| Plástico | 80 | 50 | 1,000-0 | 50-0 |
| Total | 365 | 241 | | 505-190 |

Tabla 4.1 Los productos reciclables como están presentes en los RSM típicos del norte de Europa y cantidad aproximada de CO₂-eq. ahorrada cuando se reciclan los materiales enumerados en contraposición al uso de materias primas vírgenes para la producción de la misma cantidad de material reciclado. El ahorro de energía se produce mediante la sustitución de la energía producida en las plantas de generación de energía a partir de carbón.

En la columna cinco, se muestra el ahorro de las emisiones de GEI a partir del reciclaje de materiales presentes en los RSM. Esas cifras se alcanzan mediante la multiplicación de las cantidades reales de materiales recuperados (columna tres) con el ahorro de emisiones de GEI por unidad de peso del material recuperado (columna cuatro) que da como resultado las emisiones de GEI ahorradas a partir del reciclaje de materiales por una tonelada de RSM.

La principal causa de semejante ahorro sustancial es la presunción de que la energía no gastada por el reciclaje proviene de plantas que generan energía a partir de carbón. Si la electricidad se produce a partir de energía renovable, el ahorro de los GEI será considerablemente menor. El extremo superior en el nivel de ahorro se basa en la madera ahorrada por el reciclaje del papel que se utiliza como biocombustibles para la generación de energía, que por ende sustituye los combustibles fósiles.

Las cifras de la Tabla 4.1 también puede traducirse en ahorro per cápita, por año. Si, por ejemplo, uno supone un tasa de generación de residuos de 800kg de RSM per cápita, por año, el rango de ahorro de emisiones de GEI se transforma en 440-150 kg CO₂ eq per cápita, por año. Por lo tanto, un programa eficiente de reciclaje de materiales provenientes de residuos podrían realizar un aporte valioso para el logro de tales metas y los ciudadanos podrían ver el aporte claro que ellos podría hacer para la mitigación del cambio climático.

Debe tomarse en cuenta que otras actividades de la gestión de residuos pueden aportar más ahorro además del que puede conseguirse mediante el reciclaje de los RSM. El reciclaje de residuos voluminosos provenientes de los desechos hogareños e industriales, así como la sustitución de la energía derivada de combustibles fósiles por energía recuperada de los restos de los residuos puede ofrecer un ahorro adicional considerable tanto por tonelada como per cápita. La mejora de la gestión de residuos quizás haga posible que muchas ciudades alcancen el objetivo de "una tonelada menos per cápita y por año" de CO₂, produciendo un avance importante hacia el objetivo del sector de residuos de transformarse en un reductor neto de emisiones de GEI.

Recomendaciones

- La minimización, la reutilización y el reciclaje de residuos representan un potencial cada vez mayor para la reducción de las emisiones de GEI a través de la conservación de las materias primas y el consumo de combustibles fósiles asociado. El reciclaje debe incrementarse en todos los programas de gestión de residuos.
- El papel proveniente de los RSM tiene un interés especial en términos de ahorro de emisiones de GEI debido a que la producción de papel a partir de la pulpa reciclada consume menos energía y la madera que no se usa para pulpa virgen puede conservarse o usarse como energía de biomasa renovable, que ahorra las emisiones de los combustibles fósiles. El reciclado de papel debe maximizarse a fin de hacer realidad en forma cabal el ahorro potencial de las emisiones de GEI proveniente de la gestión de residuos.
- El reciclaje de los metales y en alguna medida del vidrio siempre lleva a la generación de un ahorro considerable de las emisiones de GEI y debe facilitarse en todos los programas de gestión de residuos.

Compromisos de ISWA

- ISWA se compromete a fomentar los programas de reciclaje en los países miembros a través de la educación, la capacitación y la transferencia de tecnología y de sistemas de gestión. La organización de conferencias y talleres, así como la creación de redes profesionales *ad hoc*, serán herramientas importantes para lograr estos objetivos.



Recuperación de materia orgánica

Información destacada

- El tratamiento biológico, en particular el compostaje, es una alternativa relativamente simple, duradera y económica para la estabilización y la reducción de los residuos biodegradables.
- El uso de residuos biodegradables tratados biológicamente como mejorador de suelo puede aportar a las emisiones de GEI evitadas con alrededor de 60 kg de CO₂ eq. por tonelada de residuos biodegradables.
- También puede aportar un potencial para la reducción del uso de pesticidas y la mejora de las características del suelo, por ejemplo en términos de la capacidad para retener agua haciendo más sencillo el manejo de los suelos.

Entre el 30 y el 70% aproximadamente de los residuos sólidos municipales (RSM) se componen de residuos orgánicos como residuos de alimentos, bioresiduos y desechos de jardín. Considerando un aporte limpio de biomasa, tanto a través de la separación en origen o como del tratamiento como la digestión anaeróbica o el compostaje, los residuos orgánicos pueden procesarse para la mejora del suelo para su utilización en la agricultura, los espacios verdes y el saneamiento de tierras. Los residuos y el lodo de las aguas residuales de la industria alimentaria pueden agregarse a la fracción orgánica de los residuos municipales y utilizarse para la recuperación de materia orgánica. Como se trató en la sección sobre Tecnología, el tratamiento biológico como la digestión anaeróbica y el compostaje son procesos que preceden la aplicación a la tierra de mejoradores de suelo y alguna clase de fertilización.

El uso de productos tratados biológicamente (con frecuencia el compost) como mejoradores del suelo puede contribuir a la reducción de las emisiones de GEI mediante:

- La fijación del carbono al suelo (secuestro).
- La reducción de la producción o la importación de fertilizantes: minerales.
- La sustitución de turba en la producción de medios para cultivo.

Los beneficios de los GEI provenientes de la recuperación de materia orgánica dependen de la composición de los residuos tratados, el clima de la región, el tipo de cultivo y de suelo. Un estudio reciente ofreció los siguientes resultados (Prognos, 2008):

- Secuestro: ahorro de 52 kg de CO₂ por tonelada de residuos biodegradables recolectados y procesados como compost
- Desplazamiento de la turba y los fertilizantes ahorro de 8 kg de CO₂ por tonelada de residuos biodegradables recolectados y procesados como compost
- Total: 60 kg de CO₂ equivalente evitados por tonelada de residuos procesados como compost

Después de realizar un análisis exhaustivo de la literatura y modelado del análisis de ciclo de vida, Boldrin et al (2009) estimaron que el aporte de los GEI del compostaje varía entre un ahorro considerable (-900 kg de CO₂ equivalentes por tonelada-1 de residuos húmedos) y una carga neta (300 kg de CO₂ equivalentes por tonelada-1 de residuos húmedos), según el tipo de tecnología empleada, el tipo de residuo, el material reemplazado y el nivel de optimización de la tecnología.



- Emisiones indirectas básicas de 0,2 a 20 kg CO₂ -eq. t⁻¹ de residuos húmedos (1 a 60 kg CO₂-eq. t⁻¹ de residuos húmedos para compostaje en conductos)
- Emisiones directas: 3 a 242 kg CO₂-eq. t⁻¹ de residuos húmedos
- Secuestro: -79 a -2 kg CO₂-eq. t⁻¹ de residuos húmedos
- Sustitución de turba: -838 a -44 kg CO₂-eq. t⁻¹ de residuos húmedos
- Sustitución de fertilizantes: -82 a -4 kg CO₂-eq. t⁻¹ de residuos húmedos

Debe observarse que la recuperación de materia orgánica para su aplicación al suelo conlleva otros beneficios que probablemente tengan consecuencias en las emisiones de GEI y la mitigación del cambio climático. Potencialmente, podría prevenir enfermedades de las plantas y reducir el uso de pesticidas, lo cual evitaría las emisiones de GEI asociadas a su producción y proporcionaría beneficios ambientales mayores. El agregado de mejoradores del suelo puede llevar a potenciar el nivel de fertilidad y maleabilidad del suelo, con una consiguiente reducción del consumo de combustibles.

Recomendaciones

- El sector de residuos debe mejorar su conocimiento de las características del suelo y el potencial para el secuestro de carbono a partir de la aplicación de residuos biodegradables tratados biológicamente.
- Son necesarias investigaciones más profundas y buenas prácticas compartidas con el objeto de mejorar la previsibilidad y reducir las incertidumbres sobre la mitigación de los GEI proveniente de la aplicación al suelo de residuos tratados biológicamente.

Compromisos de ISWA

- ISWA se compromete a fomentar una buena comunicación entre la ciencia y la práctica en el campo del tratamiento biológico de los residuos y de los beneficios para los suelos y las plantas que crecen en los suelos, que se han mejorado con productos derivados de residuos tratados biológicamente.



Recuperación de energía

Información destacada

- Las tecnologías existentes para la recuperación de energía a partir de residuos están desarrolladas y son rentables y aceptables desde el punto ambiental.
- Los procesos térmicos, el aprovechamiento del gas de relleno sanitario y el uso del biogás proveniente de un digestor ofrecen beneficios importantes de energía renovable local para compensar el uso de combustibles fósiles.
- El reciclaje, la reutilización y la minimización de residuos ofrecen importantes beneficios indirectos relacionados con la energía que reduce el uso de materiales vírgenes, aumentan la eficiencia energética y evitan el uso de combustibles fósiles.



Incinerador de RSM de Viena, Austria:
Una obra de arte urbana

Los residuos son una fuente de energía renovable importante cuyo valor energético puede explotarse a través de procesos térmicos como al incineración y la cocombustión industrial, el aprovechamiento del gas de relleno sanitario y el uso de biogás proveniente de digestores anaeróbicos. En el año 2006, los residuos obtenidos después del consumo proporcionaron más de 1400 PJ en todo el mundo, lo cual sería suficiente para abastecer de electricidad a más de 140 millones de consumidores europeos promedio (100 GJ por año).

Los residuos gozan de una ventaja económica con respecto a muchos recursos de biomasa debido a que periódicamente su recolección se realiza con fondos públicos, a través de una infraestructura establecida, por una industria con experiencia en el transporte, la manipulación y el procesamiento de diversos flujos de residuos sólidos. Las tecnologías modernas para la obtención de energía a partir de residuos y para la recuperación del gas de rellenos sanitarios están desarrolladas, protegen la salud humana y el medio ambiente y han sido aplicadas con éxito en muchos países.

La recuperación y el aprovechamiento del gas de relleno sanitario a escala comercial directamente reducen la mayor y única fuente de las emisiones de GEI provenientes de los residuos, alrededor del 50% de las emisiones del sector de residuos en 2004-05 conforme al Informe de Inventarios Nacionales del IPCC (Bogner et al. 2007). En la actualidad, muchos sitios utilizan recolectores horizontales instalados simultáneamente con el método de rellenos sanitarios de modo que la extracción del gas pueda comenzar antes de que los sitios alcancen su nivel máximo.

En 2005, el consumo total de energía en todo el mundo fue de 500.000 Petajoules y solamente el 10% provenía de recursos renovables (EIA 2006). Si ahora se instituyeran nuevas políticas, medidas e incentivos económicos, podrían aumentar sustancialmente la función de las fuentes de los residuos en un mix de recursos energéticos global para compensar el mayor uso de combustibles fósiles. Por cierto, las cifras sugieren que para el año 2030 la energía global derivada de residuos podría suministrar el consumo de energía promedio para 130 millones de consumidores europeos (EU27) (www.ens.dk web ref, 1).

El valor calorífico de los residuos municipales combinados va de 6 a 14 MJ kg⁻¹ (Khan y Abu-Ghararath, 1991; Oficina del EIPPC, 2006; Bogner et al., 2007). Los procesos térmicos son muchísimo más eficaces en el extremo superior de este rango donde los valores altos se acercan a tipos de carbón de baja calidad (lignito). Usando un valor conservador de 900 Mt año⁻¹ para la generación total global de residuos posconsumidor/residuos municipales en 2002 y suponiendo un valor calorífico promedio de 9 GJ t⁻¹ para residuos mezclados (Dornburg y Faaij, 2006) y convirtiendo los equivalentes de energía, los residuos globales de 2002 contenía alrededor de 8.000 PJ de energía disponible, lo cual podría aumentar hasta 13.000 PJ en 2030 con las proyecciones de generación de residuos de Monni et al. (2006).

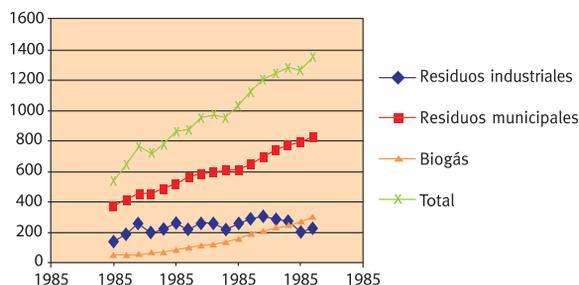


Figura 1. Energía global (Petajoules, PJ) de residuos de 1990 a 2006 (IEA, 2009). El biogás incluye el gas de relleno sanitario y el biogás de digestor anaeróbico. Información basada en datos nacionales informados a la IEA de países miembros de la OCDE y países no miembros de la OCDE. Nota: Los datos de los países que no son miembros de la OCDE están incompletos; por ende, son valores mínimos.

Generación de energía a partir de residuos y cocombustión industrial

A nivel global, más de 130 millones de toneladas de residuos se incineran cada año en más de 600 plantas de generación de energía a partir de residuos (Themelis, 2003; IEA, 2009), que es equivalente a más de 1000PJ anuales de electricidad (suponiendo 9 GJ t⁻¹). El contenido total de energía de los residuos se explota en forma más eficiente a través de los procesos térmicos (Figura 2). En el transcurso de la combustión, la energía se obtiene directamente tanto de fuentes de la biomasa (productos de papel, madera, materiales textiles naturales y alimentos) y de carbón fósil (plásticos o materiales textiles sintéticos).

En algunos casos, el papel recuperado y otros materiales de residuos se reformulan en combustibles derivados de residuos (CDR) que pueden someterse a una cocombustión junto con otros combustibles. En países que cuentan con una historia larga y exitosa de incineración de residuos para la calefacción urbana y la generación eléctrica, los procesos directos de generación de energía a partir de residuos pueden realizar un aporte importante al mix nacional de recursos energéticos. En Dinamarca, la incineración de residuos suministra el 4,2% del consumo total de energía actual, incluso El 4,5 de producción eléctrica

y el 20% de la calefacción urbana (ver www.ens.dk web ref.1).

Si bien los procesos térmicos con controles de emisiones avanzados son una tecnología probada, son sistemas más onerosos que el relleno sanitario controlado con recuperación de gas. Sin embargo, a medida que los precios de la energía aumentan, la generación de energía a partir de residuos posiblemente se torne más viable desde el punto de vista económico. Debido a que los rellenos sanitarios producen metano durante décadas, los procesos térmicos, el compostaje y otras estrategias que reducen la cantidad de residuos que se disponen son medidas de mitigación complementarias para la recuperación de gas de relleno en el corto a mediano plazo.

Biogás proveniente de los residuos: gas de relleno sanitario y biogás de digestor anaeróbico

Tanto el gas de relleno sanitario como el gas de digestor contienen aproximadamente la misma cantidad de metano y de dióxido de carbono, con un valor calorífico de 16–22 MJ Nm³, que dependen directamente del contenido de metano (Figura 3 y 4). Ambas tecnologías se utilizan en todo el mundo para la calefacción y la generación de electricidad en el sitio. El gas de relleno también puede mejorarse como sustituto de gas natural o de gas natural comprimido (GNC) mediante la remoción del dióxido de carbono y otros componentes no metánicos; esta opción es más atractiva desde el punto de vista económico cuando los precios del gas natural son altos y estables.

En 2008, los proyectos para el aprovechamiento del gas de relleno sanitario solamente en los Estados Unidos compensaron 84,3 Mt CO₂ eq., que equivale a las emisiones de 15,5 millones de vehículos para el transporte de pasajeros (ver referencia 2 de la web). Por ese motivo, si bien no se encuentran disponibles recopilaciones de datos globales más recientes, es probable que el total global actual supere los 200 Mt CO₂-eq. año⁻¹, incluyendo a una cantidad de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de los países en desarrollo. A partir del mes de julio de 2009, la Junta Ejecutiva del MDL emitió 6,4 MtCO₂-eq. de Certificados de Reducciones de Emisiones (CER) para proyectos de MDL de gas de relleno sanitario (referencia 3 de la web). Para obtener más información ver MDL en la página 20.

Tendencias y función del reciclaje y de la minimización de residuos

Gracias a la recuperación del gas de relleno sanitario y a medidas complementarias, entre las que se incluyen el aumento del reciclaje, la disminución de la disposición en rellenos sanitarios y el uso de tecnologías de gestión de residuos alternativas, las emisiones de CH₄ de rellenos sanitarios de los países desarrollados en gran medida se han estabilizado. Sin embargo, las emisiones de CH₄ de los rellenos provenientes de los países en desarrollo están aumentando, debido a que se implementan una mayor cantidad de prácticas de disposición en rellenos (anaeróbicas). Esas emisiones podrían reducirse mediante la incorporación más rápida de la recuperación de gas diseñada y el estímulo de estrategias de gestión de residuos alternativas.

Además del uso directo de la energía obtenida de los residuos, el reciclaje, la reutilización y la minimización de los residuos representan un potencial importante y creciente para la reducción indirecta de las emisiones de GEI a través de la conservación de las materias primas, el mejoramiento de la eficiencia energética y el evitar el uso de los combustibles.

Incentivos: aumentar el uso de los residuos como una energía renovable

La generación de energía a partir de residuos debe seguir incluyéndose en los incentivos y las metas gubernamentales y del sector privado como una manera rentable de acrecentar la función de los productos renovables dentro del mix de sistemas de energía locales. Muchos países han implementado incentivos financieros como las tarifas bonificadas (feed-in tariffs), certificados de energía renovable, créditos impositivos y subsidios para alentar la generación de energía proveniente de fuentes de recursos renovables. Además, los mandatos de la “energía verde”, las normativas, los impuestos sobre el carbono y demás instrumentos pueden aumentar el uso de los residuos y del gas de relleno o del biogás tanto para la generación de energía eléctrica como para el uso directo de combustible en aplicaciones comerciales e industriales, así como en la calefacción y refrigeración urbana.

Recomendaciones

- El uso de tecnologías para la recuperación de energía y materiales de los residuos debe explotarse más, incluso debe implementarse el uso directo (incineración, recuperación y aprovechamiento del gas de relleno sanitario y uso del gas de digestor) y evitar indirectamente el uso de combustibles fósiles y los materiales vírgenes (reciclaje, reutilización, minimización de residuos).
- Se debe alentar la aplicación de políticas y medidas adicionales a fin de acrecentar la función de las fuentes de residuos en el mix de energía global, incluso de los mandatos de energía renovable, los impuestos y los incentivos económicos.

Compromisos de ISWA

- ISWA apoya los incentivos y los mandatos públicos y privados a fin de aumentar el uso de la energía obtenida a partir de residuos.
- ISWA se compromete a promover los residuos como fuente de energía renovable ante las autoridades gubernamentales, las agencias y otras partes interesadas a través de actividades de facilitación, alcance, educación y capacitación.



Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Información destacada

- El Mecanismo de Desarrollo Limpio se ha implementado con éxito en más de 1800 proyectos registrados y muchos más se encuentran en etapa de preparación. El sector de residuos está bien representado en los proyectos registrados, con el 18% de esos proyectos.
- Los proyectos MDL actualmente vinculados con los residuos se encuentran en vías de generar 209 millones de créditos de carbono para fines del año 2012. (Un crédito de carbono corresponde a una reducción de las emisiones de una tonelada de CO₂ equivalente).
- Los ingresos por la venta de los créditos de emisiones pueden contribuir con el progreso de las prácticas de gestión de residuos compatibles con el medio ambiente.
- Si bien se han hecho avances significativos sobre los MDL desde su inicio, los avances en el proceso de aprobación podrían conducir a lograr una cantidad mucho mayor y una distribución geográfica mejor de los proyectos implementados sobre reducción de emisiones.
- Existe un potencial de MDL no desarrollado dentro del sector de residuos, en términos de soluciones tecnológicas y de cobertura de país anfitrión.

El **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)** es uno de los mecanismos flexibles basados en proyectos creados conforme al Protocolo de Kyoto con el objetivo de atraer inversiones para proyectos destinados a la reducción de GEI que de otra manera no lograrían tener financiación en el corto plazo. El MDL permite que los países (o las entidades dentro de los países) que han acordado la reducción de las emisiones de GEI según lo estipulado por el Protocolo inviertan en proyectos de reducción de emisiones en los países en desarrollo y utilicen los créditos asociados a la reducción de emisiones para el logro de sus propias metas como complemento de sus acciones nacionales vinculadas con la reducción de los GEI.

Un porcentaje considerable de los residuos generados en los países en desarrollo termina en rellenos sanitarios no controlados o en basurales a cielo abierto. Esa situación presenta preocupaciones evidentes para el medio ambiente y para la salud. Mediante la implementación de tecnologías de gestión de residuos probadas, los países en desarrollo pueden mejorar la salud pública y el medio ambiente y, a la vez, también pueden lograr la reducción de las emisiones de GEI. Desafortunadamente, a pesar de los beneficios más importantes que pueden obtenerse de las mejoras en la infraestructura de la gestión de residuos en los países en desarrollo, con frecuencia los obstáculos financieros e institucionales inhiben su implementación.

El MDL puede aplicarse a las actividades relacionadas con la gestión de los residuos sólidos y puede ayudar a superar algunos de los obstáculos para el desarrollo. Los ingresos por la venta de los créditos de emisiones pueden contribuir con el progreso de las prácticas de gestión de residuos compatibles con el medio ambiente.

El sector de residuos está muy bien representado en los proyectos de MDL registrados. A partir del mes de octubre de 2009, el 18% de los 1834 proyectos de MDL registrados pertenece a proyectos del sector de residuos (página web de CMNUCC – sección CDM MDL). Esto incluye proyectos de residuos sólidos (recuperación de gas de relleno sanitario, compostaje e incineración) así como las tecnologías para la mitigación de metano (compostaje, tratamiento anaeróbico y aeróbico) para aguas residuales, residuos agrícolas y forestales. Existen 138 de los 407 proyectos de residuos registrados que son proyectos de residuos sólidos municipales y de aquí en adelante denominados proyectos de "residuos sólidos" (Desarrollo de Capacidades para MDL – Ducto de MDL (CD₄CDM CDM Pipeline) – noviembre de 2009).

La Organización de las Naciones Unidas ha creado un cuerpo de gobierno para supervisar el MDL (la Junta Ejecutiva del MDL (JE del MDL)). Este cuerpo ha establecido el procedimiento para la aprobación de los proyectos y la emisión de créditos. Para presentar un proyecto para su registro, debe prepararse un documento de diseño de proyecto (DDP) conforme a una metodología de monitoreo y referencia de la línea de base que haya sido aprobada por la JE del MDL.

A la fecha, la JE del MDL ha aprobado 7 metodologías de gran escala y 6 de pequeña escala que corresponden a actividades vinculadas con los residuos sólidos, incluyendo la captura y la quema del gas de relleno sanitario (GRS), la recuperación de GRS, el compostaje, la generación de energía a partir de residuos, la digestión anaeróbica y los desechos derivados de combustibles (Desarrollo de Capacidades para MDL – Ducto de MDL (CD₄CDM CDM Pipeline) – Noviembre de 2009).

Diversificación tecnológica

Casi el 90% de los proyectos de residuos sólidos registrados están relacionados con la quema y la recuperación de gas de rellenos sanitarios. Gracias al enorme potencial de la reducción de emisiones, especialmente con respecto al metano que es un potente GEI, asociado a la disminución relativamente baja de los costos, esos proyectos han llamado la atención de una amplia gama de desarrolladores de proyecto en comparación con otras tecnologías.

Por el contrario, solo una cantidad limitada de proyectos a gran escala se han registrado e involucran tecnologías de tratamiento de RSM de avanzada como el compostaje a gran escala, la gasificación, la digestión anaeróbica o combustibles derivados de residuos (CDR) y tratamiento térmico sin incineración.

Algunos de los motivos son:

- Como la mayoría de esos proyectos hacen referencia a instalaciones nuevas, requieren de una gran planificación y de la aprobación de las partes interesadas;
- Las tecnologías de avanzada necesariamente son más complejas y requieren de mayores costos de capital y de operación que el método de rellenos sanitarios y de compostaje a pequeña escala;
- Existe una falta de gestión capaz de utilizar estas tecnologías en estas comunidades;
- La tecnología seleccionada debe adaptarse a las características locales de los residuos;
- Es fundamental tener mercados establecidos para los subproductos (compost, energía y materiales recuperados).

Además, todas esas causas se combinan con la incertidumbre respecto del futuro del financiamiento del carbono más allá del primer período de cumplimiento del Protocolo de Kyoto (fines de 2012).

Distribución geográfica

Junto con otros sectores industriales, los proyectos de MDL del sector de gestión de residuos hasta ahora se encuentran distribuidos en forma dispar y, en general, todavía no han beneficiado a los Países Menos Adelantados (PMA).

Los proyectos de MDL sobre gestión de residuos en trámite mayormente están distribuidos entre Asia y el Pacífico, y América Latina: corresponde el 44% y el 42% del total, respectivamente (octubre de 2009). En Asia, la mayoría de los proyectos se encuentran en China; la India está en la segunda posición. En América Latina, Brasil y México representan la mayor participación. Otras regiones tienen una representación muy baja. Por ejemplo, África y Medio Oriente representan apenas el 7% y el 5% del total de proyectos, respectivamente (Desarrollo de Capacidades para MDL – Ducto de MDL (CD4CDM CDM Pipeline – Octubre de 2009).

Este tema de la distribución geográfica del MDL está recibiendo mucha atención por parte de la JE de MDL y de una cantidad de partes interesadas internacionales. Los esfuerzos deben continuar a fin de lograr una mejor distribución de proyectos y de mejorar el acceso al MDL dentro de esos países anfitriones.

Inquietudes sobre el proceso de aprobación

Si bien se ha producido un avance significativo sobre el MDL desde su inicio, aún hay espacio para incorporar mejoras al sistema actual. Se han planteado una cantidad de cuestiones con respecto al proceso de aprobación del MDL y a las demoras para obtener el registro o los créditos.

A continuación, algunas de las barreras fundamentales que limitan la eficiencia y provocan demoras en el proceso de aprobación del MDL:

- La falta de Entidades Operativas Designadas (Designated Operational Entities, DOE) disponibles donde recurrir para obtener las validaciones y las verificaciones, debido a la gran cantidad de proyectos que se están iniciando.
- Reglamentaciones y directrices en constante evolución, que dan lugar a interpretaciones divergentes de los requisitos metodológicos entre los participantes de los proyectos, las DOE y la JE del MDL.
- El tiempo de aplicación de las metodologías y las directrices en evolución no siempre es compatible con el cronograma para avanzar a través de los distintos pasos para la aprobación.
- Mayor observación atenta de los proyectos por parte de la JE del MDL después de su presentación para cuestiones vinculadas con el registro o los créditos. La JE del MDL ha solicitado una cantidad importante de revisiones de proyectos que se han validado o verificado.
- Acceso limitado de los Participantes del Proyecto para comunicarse directamente con la JE del MDL sobre decisiones, solicitudes de revisión o aclaraciones. Es necesario esperar los comentarios oficiales de la JE del MDL y, con frecuencia, sus inquietudes puntuales no quedan aclaradas en el texto suministrado sobre revisiones o decisiones.

La JE del MDL ha estado trabajando sobre una cantidad de iniciativas que pretenden mejorar la eficiencia del proceso y, a la vez, mantener su integridad. Se encuentra en proceso la revisión de posibles mejoras y debe presentarse en la reunión de la COP 15 que se realizará en Copenhague en **el mes de diciembre de 2009**.



Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Con el objeto de avanzar en línea con las iniciativas de la JE del MDL que apuntan a la diversificación tecnológica, a una distribución geográfica más amplia y la agilización del proceso de aprobación, ISWA propone las siguientes medidas:

1. El período de cumplimiento posterior a 2012 debe ser mayor que el período de 5 años actual a fin de permitir una mayor certidumbre para las inversiones financieras en proyectos de reducción de emisiones.

Un período de cumplimiento mayor (10 años) ofrecería claridad a los desarrolladores de proyectos y permitiría el desarrollo de proyectos de MDL basados en tecnologías más avanzadas que exigen una mayor inversión de capital. Esta medida llevaría a una diversificación de la cartera de proyectos del sector de residuos.

2. Deben desarrollarse nuevas metodología de MDL a fin de cubrir una variedad mayor de tipos de proyectos de residuos.

Si bien en la actualidad existen muchas metodologías aprobadas disponibles para la gestión de residuos, esas metodologías no tratan toda la gama de reducciones de emisiones de GEI posibles o los beneficios que las actividades vinculadas con la gestión de residuos pueden generar en tanto evitan la generación de GEI. Actualmente, no hay metodologías aprobadas que comprendan las actividades de recuperación de materiales, que podrían ofrecer un ahorro de recursos significativo y la consiguiente reducción de GEI.

Por ejemplo, el reciclaje evita las emisiones provocadas por el uso de materiales vírgenes y el compostaje ofrece un sustituto para los fertilizantes químicos y los acondicionadores del suelo a base de turba, así como la fijación del carbono en el suelo. Se deben realizar esfuerzos para desarrollar metodologías racionales a fin de cuantificar las emisiones evitadas asociadas mediante el uso de un enfoque de cadena de valor integrada (ascendente /descendente) más que un enfoque basado en la localización del proyecto.

Es esencial que las nuevas metodologías que tratan la recuperación de materiales tomen en cuenta las actividades de reciclaje informal que operan en muchos países en desarrollo. Tanto como sea posible, las estructuras existentes deben integrarse a la actividad del proyecto de una manera sensible que lleve a una mejora de las condiciones ambientales, sociales y sanitarias.

3. El establecimiento de parámetros de línea de base y de adicionalidad estandarizados por parte de los países anfitriones podría facilitar el desarrollo de los proyectos del sector de residuos

En la mayoría de los países que son candidatos para proyectos de MDL, y especialmente en los PMA, las prácticas actuales de gestión de residuos con frecuencia se encuentran muy por debajo de lo que se propone en los proyectos. Además, las normativas ambientales que requieren esas tecnologías vinculadas con los residuos están ausentes o no están plenamente vigentes.

En esos casos, y para cierta clase de proyectos, la JE del MDL debe considerar un enfoque de búsqueda descendente ("top down") o estandarizado para determinar la adicionalidad. Esa clase de enfoque simplificaría el proceso, que puede ser muy complejo, principalmente debido al hecho de que no toda la información necesaria está disponible en las etapas iniciales del desarrollo del proyecto.

Si cada país anfitrión define el estado actual de sus normativas y prácticas de gestión de residuos nacionales, ese parámetro podría servir como escenario de línea de base para los desarrolladores del proyecto. Cualquier actividad de proyecto que implemente prácticas superiores a este estándar en términos de reducción de emisiones y de desarrollo sostenible reuniría los requisitos necesarios para la consideración del MDL desde un punto de vista de adicionalidad ambiental. Este sistema de parámetros establecidos y pasibles de revisión a nivel nacional permitiría una reforma de los procedimientos sin reducir la credibilidad ni la eficacia del mecanismo.

4. Modificación de algunos puntos de las reglamentaciones asociadas al MDL Programático podría llevar a un aumento del desarrollo de los proyectos relacionados con los residuos, especialmente en los PMA.

En el mes de junio de 2007, la JE del MDL lanzó el MDL Programático que permite que los desarrolladores de proyectos se registren en una cantidad ilimitada de actividades de proyecto bajo un solo Programa de Actividades (Programme of Activities, PoA). El PoA es una acción coordinada de una entidad pública o privada para implementar una política o medida que lleve a las reducción de emisiones de GEI, que no se habría producido sin el programa. El PoA puede aplicarse a una cantidad ilimitada de actividades de proyecto sobre reducción de emisiones que se encuentran dispersas en un área geográfica.

Uno de los objetivos del MDL Programático fue atraer a los países en desarrollo que actualmente no están suficientemente representados en los proyectos en trámite existentes. En muchos de esos países, el potencial de mitigación seguramente vendrá de tecnologías y proyectos de pequeña escala. Mediante el agrupamiento de actividades más pequeñas en un PoA, pueden distribuirse y reducirse los costos de transacción necesarios para el diseño, la validación, el registro, el monitoreo y la verificación asociados con el proyecto de MDL clásico.

El PoA puede aplicarse a proyectos de residuos. Podría establecerse una política o iniciativa para mejorar las prácticas de gestión de residuos a nivel local, nacional o regional. El PoA podría incluir actividades como la recuperación de gas de relleno sanitario, instalaciones para compostaje o digestores anaeróbicos de pequeña escala.

Si bien este concepto tiene mucho apoyo, como muchas de las partes interesadas han señalado, su formato actual hace que su implementación no sea sencilla. A la fecha, solamente se han registrado dos PoA. Dos PoA relacionados con residuos,

que se ocupan de proyectos de compostaje en Uganda, se encuentran actualmente en la etapa de validación (Desarrollo de Capacidades para MDL – Ducto de MDL (CD4CDM CDM Pipeline) – Octubre de 2009).

La JE del MDL ha estado trabajando en pos de aclarar y ofrecer orientación adicional sobre los PoA. A pesar de esos esfuerzos, algunas cláusulas todavía son extremadamente onerosas, especialmente la cláusula que asigna una gran responsabilidad a las DOE por los errores vinculados con la inclusión impropia de actividades de programa en un PoA.

Las reglamentaciones del PoA deben modificarse a fin de reducir el riesgo para los desarrolladores de proyecto y las DOE. Debe alentarse la incorporación de otras modificaciones que ayudarían a simplificar el PoA y facilitarían su aplicación en proyectos de gestión de residuos de escala grande y pequeña.

El concepto de PoA tiene el potencial de avanzar en proyectos del sector de residuos y de aumentar la implementación de proyectos de MDL en los PMA. Con más mejoras, el proceso podría operar a una escala mayor y, a la vez, podría mantener la integridad del MDL.

5. El proceso de aprobación de proyectos debe agilizarse a fin de reducir las demoras, los costos y los riesgos de aprobación de los proyectos.

Con el fin de sobreponerse a esas inquietudes y hacer que los pasos de aprobación más críticos sean más fluidos, ISWA respalda un marco pos 2012 que incorpora las siguientes sugerencias:

- Debe aumentarse la cantidad de DOE acreditadas a fin de cubrir en forma adecuada los proyectos existentes y futuros.
- La frecuencia de las revisiones de la metodología podría reducirse y/o ampliarse el período de aplicación de la metodología preexistente.
- La JE del MDL debe depositar una confianza mayor en las DOE durante la validación y la verificación de los proyectos, que puede lograrse con un aumento de las auditorías a las DOE aprobadas por parte de la Sección Auditoría de la JE del MDL. Llevar adelante revisiones completas de los proyectos a nivel de la JE del MDL o del Secretariado de la Convención no es sostenible si se desea optimizar el flujo del proyecto.
- Ciertamente podría reducirse la cantidad de solicitudes de revisión a través de un mejor diálogo franco entre la JE del MDL, los desarrolladores de proyecto y las DOE. La eficiencia del proceso de aprobación podría mejorarse aún más por medio de la posibilidad de logar mayor acceso por parte de los desarrolladores de proyecto a la JE del MDL sobre cuestiones del proyecto y la evolución de las normas.

- Como en el caso de la mayoría de los sistemas regulatorios, se debería permitir que los procesos de apelación estén disponibles para que los desarrolladores de proyecto puedan apelar las decisiones tomadas por la JE del MDL.

ISWA respalda las modificaciones estructurales y administrativas recientemente recomendadas por la JE y el Secretariado de la Convención para mejorar la eficiencia y el flujo de los proyectos.

Aplicación Conjunta (AC)

El segundo mecanismo de flexibilidad basado en proyectos es el proceso de Aplicación Conjunta (AC). La AC permite que los países (o las entidades dentro de los países) que también han acordado la reducción de emisiones de conformidad con el Protocolo de Kyoto inviertan en proyectos de otro país con compromisos de reducción de emisiones.

El potencial de ahorro de emisiones a través de proyectos de AC no debe subestimarse, aunque hasta el momento ha tenido un perfil mucho más bajo en términos de exposición pública, cantidad de proyectos desarrollados y cantidad de unidades de reducción de emisiones emitidas.

Muchos países han sido bastante lentos para establecer los procedimientos necesarios para participar en el mecanismo. No obstante, a pesar de la lentitud para ponerse al día, la AC podría tener un rol fundamental en impulsar las actividades de reducción de emisiones en el sector de residuos de los países cuyos límites máximos de emisiones se encuentran dentro de lo establecido en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

ISWA recibirá con agrado cualquier mejora o reforma que se realice de este mecanismo en la convención marco internacional sobre cambio climático después del año 2012.

A noviembre de 2009, de los 73 proyectos de AC registrados, 19 están vinculados con los residuos sólidos. La mayoría de ellos se encuentra en Europa del Este (República Checa: 8, Polonia: 5, Hungría: 3, Ucrania: 1). Los dos restantes se encuentran en Nueva Zelanda. Dichos proyectos son o bien proyectos de combustión en antorcha o bien proyectos de generación de energía en rellenos sanitarios (Ducto de AC del proyecto de Desarrollo de Capacidades para el MDL (conocido como CD4CDM) – Noviembre de 2009).



Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Conclusiones

Los mecanismos de Kyoto para proyectos son un medio eficaz para transferir las tecnologías de gestión de residuos hacia los países en desarrollo y las economías en transición.

También ofrecen una serie de beneficios ambientales, sociales y económicos asociados con prácticas mejoradas de gestión de residuos: reducción de emisiones de GEI, prevención de la contaminación del agua y el suelo, conservación de los recursos naturales, beneficios de energías renovables, creación de empleo y mejoramiento de la salud pública.

ISWA apoya los esfuerzos por mantener el impulso creado por el mecanismo de MDL en varios países clave emisores y por fortalecer esos cimientos durante el próximo período de compromiso. ISWA también cree que es posible recurrir a las lecciones aprendidas hasta el momento de las actividades de MDL para mejorar los mecanismos existentes, a fin de que puedan expandirse hacia más países y tecnologías de gestión de residuos en el futuro.

Recomendaciones

- Deberían desarrollarse metodologías de MDL para las actividades de proyectos de residuos que actualmente no están representadas, como el reciclaje y el compostaje.
- La demostración de adicionalidad requerida para proyectos de MDL podría simplificarse mediante parámetros estandarizados para el sector, definidos por los países anfitriones.
- Deben realizarse esfuerzos continuos para permitir que el programa de actividades (PoA) opere en mayor escala manteniendo la integridad necesaria del MDL.
- Existen una serie de recomendaciones que podrían agilizar los procesos de aprobación de MDL detallados en la sección anterior, incrementar la cantidad de entidades operativas designadas (DOE) capacitadas, reducir la burocracia y mejorar la comunicación entre los desarrolladores de proyecto y la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio (JE del MDL).

Los compromisos de ISWA

- ISWA, trabajando en forma conjunta con otras asociaciones y partes interesadas, contribuirá al debate actual acerca de cómo mejorar el MDL en un sistema pos-2012
- ISWA brindará apoyo y herramientas a sus miembros en lo que respecta al desarrollo de proyectos de reducción de emisiones relacionadas con los residuos.
- ISWA colaborará con otras asociaciones y agencias en lo que respecta a la creación de capacidades para concientizar acerca del potencial de los proyectos de MDL de residuos y de los beneficios de desarrollo sostenible asociados a ellos.



Estudio de casos de proyectos de MDL

Compostaje en la ciudad de Dhaka

Bangladesh es el país anfitrión del primer proyecto de compostaje de gran escala registrado por la Junta Ejecutiva del MDL.

El proyecto incluye el diseño, la construcción y la operación de una planta de compostaje de residuos orgánicos en la ciudad de Dhaka. Actualmente se ha encargado la puesta en marcha de la primera de las tres instalaciones planeadas, con una capacidad de entrada de 700 toneladas de residuos por día. En 2009 se pondrán en funcionamiento otros dos sitios.

Además de producir compost que puede utilizarse para mejorar las condiciones del suelo, el proyecto ayudará a prevenir emisiones de metano mediante el desvío de residuos orgánicos de un relleno sanitario no controlado.

El proyecto contribuirá con otra serie de beneficios de desarrollo sostenible, como mejores condiciones sanitarias, creación de empleo, transferencia de tecnología e ingreso de capital extranjero para cubrir la inversión requerida.

Este proyecto fue desarrollado por WWR Bio Fertilizer Bangladesh Ltd. (una unión transitoria de empresas entre Waste Concern y World Wide Recycling b.v)

Cifras clave

- Ingreso de residuos: 700 toneladas por día
- Producción de compost: 50.000 toneladas por año
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero: 89.000 toneladas de CO₂ eq. por año
- Creación de empleos: 800 empleados
- Costo del proyecto: 12 millones de Euros



Estudio de casos de proyectos de MDL

Generación de energía a partir del biogas de relleno en Bogotá, Colombia

El proyecto Doña Juana de generación de energía a partir de biogas de relleno, en el distrito capital de Bogotá, Colombia, es un proyecto de MDL registrado.

Dicho proyecto está ubicado en uno de los rellenos sanitarios más grandes del mundo, que recibe 6.000 toneladas de residuos por día generados por los 8,5 millones de habitantes de Bogotá.

Este innovador proyecto incluye la captura, el tratamiento y la utilización de gas de relleno. El metano que contiene el gas de relleno capturado se utilizará como combustible en motores alternativos para generar electricidad, y también como combustible en hasta 70 hornos para cocer ladrillos de los alrededores, en reemplazo de los combustibles fósiles que se utilizan actualmente.

La destrucción del metano de relleno mediante la combustión en motores, hornos y unidades de combustión en antorcha dará como resultado una reducción de emisiones que ascenderá a un total

de alrededor de 6 millones de CO₂ eq. durante el primer período de acreditación de 7 años.

El proyecto lo está desarrollando, en nombre de la ciudad de Bogotá, una unión transitoria de empresas denominada Biogas Doña Juana S.A. ESP (50% GRS Valtech (operada por Proactiva Colombia), 50 % Gas Natural). Biogas Doña Juana S.A. ESP fue la ganadora de la licitación lanzada por la ciudad de Bogotá para el proyecto de MDL. La asistencia técnica del MDL la brindó Veolia Propreté.





Políticas y normativas

Información destacada

- Las políticas y normativas que contienen metas precisas de mediano y largo plazo para un mejor manejo de los residuos son importantes impulsores para la reducción de emisiones de GEI.
- En los lugares donde se implementan, dichas políticas y normativas de gestión de residuos pueden generar reducciones considerables de las emisiones de GEI.
- Cada país y ciudad tiene su propio punto de partida en términos de composición de residuos, infraestructura y tecnologías de residuos, condiciones climáticas y medios económicos para promulgar marcos adecuados de políticas y normativas.

Cuando las políticas y normativas en materia de residuos comenzaron a introducirse en todo el mundo hace aproximadamente unos 100 años, inicialmente tenían por objeto asegurar una forma de vida urbana higiénica, y luego proteger el suelo, el agua y el aire de la contaminación.

Este abordaje ha atravesado un cambio paradigmático durante los últimos 10 a 20 años, ya que los residuos empezaron a considerarse cada vez más como fuentes secundarias de materiales y energía. Una nueva y abundante cantidad de instrumentos legislativos ha influido enormemente en el papel que desempeña actualmente la gestión de residuos en lo que respecta a la reducción de emisiones de GEI mediante la promoción y dirección de sistemas de residuos más eficaces y más limpios, como se muestra en la Tabla 1.

Sin embargo, a pesar de que cada vez hay una mayor comprensión de que la gestión de residuos es un sector importante que debe incluirse cuando se consideran las reducciones de emisiones de GEI, la elaboración de políticas integrales y coherentes aún se encuentra en la fase emergente. Esto puede demostrarse mediante algunos ejemplos de diferentes regiones y desarrollo.

Un ejemplo europeo

Políticas y normativas

La UE ha introducido políticas y normativas integrales en materia de gestión de residuos. Las experiencias de esta región son interesantes, ya que se ha documentado el desarrollo durante varias décadas y en todo un continente, incluso en países con diferentes situaciones socioeconómicas y de infraestructura.

Hasta 1990, las políticas sobre residuos de la UE se centraban en limitar la cantidad de residuos que se enviaba a rellenos sanitarios y priorizar el reciclaje de residuos, pero sólo en términos generales y sin obligaciones vinculantes. Las partes vinculantes eran sólo de carácter administrativo, tales como exigir a los estados miembro que realicen planes de gestión de residuos y exigir a los productores y a los operadores encargados de la recolección y el tratamiento que obtengan permisos de operación y lleven registros de las cantidades de residuos (UE, 1975).

Después de 1990 se introdujeron metas vinculantes para el reciclaje y la recuperación, así como también para la reducción de residuos municipales biodegradables enviados a rellenos sanitarios.

| Medidas relacionadas con | Ejemplos de instrumentos de políticas y normativas |
|---|---|
| Generación y recolección de residuos | Responsabilidad de los productores Tarifas de recolección de "costo total" Esquemas de recolección por separado de tipos de residuos específicos. |
| Sector de reciclaje de materiales | Estrategias y metas precisas para el reciclaje de corrientes específicas de residuos Responsabilidad de los productores Impuesto a los rellenos Exenciones impositivas para materiales reciclables Contratación Pública Ecológica para estimular la demanda de productos reciclados. |
| Sector de incineración y digestión anaeróbica | Coordinación con la planificación de energía Subsidios para la construcción Prohibición en rellenos sanitarios de residuos biodegradables Garantía de suministro de una cantidad suficiente de residuos a las plantas Exenciones impositivas por energía generada Limitaciones de emisiones. |
| Sector de rellenos sanitarios | Estrategias para la eliminación de antiguos rellenos sanitarios Prohibición en rellenos sanitarios de residuos biodegradables o residuos no tratados Altos estándares técnicos en general, y especialmente para el desempeño en cuanto a la reducción de emisiones de GEI mediante la captura y utilización de la energía Impuesto a los rellenos. |

Tabla 1 Ejemplos de políticas y normativas sobre residuos para la reducción de emisiones de GEI

En la Tabla 2 se ofrece una perspectiva general. Para 2020, habrá un total de aproximadamente 1.200 millones de toneladas – más de un 40% – reguladas por metas vinculantes de requisitos de la UE para el reciclaje y la recuperación. Per cápita, esto significa que la producción total de residuos (que incluye RSM, residuos comerciales, de la construcción, de la minería y de la fabricación) equivale a alrededor de 6 toneladas por año, de las cuales 2 toneladas por año se destinarán al reciclaje y la recuperación. La cantidad restante de residuos se gestionará de acuerdo con las normativas de reciclaje, recuperación y vertido en rellenos sanitarios de cada país miembro.

| Año de introducción de la legislación | Tipo de residuos | Cantidad de residuos regulados en millones de toneladas por año |
|--|--|---|
| 1994 | Reciclaje y recuperación de residuos de embalaje | 82 |
| 1999 | Cantidad máxima de residuos municipales biodegradables enviada a rellenos sanitarios | 100-120 |
| 2001 | Reutilización, reciclaje y recuperación de residuos de equipos electrónicos y eléctricos | 9 |
| 2002 | Reutilización, reciclaje y recuperación de vehículos fuera de uso | 7-9 |
| 2006 | Reciclaje de baterías | 1.2 |
| 2008 | Reciclaje de residuos de la construcción y demolición | 900 |
| 2008 | No incluidos en otras normativas | 20-30 |
| Cantidad total regulada | | 1120-1150 |
| Generación total de residuos en la UE | | 2800 |

Tabla 2 Proyección de flujos de residuos totales y regulados en la UE para el año 2020 (Eurostat, 2009, ETC/SCP, 2009, Prognos y otros, 2008)

Lecciones aprendidas

Las metas y las políticas en materia de residuos introducidas por la UE y sus estados miembro contribuyen a la desviación de residuos desde rellenos sanitarios, con lo cual se mejora el uso de recursos y se reducen los impactos ambientales de la gestión de residuos, incluso las emisiones de GEI.

Residuos biodegradables

En la UE, los residuos biodegradables se regulan mediante dos Directivas: la Directiva sobre Envases (Packaging Directive) desde 1994 y la Directiva sobre Rellenos Sanitarios (Landfill Directive) desde 1999.

En 1994, la UE introdujo una meta global de reciclaje para los residuos de envases del 25% para el año 2001. En 2004, esta meta se incrementó a un mínimo de 60% para 2008. La cantidad de residuos de envases enviados a los rellenos sanitarios por los antiguos 15 Estados Miembro de la UE se redujo de 28 millones de toneladas en 1997 a 21 millones de toneladas en 2006, mientras que la cantidad de residuos recuperados aumentó de 27 millones a 43 millones de toneladas. Si bien ha aumentado la generación global de residuos de envases, se ha destinado una menor cantidad de esos residuos a los rellenos sanitarios.

La Directiva sobre Rellenos Sanitarios de 1999 prescribe que los Estados Miembro deben acatar las normas modernas antes de que finalice el año 2009, lo cual significa que los nuevos rellenos sanitarios deben tener sistemas de membranas de aislamiento y captura de gas. Además, los Estados Miembro deben reducir la cantidad de residuos municipales biodegradables desechados en rellenos sanitarios en 1995 a un máximo de 75% de esa cantidad en 2006, 50% en 2009 y 35% en 2016 (UE, 1999).

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2009) llevó a cabo estudios para cinco países y una región, representando a los miembros de la UE tanto antiguos como nuevos, así como también a los países con o sin tradición de planificación y legislación en materia de gestión de residuos. El estudio arrojó como resultado cuatro conclusiones centrales:

- La Directiva sobre Rellenos Sanitarios resultó eficaz para avanzar en el cierre de rellenos sanitarios obsoletos y para aumentar el uso de opciones de gestión de residuos alternativas, como el reciclaje y la incineración con recuperación de energía.
- El éxito de la Directiva sobre Rellenos Sanitarios se basa en dos factores clave, 1) una meta final para 2016 y 2) metas intermedias para 2006 y 2009. La flexibilidad de dicha directiva ha sido una ventaja importante, que le brindó a los Estados Miembro el espacio para probar políticas alternativas y adaptar las medidas de modo que concuerden con sus realidades nacionales y regionales.





Políticas y normativas

- El impacto más grande se ha producido en lugares donde el proceso de abandono del uso de rellenos sanitarios aún no había comenzado; por ejemplo, en Estonia, Italia y Hungría. Un impacto menor se observó en Alemania y la Región Flamenca, donde la implementación de políticas de desviación comenzó antes de la adopción de la Directiva.
- No existen evidencias de que la Directiva sobre Rellenos Sanitarios haya disminuido la generación de residuos municipales.

Reducción de emisiones de GEI de los residuos municipales

Las políticas y normativas sobre residuos de la UE, junto con las iniciativas nacionales, han dado como resultado una reducción de los residuos municipales enviados a rellenos sanitarios. En la Figura 1 se muestra que en 1995 se envió el 62% de los residuos municipales a rellenos sanitarios, mientras que en 2007 se envió sólo el 41% (Eurostat, 2009).

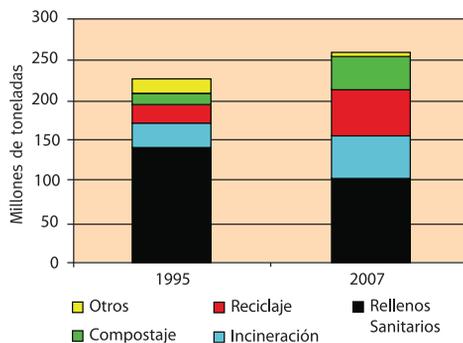


Figura 1. Desarrollo de tratamiento de residuos municipales en la UE de 1995 a 2007 (Eurostat, 2009)

La desviación de residuos municipales desde rellenos sanitarios, reforzado con un mejoramiento de la eficiencia y la tecnología de los tratamientos, trajo como resultado una reducción sustancial de las emisiones de GEI.

La Figura 2 muestra las emisiones directas e indirectas de GEI asociadas con la gestión de residuos municipales desde 1990 a 2007. La creciente cantidad de residuos causa un incremento en las emisiones directas de GEI, que se relacionan con la disposición en rellenos sanitarios, la incineración y el reciclaje, así como con el transporte de residuos municipales. Las emisiones indirectas indican las emisiones evitadas mediante la recuperación de recursos a partir de los residuos (materiales o energía), que reemplazan el uso de materiales vírgenes.

La reducción neta global observada (la línea roja en la figura) se debe principalmente al aumento del reciclaje y la incineración. También se indica la captura y el uso de energía generada en rellenos sanitarios, aunque contribuye muy poco en los ahorros globales. Las cargas directas provenientes de los rellenos sanitarios se han reducido en menos de un 10%, pero casi se han duplicado los beneficios del reciclaje. Por consiguiente, el cambio general de los rellenos sanitarios al reciclaje (diferencias en cuanto a la implementación según los materiales) representa ahorros significativos de las emisiones de GEI.

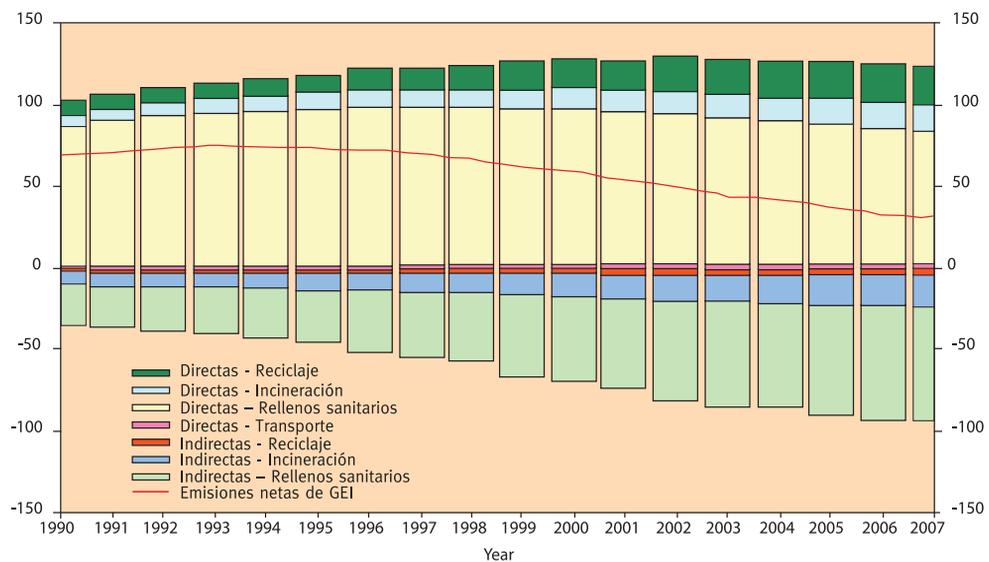


Figura 2. Emisiones de GEI provenientes de los residuos municipales en la UE desde 1990 a 2007 (AEMA, 2008 y ETC/SCP [Centro Temático Europeo de Consumo y Producción Sostenibles], 2009a). Se supone que el índice máximo de recuperación de metano proveniente de los rellenos sanitarios es del 50% en una perspectiva de Análisis del Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment, LCA) de 100 años

Las emisiones anuales netas de CO₂-eq. provenientes de la gestión de residuos municipales en la UE entre 1990 y 2007 se redujeron de 69 millones de toneladas en 1990 a 32 millones de toneladas de CO₂-eq., es decir que hubo una reducción de más del 50%. Se calcula que para el año 2012 la reducción neta será de 60 millones de toneladas por año (ETC/SCP, 2009a). Esto significa que los residuos municipales en la UE todavía seguirán siendo un emisor neto de GEI en 2012, con una emisión total de alrededor de 9 millones de toneladas de CO₂-eq. o alrededor de 17 kg de CO₂-eq. per cápita por año.

Según el Protocolo de Kyoto, la UE (que incluía 15 Estados Miembro antes de 2004) debe reducir las emisiones de GEI un 8% en 2012, con respecto a las emisiones de 1990 (8% de 4233 millones de toneladas de CO₂-eq.). Esos 15 Estados Miembro representan una reducción de 62 millones de toneladas de CO₂-eq. entre 1990 y 2012 debido a una mejor gestión de los residuos sólidos municipales. En otras palabras, la mejor gestión de los residuos municipales en Europa equivaldrá potencialmente a alrededor del 18% (62/340) de la reducción necesaria (ETC/SCP, 2009a).

El efecto pleno de las políticas y normativas existentes en materia de residuos en la UE se hará realidad en el año 2020, incluyendo los residuos municipales y los de otro tipo, y para ese mismo año también se logrará una mayor reducción de las emisiones de GEI en el orden de los 200 millones de toneladas de CO₂-eq. (Prognos, 2008). Dado el compromiso asumido por la UE de reducir las emisiones anuales de CO₂-eq. en un 20% (780 millones de toneladas) para el año 2020, en comparación con 2005, eso implicará que una mejor gestión total de los residuos para la UE durante ese período podrá contribuir en alrededor del 25% (200/780) de las reducciones requeridas para cumplir con la meta global de 2020 (Prognos, 2008).

Si nos centramos únicamente en los residuos municipales de la UE, se estima que ese tipo de residuos será un reductor neto de emisiones de GEI aproximadamente a partir del año 2015 (ETC/SCP, 2009a).

Un ejemplo norteamericano

Durante los últimos años, el clima político con respecto a la necesidad de limitar las emisiones de GEI ha atravesado un cambio radical en Norteamérica. Las encuestas de opinión demuestran que una amplia mayoría de los ciudadanos apoyan las acciones tendientes a reducir las emisiones de GEI y la mayoría de ellos cree que eso podría lograrse sin costos perjudiciales. Los gobiernos nacionales, provinciales y municipales, así como también la industria privada de los Estados Unidos y de Canadá reconocen la importancia de tomar medidas inmediatamente para hacer frente al cambio climático.

- En los Estados Unidos, siete estados han formado asociaciones regionales con provincias canadienses vecinas para reducir las emisiones de GEI.

- Once estados han establecido metas para reducir las emisiones de GEI en nada menos que el 80% con respecto a 1990 para el año 2050.
- Más de 20 estados han establecido normas que exigen a las empresas de servicios públicos de electricidad la generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables.
- Más de 800 alcaldes han firmado un Acuerdo de Protección del Clima en el que comprometen a sus ciudades a alcanzar o superar las metas establecidas en el Protocolo de Kyoto.
- Más de 1000 compañías estadounidenses participan en programas de reducción de GEI y adquisición de energía renovable, establecidos por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y el Departamento de Energía de los Estados Unidos.
- Se han establecido mercados de intercambio y de registros climáticos (climate registries and exchanges) para brindar sistemas de verificación e intercambio comercial de créditos de gases de invernadero para las empresas, las autoridades locales y otras entidades.

Estudio de casos

Mediante la gestión de los residuos orgánicos (residuos de alimentos, desechos de jardín y de parques y lodo de aguas residuales) la municipalidad de Aalborg en Dinamarca (230.000 habitantes) redujo sus emisiones de GEI de + 200 kg de CO₂-eq./cápita por año en 1970 a -170 kg de CO₂-eq./cápita por año en 2005. Para el año 2020, las emisiones previstas para los residuos orgánicos son de -340 kg de CO₂-eq./cápita por año.

Si se suman las reducciones de emisiones logradas debido al reciclaje de materiales y el uso de madera ahorrada como biocombustible, en 2020, la reducción anual de emisiones de GEI provenientes de actividades relacionadas con los residuos alcanzará los -1315 kg de CO₂-eq./cápita por año.

| Actividad relacionada con los residuos | Emisiones anuales de GEI para 2020 |
|---|---------------------------------------|
| Gestión de residuos orgánicos | - 340 kg CO ₂ -eq./cápita |
| Reciclaje de materiales | - 525 kg CO ₂ -eq./cápita |
| Madera ahorrada gracias al reciclaje y la sustitución de combustibles fósiles | - 450 kg CO ₂ -eq./cápita |
| Ahorro total anual en 2020 | -1.315 kg CO ₂ -eq./cápita |





Políticas y normativas

Nuevas iniciativas de políticas federales en los Estados Unidos

Además de estos esfuerzos sustanciales realizados por las industrias privadas y las administraciones estatales y locales, el nivel de actividad por parte del gobierno federal ha aumentado de manera espectacular en los Estados Unidos luego de la asunción del nuevo presidente de los Estados Unidos en 2009, apoyado por una mayoría demócrata en ambas Cámaras del Congreso.

En un período de tiempo muy corto, la nueva administración y el Congreso reconstituido han emitido algunas propuestas legislativas significativas y de muy amplio alcance para redireccionar las políticas estadounidenses referentes al cambio climático y la energía. El ritmo de la actividad regulatoria en esa área no tiene precedentes.

- En febrero, el Presidente de los Estados Unidos promulgó la Ley de Recuperación y Reinversión Estadounidense de 2009 (American Recovery and Reinvestment Act of 2009), un proyecto de ley de estímulo de US\$789 mil millones, que amplió los créditos fiscales para la electricidad producida a partir de fuentes de energía renovables, que incluyen el gas de relleno y la generación de energía a partir de residuos, y asignó varios miles de millones de dólares a subsidios para la conservación y eficiencia energética para actividades como el reciclaje.
- En octubre, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) emitió una normativa final en la que se requiere la presentación obligatoria de informes sobre las emisiones de GEI provenientes de fuentes que incluyan las instalaciones de generación de energía a partir de residuos y los rellenos sanitarios. Dicha normativa exige a las plantas que emitan más de 25.000 toneladas de CO₂-eq por año para monitorear sus emisiones y que presenten informes anuales a la EPA a partir de 2010. Dicha normativa abarcará aproximadamente el 85-90% de las emisiones totales nacionales de GEI de los Estados Unidos, provenientes de alrededor de 13.000 plantas.
- En mayo, la Cámara de Diputados sancionó la Ley Estadounidense de Energía Limpia y Seguridad (American Clean Energy and Security Act). Esta ley contiene un programa de "limitación y comercio" (cap and trade) para reducir las emisiones de carbono. Las emisiones de las principales fuentes estadounidenses se limitarían al 17% por debajo de los niveles registrados en 2005 para el año 2020 y a un 80% por debajo de los niveles de 2005 para el año 2050. La ley también establecería una norma de cartera renovable que exigiría a las empresas de servicios públicos de electricidad que satisfagan el 20% de su demanda de energía mediante fuentes de energía renovables y eficiencia energética para el año 2020.

La energía obtenida del gas de relleno podría calificar como una fuente según la norma de carteras renovables, pero no estaría incluida en la limitación de emisiones de carbono. Algunos proyectos de destrucción de metano de rellenos sanitarios serían compensaciones de emisiones negociables.

La norma de carteras negociables también incluye la generación de energía a partir de residuos como una fuente renovable elegible y esas plantas no estarían reguladas por la limitación de emisiones, gracias a una disposición de la ley que excluye específicamente las operaciones que obtengan el 95% o más de su energía a partir de residuos sólidos municipales.

Esos desarrollos tendrán implicancias significativas para los programas de gestión de residuos sólidos de toda América del Norte y crearán nuevas oportunidades para que las prácticas mejoradas de gestión de residuos sólidos se conviertan en parte de la solución, mediante la minimización de residuos, un reciclado eficiente en términos de energía, el compostaje sostenible y la recuperación de energía renovable a partir de los residuos sólidos.



Estrategias para la reducción de emisiones de GEI mediante una mejor gestión de los residuos sólidos

Existen varias oportunidades para la reducción de emisiones de GEI: mediante la recuperación y utilización del metano de relleno como combustible renovable; mediante la recuperación de energía a partir de los residuos sólidos y la reducción de residuos; y mediante el reciclaje y el compostaje; ver US EPA (2006) y Skinner (2007 y 2009). A lo largo y a lo ancho de América del Norte, los encargados de la gestión de residuos sólidos están trabajando para aplicar prácticas de gestión de residuos de avanzada, a fin de compensar las tendencias del calentamiento global.

• **Recuperación y utilización del gas de relleno como combustible renovable**

Actualmente, existen más de 425 proyectos de obtención de energía a partir del gas de relleno en funcionamiento en los Estados Unidos, que generan 1.180 megavatios (MW) de electricidad y producen 235 millones de pies cúbicos estándar por día (MMSCFD) de combustible renovable. Sin embargo, existen muchos más rellenos sanitarios en América del Norte que tienen el potencial para capturar y utilizar gas de relleno.

La EPA identificó 570 rellenos sanitarios candidatos que cuentan con el potencial para proyectos de obtención de energía a partir de gas de relleno, lo cual representa 1.370 MW de energía o 695 MMSCFD de combustible. Por consiguiente, la captura y utilización de GRS podría lograr reducciones significativas de las emisiones de GEI a nivel nacional.

• **Obtención de energía a partir de residuos y tecnologías de conversión**

Actualmente, existen 89 plantas de obtención de energía a partir de residuos en los Estados Unidos donde se desechan 90.000 toneladas de residuos sólidos por día y se producen 2.700 MW de electricidad (cantidad suficiente para abastecer 2,3 millones de hogares) (ISWA 2007). La generación de energía a partir de residuos cuenta con una larga trayectoria siendo una fuente confiable de energía en Norte América; las plantas existentes están expandiendo sus capacidades y se están planificando varias plantas nuevas. Existe un gran interés en las tecnologías de conversión, como la hidrólisis, la digestión anaeróbica, arco de plasma y gasificación, que pueden convertir los residuos sólidos en combustibles y bioquímicos industriales, aunque la mayoría de estas tecnologías aún no ha progresado más allá de la etapa piloto.

• **Reducción de residuos, reciclaje y compostaje**

La reducción de residuos evita las emisiones de GEI asociadas con la producción y utilización de un producto y con la subsiguiente gestión de los residuos. Aunque es muy difícil de medir, la US EPA ha estimado que mediante las actividades de reducción de residuos se evitaron 55 millones de toneladas de residuos sólidos municipales (US EPA 2005).



Para la mayoría de los materiales, la minimización de residuos tiene emisiones de GEI más bajas que las de otras opciones de gestión de residuos (US EPA, 2006). Ya que, por lo general, el uso de materiales reciclados resulta más eficiente en términos de energía que el uso de materiales vírgenes, el reciclaje de aluminio, acero, vidrio y otros materiales puede reducir las emisiones de GEI que se generan como resultado del uso de energía.

El reciclaje de papel y el compostaje de residuos orgánicos, como los desechos de jardín y los residuos de alimentos, pueden evitar el metano de relleno y obtener beneficios positivos desde la perspectiva de las emisiones de GEI. En 2007, se reciclaron 85 millones de toneladas de materiales provenientes de residuos sólidos municipales en los Estados Unidos (incluyendo el reciclaje por compostaje) y se alcanzó un índice de reciclaje total nacional del 33,4% (US EPA 2007).

Conclusiones

La experiencia en América del Norte ha demostrado claramente que el liderazgo en el ámbito nacional es fundamental para establecer un marco regulatorio y legal capaz de controlar las emisiones de GEI e impulsar los sistemas de gestión de los residuos sólidos hacia soluciones más sostenibles e integradas. Dentro de ese marco, los encargados de la gestión de residuos sólidos podrán seleccionar los servicios apropiados tomando como base sus prioridades ambientales, económicas y públicas. Una amplia gama de opciones de gestión de los residuos también permite que las fuerzas del mercado desempeñen un rol en la reducción de las emisiones de GEI y en el aumento del uso eficiente de la energía renovable.

En América del Norte, los responsables de formular políticas están implantando la estructura regulatoria, y en toda la región, el sector de gestión de residuos se encuentra trabajando para aplicar prácticas de avanzada a fin de compensar las tendencias del calentamiento global.





Políticas y Normativas

Un ejemplo de Malasia

En Malasia, las políticas y normativas en materia de gestión de residuos sólidos han evolucionado, dejando de ser políticas informales y se han desarrollado gradualmente mediante disposiciones complementarias en la legislación, tales como la Ley de Calles, Alcantarillado y Construcción (Streets, Drainage and Building Act), 1974, la Ley del Gobierno Local (Local Government Act), 1976 y la Ley de Calidad Ambiental (Environmental Quality Act), 1974, para convertirse en un Plan Nacional Estratégico para la Gestión de los Residuos Sólidos

(National Strategic Plan for Solid Waste Management, NSP) en 2005, el Plan Maestro de Minimización Nacional de los Residuos (Master Plan on National Waste Minimization, MWM) en 2006 y, por último, un Proyecto de Ley sobre Gestión de Residuos Sólidos y Servicio de Limpieza de la Vía Pública (Solid Waste and Public Cleansing Management Bill, SWMB) en 2007.

Entre las políticas y normativas relacionadas con la gestión de residuos sólidos, sólo el NSP especificó metas para la gestión y el desempeño en materia de residuos sólidos, como se muestra en la tabla que figura a continuación.

| Nivel de servicio | 2002 | 2003-2009 | 2010-2014 | 2015-2020 |
|---|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Servicio de recolección ampliado | 75% | 80% | 85% | 90% |
| Reducción y recuperación | 3-4% | 10% | 15% | 17% |
| Cierre de vertederos de residuos (112 vertederos) | 112 Vertederos | 50% | 70% | 100% |
| Separación en origen (zonas urbanas) | Ninguna | 20% | 80% | 100% |



En términos generales, se espera que las políticas y normativas sobre gestión de residuos sólidos en Malasia tengan resultados ambientales positivos. El NSP, el MWP y el SWMB han brindado el marco legal y la dirección estratégica necesarios para lograr una gestión de residuos sostenible mediante la reducción de la generación de residuos en origen, minimizando la cantidad de residuos dispuestos en rellenos sanitarios y maximizando la eficiencia en la utilización de los recursos.

Entre los instrumentos de políticas y normativas disponibles en Malasia para la gestión de residuos sólidos se encuentran los siguientes:

- Estrategias, planes de acción y metas para el reciclaje de corrientes de residuos específicas y el cierre de antiguos rellenos sanitarios.
- Legislación sobre minimización de residuos y recuperación de recursos que incluye reducir la generación de residuos sólidos, utilizar materiales ambientalmente amigables, utilizar una cantidad específica de materiales reciclados para productos específicos, limitar la generación, el uso o la disposición de productos o materiales específicos e implementar sistemas de etiquetado de cualquier producto o material para promover el reciclaje
- Legislación sobre Responsabilidad de los Productores que prevea esquemas de retiro del producto en poder de los consumidores que exijan a los fabricantes de determinados artículos la asunción de los costos de reciclaje o disposición de sus productos.

El NSP incluye una meta de reducción y recuperación de residuos del 17% para el año 2020, que equivale a alrededor de 2 millones de toneladas de residuos sólidos por año. También se propone el cierre de todos los basurales a cielo abierto existentes para 2020, lo cual se espera que tenga un efecto positivo mediante el control de la descarga de lixiviado y las emisiones de metano. Hace unos pocos años, existían 290 rellenos en Malasia, de los cuales sólo tres eran sanitarios. Para 2006, 114 se habían cerraron y 176 permanecían en funcionamiento. En 2009, se tomó la decisión de volver a habilitar 16 de ellos e introducir la captura de gas de relleno.

Tanto el MWM como el SWMB promueven la reducción de residuos y la recuperación de recursos mediante una serie de planes de acción, programas y directrices, separación en origen, minimización de residuos y cierre seguro de rellenos.

No obstante, las políticas de gestión de residuos sólidos sólo se han adoptado formalmente en Malasia durante los últimos 2 – 5 años (2005 – 2007) y, por lo tanto, aún deben continuar desarrollándose y producir los resultados fijados como meta. Actualmente, se estima que los índices de reciclaje de residuos sólidos son de aproximadamente el 5%, menos de la mitad del índice de reciclaje del 10% fijado como meta en 2009. Esto sugiere que las políticas y normativas requieren de tiempo y de metas específicas para lograr resultados.

Impactos de las políticas y normativas en el cambio climático

En ninguna parte de la legislación implementada en Malasia se especifica un requisito directo de reducción de las emisiones de GEI. El objetivo principal del sector de gestión de residuos en Malasia es establecer los aspectos básicos de la gestión de residuos sólidos en contraposición al abordaje del cambio climático.

Los instrumentos de políticas y normativas en materia de gestión de residuos sólidos de Malasia pueden considerarse relativamente integrales y contienen muchos de los elementos encontrados en otros países. Si se le da el tiempo necesario para desarrollar, formular y lograr metas específicas, se espera que la política de residuos de Malasia tenga un impacto positivo en la gestión de residuos sólidos e indirectamente en el cambio climático mediante la provisión del marco legal, la dirección estratégica y el mecanismo de implementación de sistemas de gestión de residuos sostenible. En conclusión, hasta el momento no se han fijado de manera directa como metas la mitigación de GEI y el cambio climático en las políticas y normativas sobre gestión de residuos de Malasia.

Recomendaciones

- Los gobiernos en todos los niveles deben tomar nota del hecho de que las políticas y normativas asociadas con metas fijadas son importantes impulsores para lograr los objetivos de gestión de residuos, en términos de mitigación de GEI, así como también de otros beneficios ambientales.
- Resulta útil analizar las experiencias de países y regiones como Europa y los Estados Unidos a fin de comprender qué se necesita para implementar nuevas políticas y normativas. Hasta el momento, pareciera que el tiempo necesario se cuenta en décadas y no en años.

Compromisos de ISWA

- ISWA, junto con otras instituciones internacionales y en colaboración con centros nacionales o regionales de excelencia, se compromete a ofrecer talleres, cursos y capacitación sobre diversos aspectos del desarrollo y la implementación de políticas y normativas relacionadas con los residuos.
- Tomando en consideración las políticas y normativas nacionales existentes en materia de residuos, ISWA facilitará la transferencia de experiencias y conocimientos entre las regiones, alentando a los miembros nacionales, corporativos e individuales de ISWA a interconectarse y aprender los unos de los otros, por ejemplo, a través de los Grupos de Trabajo existentes o los nuevos Grupos de Tareas *ad hoc*.



Contabilización de los gases de efecto invernadero

Información destacada

- Existen varias herramientas de cuantificación y presentación de informes confiables para las emisiones de GEI derivadas de actividades de gestión de residuos.
- Esas diversas herramientas poseen objetivos, parámetros y alcances diferentes entre sí.
- Dichas herramientas son fundamentales para ayudar a la industria de la gestión de residuos, así como a otras partes interesadas (entre las que se incluyen administraciones nacionales, planificadores regionales, responsables de toma de decisiones municipales y desarrolladores de tecnología de residuos) a evaluar y comparar de qué modo puede reducir las emisiones de GEI e incrementar los ahorros este sector.
- Una parte considerable de los beneficios de GEI corresponde a las emisiones evitadas mediante la recuperación de materiales y energía. De acuerdo con las metodologías del IPCC utilizadas para las consolidaciones nacionales e internacionales, esos beneficios se atribuyen a otros sectores distintos del sector vinculado con los residuos. Esto impide tener un panorama completo de las contribuciones provenientes de las actividades del sector de residuos.

La contabilización y presentación de informes de emisiones de GEI provenientes de la gestión de residuos constituye particularmente un desafío. Las actividades del sector de residuos generan emisiones de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (N_2O), entre otras. No obstante, la industria también es responsable de reducir los impactos mediante la recuperación de materiales y la generación de energía.

La contabilización y evaluación precisas de la producción de GEI y el evitar la generación de emisiones de GEI son cuestiones fundamentales en el esfuerzo por reducir las emisiones directas e indirectas del sector de residuos y deben ser una preocupación para todas las partes interesadas, incluso para la administración nacional, los planificadores regionales, los responsables de la toma de decisiones municipales, los desarrolladores de tecnologías de residuos y, en mayor medida, la industria de la gestión de residuos.

La principal complicación para que las empresas contabilicen los GEI en ese sector radica en el hecho de que ellas sólo gestionan el final del ciclo de vida de los productos; como no participan en la creación de los productos, deben tratar impactos ambientales que son difíciles de evaluar o controlar.

Por otra parte, la cuantificación de emisiones de GEI aún presenta algunas áreas de incertidumbre, debido a los siguientes factores:

- Una cantidad importante de actividades de tratamiento incorporan procesos complejos (en particular biológicos) difíciles de cuantificar en términos de emisiones de GEI con la precisión que sí resulta posible en otras actividades industriales.
- La composición de los residuos tratados con frecuencia es heterogénea; esto lleva a un enfoque estadístico que puede sufrir de una parcialidad inevitable.

Se han desarrollado una serie de herramientas para hacer frente a dichas complejidades en la cuantificación de GEI. Esta gama de herramientas de contabilización y modelado puede adaptarse a diversas escalas espaciales e institucionales y puede aplicarse a ejercicios de presentación de informes tanto voluntarios como normativos.

Como se resumió en la tabla de la página contigua, todas las herramientas para la presentación de informes y la cuantificación de emisiones de GEI provenientes de la gestión de residuos tienen objetivos, límites y alcances distintos. La elección del mecanismo de contabilización depende del alcance de la presentación de informes, pero todos los mecanismos se basan en los mismos datos básicos operativos generados a través de tecnologías de gestión de residuos específicas.

Sin embargo, la contabilización de GEI se modifica sustancialmente en función de si se incluyen o no los procesos del tramo ascendente y los ahorros del tramo descendente en la cadena de gestión de residuos. Naturalmente, esto lleva a diferentes resultados; si bien es probable que todos sean absolutamente justificables, deben compararse con cuidado.



| Métodos de presentación de informes | Nivel de presentación de informes | Propósito | Ejemplos |
|--|---|---|---|
| Presentación de informes sobre emisiones de GEI nacional y obligatoria. | Nacional | Presentación nacional de informes de GEI para las Naciones que firmaron la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) | Metodologías del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) |
| Presentación anual de informes obligatoria/reglamentaria para las instalaciones reguladas que cubren numerosos parámetros, entre los que se incluyen las GEI. | Instalación | Normativas para la prevención y el control integral de la contaminación. Estos requisitos de presentación de informes ayudan a mejorar el acceso público a la información sobre el medioambiente. | Registros de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (Pollutant Release and Transfer Register, PRTRs) – (Europa) |
| | | Presentación de informes específicos sobre las emisiones de GEI en el marco de sistemas de limitación y comercio (cap and trade). | Directiva del Sistema de Comercio de Emisiones o ETS de la UE (directrices para el monitoreo y la presentación de informes sobre las emisiones de GEI correspondientes a las instalaciones cubiertas) |
| Protocolos de Presentación de Informes anuales para la elaboración de inventarios de GEI para empresas, gobiernos locales o instalaciones (por lo general de manera voluntaria). | Empresa/ Gobierno local/ Organización | Presentación regular de informes de GEI en el nivel organizacional. | Protocolo de GEI (WRI / WBCSD) Protocolo del Sector de Residuos de EpE (2007) ISO 14064 |
| Análisis del Ciclo de Vida utilizado como apoyo para la planificación o la toma de decisiones. | Diversos (nacional, regional, local) | El modelado del LCA de los sistemas de gestión de residuos se lleva a cabo con el objeto de formar una plataforma técnica y ambiental para la toma de decisiones. | ISO 14048 |
| Mecanismos para proyectos de comercialización de carbono | Proyecto | Hay distintos mecanismos basados en proyectos en funcionamiento. El cálculo de las reducciones de emisiones se obtiene mediante un enfoque de “la línea de base en oposición al proyecto” | Metodologías aprobadas de MDL Estándares de proyecto voluntarios Protocolos de compensación de emisiones (CCX, RGGI...) Protocolo rellenos sanitarios del Registro de Acción Climática de California (California Climate Action Registry, CCAR) Protocolo de GEI para la contabilización de proyectos |

Mecanismos para la presentación de informes sobre las emisiones de GEI en la gestión de residuos

1. Presentación de informes de GEI a nivel internacional/nacional

La presentación anual de informes de emisiones provenientes del sector de residuos se lleva a cabo utilizando las directrices del IPCC y se encuentra en las comunicaciones nacionales de inventario (*National Inventory Reports*, NIR). Incluye las emisiones directas derivadas de la incineración y la disposición en rellenos sanitarios de residuos posconsumo. El sistema de gestión de residuos definido por el IPCC es distinto de la “industria de gestión de residuos”, donde se realizan muchas otras actividades relacionadas con los residuos y se generan muchos otros tipos de residuos. La industria de la gestión de residuos, como tal, ha informado interacciones con otros sectores del IPCC (el sector de Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, [Industrial Processes and Product Use, IPPU], y el de Agricultura, Forestación y Otros Usos de la Tierra [Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU]).

2. Contabilización de GEI en las organizaciones

En el nivel organizacional, por ejemplo en una compañía, en el gobierno local o en instalaciones individuales, la presentación de informes de GEI es cada vez más importante. Dicha presentación puede ser obligatoria o voluntaria; esta última suele ser una parte importante de

la presentación de informes ambientales utilizada por esas organizaciones para implementar su estrategia de sostenibilidad o responsabilidad social empresarial (RSE).

Se han desarrollado varios protocolos y metodologías de contabilización sobre la base de enfoques voluntarios conducidos por la industria, en algunos casos apoyados por organizaciones no gubernamentales. La metodología más ampliamente aceptada a nivel mundial es el “Protocolo de Gases de Efecto Invernadero” elaborado por el *World Resources Institute* (WRI) y el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) (Ranganathan y otros, 2004).

Dicho protocolo ha sido adaptado para utilizarse en la industria de la gestión de residuos con la elaboración del “Protocolo para la Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes de las Actividades de Gestión de Residuos” (EpE, 2008). Varias asociaciones nacionales de gestión de residuos, así como también ISWA, han validado y refrendado ese protocolo. Se trata de un movimiento positivo hacia la armonización de los métodos de contabilización; la convergencia hacia un protocolo común resultará beneficiosa para el sector de la gestión de residuos y para otras partes interesadas.





Contabilización de los gases de efecto invernadero

Ofrece un abordaje coherente para calcular e informar impactos y medidas para reducir las emisiones de GEI, permite realizar comparaciones de la información presentada de todo el sector y hace posible que las empresas puedan gestionar los riesgos de GEI e identificar oportunidades de reducción.

También se han desarrollado procedimientos de normalización a fin de brindar apoyo a las organizaciones que deseen informar sus emisiones de GEI, dentro de la serie ISO 14064 (ISO, 2006a). Sin embargo, la norma sólo ofrece una metodología para la presentación de informes sobre GEI pero no brinda ningún método de contabilización o cálculo.

3. Análisis del ciclo de vida

Durante varios años se ha aplicado el Análisis del Ciclo de Vida (ACL) a los sistemas de gestión de residuos, con el objeto de formar una plataforma técnica y ambiental para la toma de decisiones con respecto a temas como los siguientes:

- Introducción de nuevas políticas a nivel nacional.
- Elección de sistemas y tecnología a nivel municipal.
- Mejoramiento de tecnologías específicas a nivel de la planta.

El ACL permite una evaluación ambiental global, ya que se examinan más de diez impactos diferentes. Esta metodología integra los aspectos e impactos ambientales de las emisiones y compensaciones directas e indirectas (ya sea que ocurran en el tramo ascendente o descendente del sistema de gestión de residuos).

4. Esquemas de comercio de derechos de emisión y metodologías para proyectos de compensaciones

En la actualidad, los esquemas de comercio de derechos de emisión de GEI se han establecido en todo el mundo. Inicialmente, la mayoría se basaban en mecanismos voluntarios, con la excepción del Régimen Europeo de Comercio de Derechos de Emisión (Directiva 2003/87/EC), el sistema de cumplimiento de limitación y comercio (cap and trade) más grande del mundo.

Como se describe en la página 20 de la sección de MDL, los mecanismos flexibles basados en proyectos regulados según el Protocolo de Kyoto, denominados Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y la Aplicación Conjunta (AC) ya están en funcionamiento. El cálculo de las reducciones de emisiones que se obtendrán mediante su implementación se basa en un enfoque de “la línea de base en oposición al proyecto”. Las emisiones que se habrían producido en el escenario de la línea de base, es decir sin el proyecto, se comparan con las emisiones que se producirán en el escenario del

proyecto. Para cada tipo de proyecto de MDL/AC se establecen directrices específicas de cuantificación. Además, han surgido mercados de transacciones voluntarios (en oposición a los regulatorios, como el del Sistema de Comercio de Emisiones o ETS de la UE) como, por ejemplo, el *Chicago Climate Exchange* (CCX) y la Iniciativa *Greenhouse Friendly*TM de Australia. Los esquemas presentan diferencias en cuanto a la presentación de informes y el cumplimiento, lo que hace que la armonización entre ellos constituya un verdadero desafío.

Cuestiones clave en la contabilización de GEI para el sector de la gestión de residuos

Una preocupación recurrente para aquellos encargados de la contabilización de GEI correspondientes al sector de residuos es el hecho de que los límites establecidos por las metodologías del IPCC no toman en consideración un panorama completo de las actividades relacionadas con los residuos. En cambio, el sector de residuos del IPCC identifica la emisión directa, pero no toma en consideración los potenciales beneficios ambientales indirectos asociados con la gestión de residuos del tramo descendente, que se informan en otros sectores del IPCC.

Un ejemplo interesante es la presentación de informes de las emisiones de GEI correspondientes a la incineración de residuos. Si los residuos posconsumo se incineran sin recuperación de energía, las emisiones de GEI se informan en el sector de residuos del IPCC. Sin embargo, si se realiza la incineración de residuos con recuperación de energía, las emisiones generadas se contabilizan en el sector de energía del IPCC.

Otro ejemplo esclarecedor es el caso del reciclaje: el sistema de gestión de residuos consume energía para recolectar y clasificar vidrio para su reciclaje, pero los ahorros que genera la operación se informan en la industria del vidrio, debido a que la producción de vidrio a partir de vidrio de desecho consume menos energía que si se utilizan materiales vírgenes.

Y sin embargo, en vista de la agenda política sobre la mitigación del cambio climático, es importante realizar un mapeo de las contribuciones, emisiones y ahorros de GEI actuales correspondientes a la gestión de residuos, y establecer objetivos razonables para las contribuciones futuras de la industria de la gestión de residuos. Debería desarrollarse un método adicional que permita captar todo el alcance de las actividades de residuos, reconociendo de manera adecuada el importante potencial de mitigación y de evitar la generación de GEI del sector.

Entre los factores clave de la contabilización de GEI para la gestión de residuos se incluyen el tipo y la composición de los residuos, el período de tiempo abarcado, las GEI contabilizadas y su potencial de calentamiento global (Global Warming Potential, GWP) asignado y los límites con otros sectores, especialmente el sector energético. También deberían informarse en forma detallada otros parámetros, como la calidad de los factores de emisiones estandarizadas, que generalmente se utilizan cuando no se cuenta con datos específicos. Deben realizarse esfuerzos para aumentar la confiabilidad y la integridad de los datos sobre niveles nacionales e internacionales.

Es en el propio interés para la industria de la gestión de residuos que los fundamentos técnicos para la contabilización de GEI sean correctos y transparentes a fin de conservar la confianza en los resultados. Esto es especialmente importante, ya que las cuestiones relativas a los GEI son factores elementales en muchas decisiones tanto a nivel nacional como local.

En los últimos años, hubo avances considerables en los métodos de contabilización para las actividades de residuos. No obstante, es necesario redoblar los esfuerzos a fin de reducir la falta de certeza de los métodos de estimación de emisiones en diversos niveles y armonizar los métodos. Entre las áreas que requieren de investigación continua se incluyen las siguientes:

- **Método de relleno sanitario**
 - Modelado (descomposición de primer orden) de la producción de gas de relleno sanitario (GRS)
 - Índices de oxidación mediante cobertura del suelo
 - Índices de captura de GRS
 - Secuestro de carbono en rellenos sanitarios
 - Métodos de medición directa para cuantificar emisiones fugitivas
- **Compostaje**
 - Emisiones de N_2O , CH_4
 - Fijación del carbono en el suelo
 - Emisiones evitadas por reemplazar los fertilizantes y los acondicionadores de suelos con turba
- **Incineración**
 - Métodos para determinar el contenido de residuos biogénicos
 - Emisiones de N_2O de los procesos de combustión
 - Factores de emisiones evitadas debido al reciclaje de metales y cenizas de fondo de horno
- **Reciclaje**
 - Factores de emisiones evitadas por tipo de material
 - Cuestiones geográficas / de límites para el flujo y la recuperación de materiales

Recomendaciones

- ISWA recomienda que el sector continúe con sus esfuerzos para armonizar las metodologías de contabilización, los protocolos y los factores de emisiones asociadas que se utilizan para cuantificar y presentar informes sobre emisiones de GEI.
- En apoyo a esta meta, ISWA ha aprobado el protocolo titulado “Protocolo para la Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes de las Actividades de Gestión de Residuos” (EpE, 2008) como una herramienta para la presentación anual de informes sobre GEI.
- Si bien es poco probable que las directrices del IPCC cambien en el futuro cercano, ISWA recomienda el desarrollo de un método adicional que permita captar la totalidad del alcance de las actividades de residuos, y brinde un mejor reconocimiento del importante potencial de reducción o evitar la generación de GEI del sector.

Los compromisos de ISWA

- ISWA se compromete a apoyar la armonización de los enfoques, metodologías y protocolos de contabilización de GEI aplicados a las actividades de residuos.
- ISWA comunicará y ofrecerá un foro para el intercambio relacionado con el tema de la contabilización de GEI en el sector entre su red de miembros, asociados y expertos.





Referencias

- ACESA (2009), American Clean Energy and Security Act of 2009. http://energycommerce.house.gov/Press_111/20090609/hr2454_committeereport.pdf
- ARRA (2009), American Recovery and Reinvestment Act of 2009. http://en.wikipedia.org/wiki/American_Recovery_and_Reinvestment_Act_of_2009
- Bogner, J., Pipatti, R., Hashimoto, S., Diaz, C., Mareckova, K., Diaz, L., Kjeldsen, P., Monni, S. & Faaij, A. (2008) Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation). Waste Management & Research, 26.
- CD4CDM: Capacity Development for the Clean Development Mechanism - CDM and JI pipelines: <http://cdmpipeline.org/>
- Boldrin, A., Andersen, J.K., Møller, J., Favoino, E. and Christensen, T. H. (2009) Composting and compost utilization: Accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Management & Research, 27, 871-884.
- Christensen, T. H., Simion, F., Tonini, D. and Møller, J. (2009b) Global warming factors modeled for 40 generic municipal waste management scenarios. Waste Management & Research, 27, 871-884
- Dornburg, V. and Faaij, A., (2006) Optimising waste treatment systems. Part B: Analyses and scenarios for The Netherlands. Resources Conservation & Recycling, 48, pp. 227-248.
- EEA (2008) Better management of municipal waste will reduce greenhouse gas emissions. European Environment Agency, Briefing 1/2008, Copenhagen, Denmark
- EEA (2009) Diverting waste from landfill - effectiveness of waste management policies in the European Union, European Environment Agency
- IEA (2006) World Consumption of Primary Energy by Energy Type and Selected Country Groups. Energy Information Administration. U.S. Dept. of Energy, July 2006.
- EIPPC Bureau (2006) Reference document on the best available techniques for waste incineration (BREF), integrated pollution prevention and control. European IPPC, Seville, Spain, 602 pp. <http://eippcb.jrc.es>
- EpE (2008) Protocol for the Quantification of Greenhouse Gases Emissions from Waste Management Activities. Version 3. Entreprises pour l'Environnement, Nanterre, France.
- ETC/SCP (2009) EU as Recycling Society- Present recycling levels of municipal waste and construction and demolition waste in the EU, Working paper 2/2009. European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production, Copenhagen, Denmark.
- ETC/SCP (2009a) The CO₂ emissions are based on the greenhouse gas model and data for municipal waste developed by the European Topic Centre on Consumption and Production, cf. a forthcoming Working Paper, which will be released in the end of 2009; Sustainable Projections of municipal waste management and greenhouse gases. Topic Center: Højbro Plads 4, DK 1200 Copenhagen K, Denmark, <http://scpeionet.europa.eu>
- EU (1975) Council Directive 75/442/EC on waste
- EU (1999) Council Directive 1993/31/EC of 26. April on the landfill of waste
- Eurostat (2009) Eurostat's Environmental Data Centre on Waste-Member States reporting according to the Packaging, ELV and WEEE Directives.
- Favoino, E. & Hogg, D. (2008) The potential role of compost in reducing greenhouse gases. Waste Management & Research, 26.
- IEA (2009) IEA Statistics, <http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>.
- IPPC (2007, I) Climate Change 2007 – The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press
- IPCC (2007, III) Bogner, J., M. Abdelrafie Ahmed, C. Diaz, A. Faaij, Q. Gao, S. Hashimoto, K. Mareckova, R. Pipatti, T. Zhang, 2007, Chapter 10. Waste Management, in Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer, eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY USA].
- ISO (2006a) ISO 14064: 2006. Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.
- ISO (2006b) ISO 14040: 2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.
- IWSA (2007). Integrated Waste Services Association, Washington DC. <http://www.wte.org>.
- Khan, M.Z.A. and Abu-Ghararath, A.H. (1991) New approach for estimating energy content of municipal solid waste. Journal of Environmental Engineering, 117, 376-380.
- Monni, S., Pipatti, R., Lehtilä, A., Savolainen, I. and Syri, S. (2006) Global climate change mitigation scenarios for solid waste management. Espoo, Technical Research Centre of Finland, VTT Publications, 603 pp.
- Prognos (2008) Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020. PROGNOSS and IFEU, October 2008
- Skinner, J.H. (2007): The Changing Political Climate in North America, Energy Warming and Waste. Proceedings of the International Solid Waste Association World Congress, September 24-26, 2007, Amsterdam, Netherlands,
- Skinner, J.H. (2009): New Directions for Greenhouse Gas Controls, Renewable Energy and Solid Waste Management in North America. Proceedings of the International Solid Waste Association World Congress, October 12-14, 2009. Lisbon, Portugal.
- Themelis, N. (2003) An overview of the global waste-to-energy industry. Waste Management World, 2003-2004 Review Issue July-August 2003, pp. 40-47.
- UNFCCC <http://unfccc.int/2860.php>.
- UNFCCC CDM section: <http://cdm.unfccc.int/index.html>
- U.S. EPA (2006a). Municipal Solid Waste in the US, 2005 Facts and Figures. Office of Solid Waste (5306P) EPA530-R-06-011 United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. U. S. A. October 18, 2006.

- U.S. EPA (2006b). Solid Waste Management and Greenhouse Gases, a Life-cycle Assessment of Emissions and Sinks. 3rd Edition United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. U. S. A.
- U.S. EPA (2008). Municipal Solid Waste in the US, 2007 Facts and Figures. Office of Solid Waste (5306P) EPA530-R-08-010 United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. November 2008.
- U.S. EPA (2009). Mandatory Greenhouse Gas Reporting Rule. www.epa.gov/climatechange/emissions/ghgrulemaking.html.
- WM&R (2009 a) Fundamentals in GHG accounting: concepts and mechanisms, Waste Management & Research, volume 27, issue 8, all pages
- WM&R (2009 b) Applied GHG accounting: methodologies and cases, Waste Management & Research, volume 27, issue 9, all pages
- WWS (2009) From Waste to Resource – World Waste survey. An abstract of “2006 World Waste Survey”, Elisabeth Lacoste & Philippe Chalmin, Brookings Inst Pr, ISBN10 2717853588
- Ref. Web 1: www.ens.dk/da-DK/Info/TalOgKort/Statistik_og_noegletal/Noegletal/Internationale_noegletal/Documents/nogletal%20-%20internationale%20-%202007.xls - proyecciones de la energía global proveniente de los residuos
- Ref. Web 2: www.epa.gov/lmop/accomplish.html
- Ref. Web 3: cdm.unfccc.int/Issuance/cers_iss.html

Grupo de Tarea de ISWA sobre Residuos y Cambio Climático

- Gary Crawford, Veolia, Paris, France
- Christian Fischer, Centro Temático Europeo sobre Consumo y Producción Sostenibles, Copenhague, Dinamarca
- Jens Aage Hansen, Aalborg University, Denmark
- Antonis Mavropoulos, EPEM, Athens, Greece

Los talleres y las reuniones llevadas a cabo durante los años 2008 y 2009 con una participación activa por parte de los responsables de la práctica y la academia forman el contexto del presente Libro Blanco. Deseamos agradecer especialmente a los estudiantes de doctorado y al cuerpo docente de la Universidad Técnica de Dinamarca, en particular a Thomas H. Christensen y Emmanuel Gentil, así como a Simon Aumonier, RU, y Jean Bogner, EE.UU. Todos ellos han brindado apoyo, inspiración y opinión de nivel profesional. El Libro Blanco ha recibido un apoyo especial de John Skinner de los EE.UU. y P. Agamuthu de Malasia. Los grupos de trabajo de ISWA han colaborado con el Libro Blanco en reuniones y con la revisión de él.

Siglas

| | | | |
|---------------------|---|------------------|---|
| ACESA | Ley sobre Energía Limpia y Seguridad de los Estados Unidos | ISO | Organización Internacional para la Normalización (International Organization for Standardization) |
| DA | Digestión anaeróbica | ISWA | Asociación Internacional de Residuos Sólidos (International Solid Waste Association) |
| AFOLU | Agricultura, Forestación y Otros Usos de la Tierra | Jl | Aplicación Conjunta |
| ARRA | Agricultura, Forestación y Otros Usos de la Tierra | LCA | Evaluación del Ciclo de Vida (Life cycle assessment) |
| C | Carbono | PMA | Países menos avanzados |
| CCAR | Registro de acciones contra el cambio climático de California | GRS | Gas de relleno sanitario |
| CCX | Bolsa de comercio de Chicago de derechos de emisión correspondientes al cambio climático | TMB | Tratamiento Mecánico Biológico |
| MDL | Mecanismo de Desarrollo Limpio | RSM | Residuos sólidos municipales |
| CDM EB | Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio | MWM | Minimización nacional de la generación de residuos |
| CER | Reducciones de emisiones certificadas | N ₂ O | Óxido nitroso |
| CH ₄ | Metano | ONG | Organizaciones No Gubernamentales |
| GNC | Gas natural comprimido | NIR | Infomes nacionales de inventario |
| CO ₂ | Dióxido de carbono | NSP | Plan Nacional Estratégico |
| CO ₂ -eq | CO ₂ equivalente, basado en la referencia sobre el potencial de calentamiento global | PAS 2050 | Especificación públicamente disponible 2050 |
| COP15 | 15ª Conferencia de las Partes | DDP | Documento de diseño de proyecto |
| RSE | Responsabilidad social empresaria | PoA | Programa de Actividades |
| DOE | Entidades Operativas Designadas | PRTRS | Registros de Emisiones y Transferencia de Contaminantes |
| EASEWASTE | Evaluación ambiental de sistemas y tecnologías para la gestión de residuos sólidos | CDR | Combustibles derivados de residuos |
| EEA | Agencia Europea de Medio ambiente | RGGI | Iniciativa regional para gases de efecto invernadero |
| EIPPC | EOficina Europea de Prevención y Control Integrados de la Contaminación | SWMB | Proyecto de Ley sobre Gestión de Residuos Sólidos y Servicio de Limpieza de la Vía Pública |
| EpE | Empresas para el Medio Ambiente | U.S. EPA | Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. |
| ETC/SCP | Sistema de Comercio de Emisiones | UNFCCC | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático |
| ETS | Emission Trading System | WARM | Modelo de Reducción de Residuos |
| UE | Unión Europea | WBSCD | Consejo Mundial de Comercio para el Desarrollo Sostenible |
| GEI | Gas de efecto invernadero | WM&R | Publicación |
| IEA | Agencia de Envergía Internacional | WRATE | Herramienta de evaluación de recursos y residuos para el medio ambiente |
| IPCC | Panel Intergubernamentals obre Cambio Climático | WRI | Instituto Mundial de Recursos |
| IPPC | Control integrado de la prevención de la contaminación | WWS | Encuesta mundial sobre residuos |
| IPPU | Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos | | |



