

Presentación.

En este segundo módulo del curso vamos a profundizar en los conocimientos y las herramientas de gestión de residuos sólidos para paliar la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En la primera unidad del módulo vamos a identificar las diferentes fuentes de emisión de los GEI, para pasar posteriormente en la segunda unidad a reconocer las herramientas necesarias para la evaluación, estandarización, implementación, control y monitoreo de estrategias para la reducción de GEI en las actividades de los subsistemas MIRS

La actividad del módulo para llevar a la práctica el aprendizaje adquirido será un caso de estudio que recrea una problemática de gestión de residuos sólidos asociada a la emisión de GEI en un contexto urbano.

Objetivos.

Los objetivos del módulo son:

- Entender la relación entre MIRS y generación de GEI
- Identificar los mecanismos probables para reducir las actividades emisoras de GEI en los subsistemas de MIR.
- Conocer las principales actividades emisoras de GEI y plantear alternativas para su reducción.

1. Emisión de gases efecto invernadero en los subsistemas del MIRS.

Introducción: Emisión de gases efecto invernadero en los subsistemas del MIRS

1. [Barrido mecánico](#)
2. [Recolección](#)
3. [Transferencia](#)
4. [Separación](#)
5. [Tratamiento](#)
6. [Disposición final](#)

Introducción:

Emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en los subsistemas del Manejo Integral de Residuos Sólidos (MIRS).

La metodología de la UNFCCC y el IPCC establece que las actividades del MIRS que producen la principal emisión de GEI se centra en dos de sus cinco rubros de interés: el sector energía y el sector desechos.

La participación del MIRS se engloba en los mencionados rubros, siguiendo la relación mostrada en la tabla n.1. Mientras que el nivel de desagregación de los componentes del sector energía no es suficientemente detallado para permitir la definición de la participación de las actividades de los subsistemas del MIRS; el sector desechos resulta explícito en cuanto a la aportación de emisiones de tratamiento y disposición final.

Aprovechando los resultados del inventario nacional de México del 2002, a continuación se muestra de forma esquemática la aportación de gases de efecto invernadero, del subsistema de disposición final, el cual, junto con la recolección, no solo constituye un servicio indispensable, sino también es representativo de cualquier ayuntamiento latinoamericano.

De acuerdo a la figura n.1 y a la tabla n.2, la disposición final representa el 5.44% de las emisiones totales de GEI en México; mientras que en otros países de Latinoamérica (con inventarios publicados de mayor antigüedad) varía entre 1.83% a 2.66%.

Cabe resaltar que las emisiones por la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios son eminentemente metano, gas con mayor potencial de efecto invernadero que el dióxido de carbono.

Podemos asumir que la participación de las actividades del MIRS englobadas en el sector energía de los inventarios nacionales es mínima dentro de su composición. Esta suposición se respalda en el principio de las "plataformas de logística", las cuales señalan que para todo centro de distribución de múltiples productos y servicios, existe un número de proveedores, por lo menos, igual al de productos y servicios ofrecidos, mientras que la recolección de residuos sólidos generados en dicho centro es realizada, generalmente, por un único proveedor de servicios.

Esta conceptualización hace evidente que las rutas y viajes debidos a la distribución son superiores a los debidos a recolección.

Tabla n.1 Subsistemas del manejo integral de residuos sólidos clasificados en los sectores de energía y desechos establecidos en los inventarios nacionales de emisiones de GEI.

| | | | | | |
|-------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| <i>Subsistema</i> | <i>Barrido</i> | <i>Recolección</i> | <i>Transferencia</i> | <i>Tratamiento</i> | <i>Disposición Final</i> |
| Sector | Energía | | | Desechos | |

Fuente: TAAF Consultoría Integral S. C.

Figura n.1. Disposición final y GEI

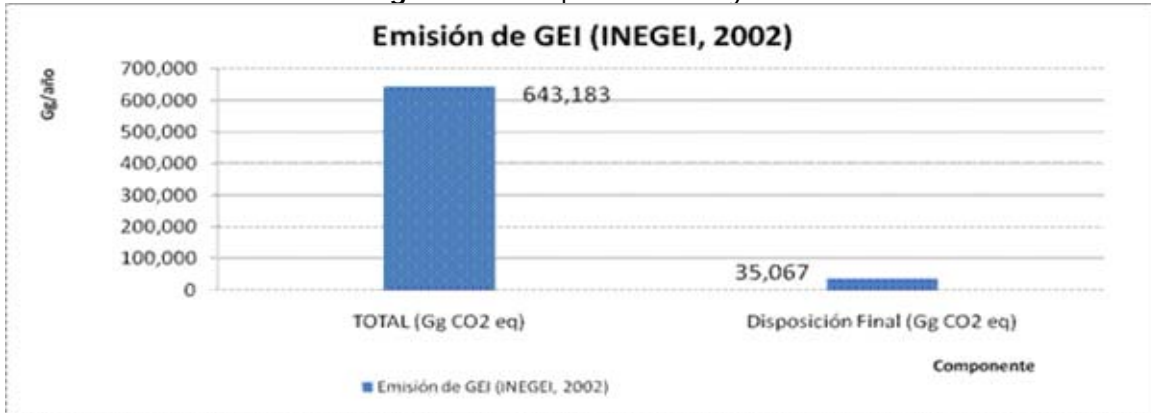


Tabla n.2. Comportamiento del componente de disposición final de residuos sólidos en diferentes países latinoamericanos respecto a sus inventarios nacionales de GEI.

| País | México | El Salvador | Panamá | Argentina |
|------------|------------|-------------|-----------|------------|
| Total | 643,183.00 | 26,918.52 | 28,600.07 | 282,000.75 |
| Residuos | 35,067.42 | 534.82 | 524.37 | 7,497.00 |
| % Residuos | 5.44% | 1.99% | 1.83% | 2.66% |

Fuente: TAAF Consultoría Integral S.C.

A continuación revisaremos las actividades que generan y emiten GEI en cada subsistema del MIRS. Aún teniendo una aportación mínima de GEI, esta cantidad puede ser reducida mediante acciones de mitigación "indirecta" que cumplan con un objetivo primario de eficiencia y eficacia de los servicios que representa.

1.1 Barrido mecánico

En este servicio, los equipos de barrido mecánico consumen combustibles fósiles en su operación (gasolina, diesel, gas natural) y exhalan emisiones contaminantes como dióxido de carbono y sustancias nocivas o tóxicas como el monóxido de carbono (CO), hidrocarburos, óxidos de nitrógeno (NOx), y aerosoles. Las emisiones dependen de la eficiencia de barrido, la antigüedad de los equipos, los programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Las emisiones de este subsistema se clasifican como procedentes de una fuente de emisión móvil.

Figura n.2. Vehículo de barrido mecánico



Fuente: TAAF Consultoría Integral S.C.

1.2 Recolección

Los equipos de recolección de residuos sólidos comprenden una amplia gama, encontrándose desde camiones compactadores, camiones con divisiones para recolección separada, hasta “carritos” manuales. Todos ellos, con consumo de combustible particular.

El consumo de combustibles fósiles es una fuente importante de emisión de GEI en el manejo integral de residuos sólidos. A su vez el consumo se encuentra asociado a:

- Características tecnológicas de las Unidades de Recolección: Año modelo, dispositivos para el control de la contaminación atmosférica, características del motor de combustión interna, distancia recorrida, tipo de combustible utilizado, etc.
- Características de la Técnica de manejo del personal encargado de la Unidad de Recolección.

Figura n.3. Vehículos recolectores de residuos sólidos



“La distancia hacia el lugar de acopio, tratamiento o disposición final incide en el tipo de vehículo que se debe emplear y en la necesidad de instalar una estación de transferencia. Además de lo anterior, también determina el consumo de combustible, y por ende, la emisión de GEI durante el transporte de los residuos”.

En este caso particular, la reducción de emisiones de GEI es una consecuencia de las mejores prácticas para la prestación del servicio en cuestión en lo referente a la implementación de medidas de eficiencia.

1.3 Transferencia

La estación de transferencia puede representar una medida para mejorar el manejo de residuos sólidos y posiblemente disminuir las emisiones de GEI, al permitir atender aumentos de la demanda del servicio de recolección con un número menor o igual de vehículos y de rutas existentes. Esto se debe a que aprovecha las economías de escala por la disminución de distancias y viajes, p.ej. si el sitio de disposición final está lejos del área de recolección de los residuos. La consecuencia es la disminución en el consumo y quema combustible.

Figura n.4. Estación de transferencia de residuos sólidos



Fuente: TAAF Consultoría Integral S.C.

El consumo de combustibles fósiles es la principal fuente de emisión de GEI en las estaciones de transferencia y se encuentra asociado a:

- La cantidad utilizada en los equipos mecánicos.
- La tecnología utilizada.

1.4 Separación

Para un tratamiento apropiado, la separación de residuos en diferentes fracciones para su posterior aprovechamiento o para mejorar las condiciones para la disposición final es esencial.

Se pueden separar las fracciones de residuos sólidos en el punto de generación (generalmente lo más eficiente) y en los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final. La separación manual de subproductos con valor comercial no tiene emisiones de GEI, mientras que la separación realizada en plantas mecanizadas por medio de bandas emite GEI al emplear combustibles.

Figura n.5. Separación de subproductos



Fuente: TAAF Consultoría Integral S.C.

1.5 Tratamiento

El tratamiento de residuos sólidos tiene un alto potencial de disminución de emisiones de GEI. Generalmente tiene dos objetivos:

- a) Mejorar las condiciones de las fracciones de residuos tratados para su reuso o reciclaje
- b) Mejorar las condiciones de los residuos para la disposición final.

Figura n.6. Compostaje



Fuente: GTZ

El tratamiento de residuos sólidos resulta de interés dada la posibilidad de implementación de “alternativas” como la recuperación de subproductos, el reciclaje, el compostaje, la incineración con beneficios directos e indirectos sobre la emisión de GEI.

Existen muchas formas de tratamiento para las diferentes fracciones de residuos. Los tratamientos principales con relación a la emisión de GEI son: el compostaje, tratamiento mecánico-biológico y digestión anaerobia para residuos orgánicos y el reciclaje de papel, plástico, vidrio y metales para los residuos inorgánicos.

La siguiente tabla 3.2 muestra el potencial de reducción de emisiones de GEI (en kg de equivalentes de CO₂ por tonelada de material reciclado) de algunas formas de tratamiento.

Tabla n.3. Emisiones de GEI de diferentes tratamientos

| Forma de tratamiento | Balance de emisiones [kg CO2-eq./ton. de mat. reciclado] |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Compostaje | - 8 |
| Digestión anaerobia | - 80 |
| Reciclaje de papel | - 820 |
| Reciclaje de plástico | - 410 |
| Reciclaje de vidrio | - 180 |
| Reciclaje de metal | - 2,000 |

1.6 Disposición final

La disposición final es la última etapa del manejo integral de los residuos sólidos y contribuye, de acuerdo a lo establecido anteriormente, con la mayor cantidad de GEI dentro del MIRS, respecto del total estimado en los inventarios nacionales e internacionales. Se asocia la disposición final con la preservación del ambiente, de la salud de la población y tiene efectos sobre el costo de la reserva territorial a su alrededor.

Los gases de efecto invernadero, en un sitio de disposición final se presentan en forma de biogás, el cual se produce por la descomposición anaerobia de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos. GEI (principalmente CO₂) aparecen también como resultado de la quema de los residuos sólidos (controlada o no controlada) pero con menor efecto.

A su vez, los sitios de disposición final de residuos sólidos, actualmente, se caracterizan por su abandono, prevaleciendo en muchos países la práctica del "sitio de disposición final no controlado" o tiradero, lo cual representa una oportunidad de implementación de mejores esquemas; tanto desde el punto del MIRS como de la emisión reducida de GEI.

El relleno sanitario es el método empleado en Latinoamérica para la correcta disposición de los residuos sólidos, que resulta compatible (e incluso complementario) con todas las alternativas/tecnologías que se recomiendan para la zona de Latinoamérica, en función de las condiciones climáticas, la composición de los residuos y la generación/distribución de los mismos, buscando una disminución de GEI.

Otra característica del subsistema de disposición final es la necesidad que tiene de maquinaria cuando se considera un relleno sanitario de mayor tamaño o un sistema equivalente. Bajo esta premisa, pueden ser implementadas alternativas sobre el consumo de combustible de dichos vehículos.

La emisión de GEI en la disposición final se debe a los siguientes factores principales:

- La descomposición anaerobia de los residuos sólidos dispuestos en el sitio (factor de muy alta importancia);
- La quema, controlada y/o no controlada, de residuos sólidos en el sitio;
- La quema de combustibles fósiles por parte de la maquinaria utilizada para el acomodo de los residuos sólidos en el sitio

La importancia de implementar medidas de mitigación de GEI en la disposición se debe a que es el subsistema con mayor generación de GEI en la MIRS.

2. Diagnóstico de las actividades emisoras de GEI y alternativas para su reducción.

1. [Diagnóstico de las actividades emisoras de GEI en el manejo de residuos sólidos](#)
2. [Alternativas para la disminución de GEI en actividades del MIR](#)
3. [Alternativas de mitigación generales](#)
4. [Estudios Propuestos](#)

Como vimos en la unidad anterior, las actividades del manejo de residuos sólidos son fuentes emisoras de GEI. Aún siendo parte de un sector de gran importancia pública y ambiental, sólo ha sido objeto de implementación de acciones de mitigación de emisiones en unos proyectos pilotos. Sin embargo, de manera indirecta, dichas emisiones han sido parcialmente reducidas mediante el mejor manejo de los residuos sólidos (p.ej. optimización de rutas de recolección), la mejora del consumo energético y el uso de tecnologías limpias.

En este sentido, la implementación de tecnologías que representan una reducción de emisiones de GEI, incluidas en los subsistemas del MIRS; están representadas por acciones encaminadas a mejorar la eficiencia energética, sustitución de equipos por tecnologías más limpias y fortalecimiento de la normatividad existente.

En esta segunda unidad veremos las herramientas necesarias para la evaluación, estandarización, implementación, control y monitoreo de estrategias para la reducción de GEI en las actividades del MIRS, a través de sencillos diagramas, en los que se pueden identificar las alternativas de solución en cada etapa. La figura n.1 muestra los subsistemas del manejo de residuos sólidos con mayor impacto sobre la emisión de GEI.

La evaluación de estas alternativas se realiza en función de indicadores con las siguientes propiedades:

- Reales: Que sean acordes con las características de la región, y en lo posible diferenciadas por tipo de ciudad (pequeña, mediana y grande),
- Mensurables: Que estén vinculadas a indicadores específicos,
- Notificables: Es decir, que tengan un criterio estandarizado y entendible para el reporte y difusión de los resultados de la implementación,
- Verificables: A través de la revisión de las metas establecidas contra las realizadas o porcentaje de realización, revisión de datos estadísticos, comparación de facturas relacionadas con el consumo de la energía, etcétera.

Figura n.7. Subsistemas de MIRS



Fuente: TAAF Consultoría Integral S. C.

2.1 Diagnóstico de las actividades emisoras de GEI en el manejo de residuos sólidos

La mayor concentración de emisiones de GEI (evaluadas en CO₂ equivalente) se encuentra en la etapa de disposición final de los residuos sólidos. Esta conclusión, obliga la realización de un diagnóstico de emisiones de GEI, sustentado en el levantamiento de información sobre las actividades descritas anteriormente.

Para lograr esto, se propone la siguiente ruta crítica:

- Autorización;
- Diagnóstico de GEI en el MIRS (incluye la estimación de GEI emitidos en el escenario actual);
- Diseño de alternativas (incluye la estimación de escenarios alternativos);
- Implementación de alternativas factibles;
- Seguimiento de la alternativa.

La figura n.8 demuestra las acciones asociadas a cada uno de estos pasos, incluyendo aspectos de gestión como requisitos preliminares para la correcta implementación de las alternativas.

Por otro lado, la información necesaria para la estimación inicial (y de los escenarios basados en alternativas implementadas) es particular, y en muchos casos complementaria a la levantada durante el diagnóstico básico o extendido de los sistemas de limpia.

Esta información será la necesaria para pronosticar escenarios de emisión de GEI en las etapas de tratamiento y disposición final, empleando la herramienta "calculadora del clima". Esta información es la detallada en la tabla 4.1, mostrada a continuación.

Figura n.8. Ruta Crítica para la Reducción de GEI en las Actividades del MIRS.

| ETAPA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| DENOMINACIÓN | AUTORIZACIÓN | DIAGNÓSTICO DE GEI | DISEÑO DE ALTERNATIVAS/ESTRATEGIAS | IMPLEMENTACIÓN | SEGUIMIENTO |
| FASE A | Presentación de la influencia del MIRS en el Cambio Climático a las Autoridades Municipales | Levantamiento de información sobre actividades que generan GEI en las etapas del MIRS | Diseño de alternativas y estrategias para la reducción de GEI en las etapas de la MIRS | Definición del propósito y los componentes asociados a la alternativa mejor evaluada (seleccionada) | Construcción de indicadores de eficiencia y eficacia para el seguimiento de la alternativa |
| DESCRIPCIÓN FASE B | Autorización para la realización del diagnóstico | Generación de Indicadores | Definición de actividades y acciones específicas sobre la MIRS, que se reflejen en indicadores | Definición de injerencias y responsabilidades, consolidación de acuerdos y vinculación de participantes | Monitoreo y Control de Resultados, Verificación del cumplimiento del propósito |
| FASE C | Identificación de actores principales y acuerdos de cooperación | Estimación de emisión de GEI en la MIRS | Estimación de GEI emitidos en la MIRS | Implementación | Evaluación y Retroalimentación |

Fuente: TAAF Consultoría Integral S. C.

Tabla n.4. Levantamiento de Información para Estimación de GEI en las Etapas del MIRS

| SUBSISTEMA | INFORMACIÓN REQUERIDA | UNIDAD | METODOLOGÍA |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Inicio | Generación total de RS | Ton/día | Diagnóstico del sistema de limpia |
| | Generación/Cápita de RS | kg/hab/día | |
| | Población atendida | Hab | |
| | Composición de RS | % | Campaña de generación de RS |
| | Humedad de RS | bajo/alto | |
| | Composición de la mezcla de fuentes de energía eléctrica en el país | g CO ₂ -eq/kWh | Reportes específicos |
| Reciclaje | Fracción de RS valorizables | % | Campaña de generación de RS |
| | Fracción orgánica de RS | % | |
| | Porcentaje de compostaje o digestión | % | Diagnóstico del sistema de limpia |
| Disposición Final | RS tratados, según tecnología | % | |
| | Captación de biogás | % | |
| | Tratamiento de biogás | % | |
| | Eficiencia de la generación eléctrica | % | Reportes específicos |
| Costo | Costo del reciclaje de RS | \$/Ton | Diagnóstico del sistema de limpia |
| | Costo de disposición final de RS | \$/Ton | |

Fuente: TAAF Consultoría Integral S. C.

2.2 Alternativas para la disminución de GEI en actividades del MIRS

Una vez realizado el levantamiento de información necesario para la determinación del estado actual respecto a la emisión de GEI, se proponen de manera inicial las siguientes actividades:

- La reducción de la generación de residuos,
- El reciclaje de residuos sólidos,
- La prohibición de la quema incontrolada de residuos sólidos,
- El aprovechamiento de la materia orgánica
- El aprovechamiento del metano en los sitios de disposición final

Estas medidas iniciales pueden componer el escenario optimizado -sin proyecto- de los subsistemas de tratamiento y disposición final, previa aplicación de las alternativas de reducción específicamente diseñadas, en función de la problemática identificada.

2.3 Alternativas de mitigación generales

Las alternativas generales, pueden ser aplicadas en cualquiera de los subsistemas analizados (tratamiento y disposición final), de manera individual o como combinaciones de varias de ellas, dependiendo de los objetivos perseguidos, pero principalmente de la disponibilidad de recursos para cubrir los costos que implican.

Alternativas de mitigación para los subsistemas de recolección, tratamiento y disposición final.

- Reducción del consumo de combustible
- Incorporación de nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente
- Mantenimiento general de los equipos, vehículos y maquinaria
- Cumplimiento de la normatividad ambiental existente
- Incorporación de sistemas de gestión ambiental (p.ej. normas internacionales como la ISO 14000)
- Incorporación de mejores prácticas ambientales aplicables

Fuente: TAAF Consultoría Integral S. C.

A continuación se detalla cada una de ellas:

2.3.1 Reducción del consumo de combustible

En cualquiera de los subsistemas de interés, es recomendable la reducción en el consumo de combustibles fósiles. Para lograrlo, debe analizarse cuál sería el procedimiento más adecuado, revisando los consumos actuales.

Otros aspectos relevantes que deben ser revisados son las características de las tecnologías utilizadas, el rendimiento del personal operativo encargado, los costos asociados y las barreras que podrían impedir la reducción en el consumo de combustible.

En este caso, la prevención es una de las mejores alternativas para la reducción de consumo de combustible. Si se vigila el consumo de los vehículos y maquinaria, al observar un aumento repentino de consumo de combustible, se puede reparar el

fallo rápidamente, si se tratase de una avería mecánica.

En esta línea, el respeto y seguimiento de los periodos de mantenimiento programados deben ser el recomendado por los fabricantes de los equipos. Otra práctica sencilla, que puede disminuir el consumo de combustible es la verificación de la presión de los neumáticos (presión que el fabricante especifica). Las llantas mal infladas provocan un mayor consumo de combustible (hasta el 5% del combustible del vehículo al aumentar la resistencia); por lo que mantener un neumático bien inflado alarga su vida al evitar el desgaste prematuro. Respecto a estos elementos, es de importancia que las ruedas estén correctamente alineadas, ya que una mala alineación supone hasta un 9% extra de consumo de combustible.

2.3.2 Incorporación de nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente.

Si se considera la compra de vehículos y maquinaria con periodos de vida útil extensos, con mayores eficiencias y equipados con tratamiento de gases de escape, se podrá reducir la cantidad de emisiones de GEI.

A su vez, considerar la compra de lubricantes, desengrasantes y abrillantadores en recipientes que no sean aerosoles, reduce la probabilidad de emitir CFC's, que dañan la capa de ozono. Se recomienda evitar al máximo los aceites lubricantes de baja calidad, ya que, a mejor calidad del aceite, mejor funcionamiento y rendimiento del vehículo, y por consiguiente menor gasto de combustible.

2.3.3 Mantenimiento general

Se debe programar el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y maquinaria de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el fabricante con refacciones originales e insumos de calidad que garantizan una operación confiable.

De acuerdo a la cantidad del parque vehicular y de maquinaria se debe considerar el contar con un taller y personal necesario que forme parte de la estructura municipal en vez de contratar los servicios de terceros, lo cual asegura un mejor servicio de mantenimiento a un menor costo.

2.3.4 Cumplimiento de la Normatividad Ambiental

Se debe garantizar el cumplimiento a las normas ambientales de cada país, en la construcción, operación de los subsistemas de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

En la normatividad aplicable a vehículos y maquinaria se establecen los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, por lo cual su cabal cumplimiento contribuye a la reducción de GEI.

2.3.5 Incorporación de sistemas de gestión ambiental

Organizaciones públicas y privadas están cada vez más preocupadas por lograr y demostrar un sólido desempeño ambiental controlando el impacto de sus actividades, productos o servicios sobre el medio ambiente, teniendo en cuenta su política y objetivos ambientales. Hacen esto, en el contexto de una legislación estricta, del desarrollo de políticas económicas que tienden a la disminución de

residuos sólidos generados y otras medidas para alentar la protección ambiental.

Las normas sobre gestión ambiental de la serie NC-ISO 14000 están destinadas a proporcionar a las organizaciones los elementos de un sistema de gestión ambiental (SGA) efectivo, que puede ser integrado con otros requisitos de gestión, para ayudarlas a alcanzar sus metas ambientales y económicas (ISO 9000, OSHA 18000).

La norma NC-ISO 14001 especifica los requisitos para un SGA, que permita a una organización formular su política y sus objetivos, teniendo en cuenta los requisitos legales y la información relativa a los impactos ambientales significativos. Esta norma, se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización puede controlar y sobre los que puede esperarse que tenga influencia.

El alcance de la norma comprende:

- 1) Establecer la documentación normativa, regulativa y legal en que debe basarse el SGA.
- 2) Describir los procedimientos que son aplicables a las actividades de producción, servicios, inversiones.
- 3) Aplicar a aquellos aspectos ambientales que la Organización puede controlar y sobre los que puede esperarse tenga influencia.

Como puede observarse, la implementación y cumplimiento de esta norma, ayudaría en la reducción de GEI, tomando en cuenta que en ella deben documentarse todas las actividades tendientes a la reducción de las emisiones a la atmósfera, descarga de aguas residuales o generación de residuos sólidos.

2.3.6 Incorporación de mejores prácticas ambientales disponibles

Al iniciar acciones para minimizar ya sea los residuos sólidos o las emisiones de GEI, generalmente se plantea como un paso necesario el cambio técnico de los procesos, p.ej. la sustitución de materiales, modificaciones en los equipos o diseño de nuevos productos. Sin embargo existe la opción de reducir el impacto ambiental negativo (emisiones de GEI) a través de cambios en la organización de los procesos y actividades; es decir, a través de la implementación de buenas prácticas ambientales.

“Las Buenas Prácticas” son útiles tanto por su simplicidad y costos bajos de adopción, como por los resultados que se obtienen. Esta alternativa se sustenta, sobre todo, en cambios en la actitud de las personas encargadas del manejo y en la organización de las acciones no operativas asociadas al manejo de los residuos. Al necesitar una baja inversión, su rentabilidad es alta y, al no afectar a los procesos, son bien aceptadas, debiendo ser evaluado en sitio y para cada caso en particular sus beneficios reales.

2.4 Estudios Propuestos

Las condiciones de los subsistemas de tratamiento y disposición final, la disponibilidad de información sobre ellos, entre otros factores, pueden frenar la obtención de datos de calidad

suficiente para el diseño de alternativas en la etapa de diagnóstico. En este caso, se recomienda la gestión y ejecución de los siguientes estudios específicos:

2.4.1 Inventario de Emisiones de GEI.

Fuentes móviles

Las fuentes móviles estarán representadas por los vehículos empleados, los cuales tienen emisiones de GEI debido a la quema de combustible. En términos generales, los vehículos empleados en el manejo de residuos sólidos se pueden agrupar dentro del siguiente concepto:

- o Camiones para servicio pesado. Habitualmente el peso bruto del vehículo oscila entre los 3,500 y los 3,900 kg o más para camiones pesados.

Fuentes fijas

Las fuentes fijas analizadas serán:

- Las instalaciones y equipos requeridos en el subsistema de tratamiento.
- El sitio de disposición final, intentando evaluar las emisiones fugitivas de biogás.

2.4.2 Estudio de mitigación mediante medidas de eficiencia energética

Después de identificar a las fuentes emisoras de GEI, se procede a analizar una matriz energética por tipo de fuente, con la finalidad de identificar en dónde se encuentra la mayor emisión y el diagnóstico del consumo de energía.

En el estudio deberán analizarse las normas referentes a la eficiencia energética a nivel nacional. Deberán identificarse si existen iniciativas por parte del municipio, anteriores a la propuesta actual y cuáles fueron los resultados de estos análisis previos, para determinar las posibilidades de implementación de las medidas de eficiencia energética.

Las medidas que producen ahorros de energía y emisiones GEI con costos marginales económicamente viables, son las asociadas a sustitución de equipamiento de iluminación; sin embargo lo más adecuado es realizar el análisis en cada instalación donde se quiera llevar a cabo las medidas.

Aunque la aplicación de energías renovables resulta atractiva al momento de plantear nuevas instalaciones amigables con el medio ambiente, se deberá buscar, en primer lugar, la implementación de medidas destinadas a la reducción del consumo energético (soluciones arquitectónicas, tecnologías eficientes de energía), en una nueva construcción, y en los que ya están construidos se deberá realizar un análisis para reducir la emisión de GEI.

Desde el punto de vista de la implementación de estrategias para la mitigación de GEI, la cogeneración conduce a un ahorro en la combustión de recursos primarios, y por ende la reducción del impacto ambiental, a través de la sustitución de equipos.

2.4.3 Estudio para Composta

En este estudio es conveniente evaluar, las tecnologías actuales para la

producción de composta, así como los beneficios ambientales, sociales, económicos, y las barreras que podrían impedir llevar a cabo un proceso de esta naturaleza. Es importante establecer a quien se entregaría el fertilizante obtenido, tiempos, forma de recolección, análisis de costos y beneficios para el municipio.

