Protocolo de Relleno Sanitario para México

Recolección y destrucción de metano
de los rellenos sanitarios

Versión 2.0 para la aprobación de la junta directiva

5 de octubre de 2022

Fecha de entrada en vigor: Prevista para el 5 de octubre de 2022

Reconocimientos

Personal (alfabético)

Versión 2.0	**Versiones anteriores**
Autores principales	Derik Broekhoff
Rachel Mooney	Max DuBuisson
	Tim Kidman
Autores de apoyo	Margarita Parra
Craig Ebert	Heather Raven
Judy Gallegos	Derek Markolf
Kristen Gorguinpour	Leticia Ozawa
Amy Kessler	

Grupo de Trabajo

La lista de miembros del grupo de trabajo que figura a continuación incluye a todas las personas y organizaciones que han asesorado a la Reserva en la elaboración de este protocolo. Su participación en el proceso de la Reserva se basa en su experiencia técnica y no constituye una aprobación del protocolo final. La Reserva toma todas las decisiones técnicas finales y aprueba el contenido final del protocolo. Tenga en cuenta que no todos los miembros han participado en todos los procesos de revisión del protocolo y que las afiliaciones pueden haber cambiado. Para más información, véanse las secciones 4.2.1 y 4.3 del Manual del Programa de Compensación de la Reserva.

Cappy Mex
Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)
Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) (BCSD-México) – Programa GEI México
Consulting Pechan
CYSTE
Ecosecurities
Estado de Chihuahua
Estado de Coahuila
Estado de Nuevo Leon
Estado de Sonora
ETEISA
Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)
Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)
Municipio de Chihuahua
Municipio de Nogales
Municipio de Nuevo Laredo
PASA
PROACTIVA
SCS Engineers
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

SEISA
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
SEMARNAT – Programa GEI México
SIMEPRODE
Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental
TECMED
U.S. EPA M2M (Methane to Markets)
Universidad Autonoma Baja California

Tabla de Contenidos

1 Introducción 3
2 Proyecto de Reducción de GEI 4
2.1 Antecedentes 4
2.2 Definición del Proyecto 4
2.3 El Desarrollador del Proyecto 5
2.4 Otras Actividades para la Reducción de GEI en el Sector de los Residuos Sólidos 6
3 Reglas de Elegibilidad 7
3.1 Lugar 7
3.2 Fecha de Inicio del Proyecto 7
3.3 Período de Acreditación del Proyecto 8
3.4 Adicionalidad 8
3.4.1 La Prueba del Estándar de Desempeño 8
3.4.2 Límites a la acumulación de créditos 10
3.4.3 La Prueba de Requerimiento Legal 10
3.5 Cumplimiento Normativo 13
4 Límites de Estimación de los GEI 15
5 Cuantificación de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 20
5.1 Cuantificando las Emisiones de Línea Base 29
5.2 Cuantificando las Emisiones del Proyecto 37
6 Monitoreo del Proyecto 40
6.1 Requisitos de Monitoreo 40
6.1.1 Alternativa de Monitoreo Indirecto 44
6.2 Instrumento de QA/QC 45
6.3 Datos Faltantes 47
6.4 Parámetros de Monitoreo 47
7 Parámetros de Reporte 59
7.1 Documentación para la Presentación del Proyecto 59
7.2 Mantenimiento de Registros 59
7.3 Periodo de Reporte y Ciclo de Verificación 60
7.3.1 Periodos de Reporte 60
7.3.2 Periodos de verificación 61
7.3.3 Calendario de visitas de verificación 61
8 Orientación de Verificación 62
8.1 Estándar de Verificación 62

8.2 Plan de Monitoreo....63
8.3 Verificación de la Elegibilidad del Proyecto....63
8.4 Actividades Principales de Verificación....64
8.5 Elementos de Verificación del Proyecto de Rellenos Sanitarios de México....65
8.5.1 Elegibilidad del Proyecto y Emisión de CRT....65
8.5.2 Cuantificación de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero....67
8.5.3 Evaluación de Riesgos....68
8.5.4 Completando la Verificación....69
9 Glosario de Términos....70
10 Referencias....73
Anexo A Desarrollo del Umbral del Estándar de Desempeño....75
A.1. Análisis de las Prácticas Comunes – Estándar de Desempeño....75
A.2. Impacto de los Proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)....77
Anexo B Tablas de Factores de Emisión....79
Anexo C Directrices de Presentación de Datos....82

Lista de Tablas

Tabla 4.1. Resumen de Fuentes, Depósitos y Sumideros (SSR) Identificados.....17
Tabla 6.1. Datos de Monitoreo a ser Recolectados y Utilizados para Calcular las Reducciones de Emisiones 48
Tabla 8.1. Resumen de los Criterios de Elegibilidad 64
Tabla 8.2. Elementos de Verificación de Elegibilidad 66
Tabla 8.3. Elementos de Verificación de Cuantificación 67
Tabla 8.4. Elementos de Verificación de Evaluación de Riesgos 68
Tabla A.1. Definiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003…….....75
Tabla A.2. Evolución de los Sitios de Disposición Final de Residuos en México 76
Tabla A.3. Disposición de Residuos y Prácticas de Manejo de Biogás (2008) 76
Tabla A.4. Resumen de Información sobre los Proyectos de MDL en Rellenos Sanitarios de México (2009).....77
Tabla A.5. Detalle de los Proyectos MDL Registrados para Captura y Uso de Biogás de Rellenos Sanitarios en México (2009).....78
Tabla B.1. Emisión de Combustible Factores para Combustión Estacionaria y Móvil……..79
Tabla B.2. Valores Caloríficos Netos de Combustibles Fósiles en México 80
Tabla B.3. Eficiencias de Destrucción Predeterminadas para Dispositivos de Combustión.....81

Lista de Figuras

Figura 4.1. Ilustración General del Límite de Estimación de los GEI 16
Figura 5.1. Organigrama para las Ecuaciones de la Sección 5 28
Figura 6.1. Disposición Sugerida de los Equipos de Medición de Biogás.....43

Lista de Ecuaciones

Ecuación 5.1. Reducciones Totales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 28
Ecuación 5.2. Ajuste del Flujo de Gas de Relleno Sanitario por Temperatura y Presión 29
Ecuación 5.3. Cálculo de las emisiones de línea base 31
Ecuación 5.4. Total de las Emisiones de Metano Destruidas 32
Ecuación 5.5. Ajuste de línea base por destrucción en el escenario de línea base 33
Ecuación 5.6. Cálculo del ajuste de la línea base para la destrucción de una antorcha calificada en un relleno sanitario cerrado.....34
Ecuación 5.7 Cálculo del ajuste de línea base para los dispositivos que no cumplen los requisitos 35
Ecuación 5.8. Ajuste de Línea Base para la Destrucción en el Panorama de Línea Base.....35
Ecuación 5.9. Cálculo de emisiones del proyecto 37
Ecuación 5.10. Cálculo de las emisiones del proyecto por el uso de combustibles fósiles 38
Ecuación 5.11. Cálculo de las emisiones del proyecto por el uso de la electricidad 38
Ecuación 5.12. Cálculo de las emisiones del proyecto por el uso de gas natural suplementario 39

Abreviaturas y Siglas

ACF	Pies cúbicos reales
Biogás	Gas del relleno sanitario
BTU	Unidad térmica británica (BTU, por sus siglas en inglés)
CH_4	Metano
CO_2	Bióxido de carbono
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano
EPA	Agencia de Protección Ambiental De Los EE.UU.
GEI	Gases de efecto invernadero
GLP	Gas licuado de petróleo
GN	Gas natural
GNC	Gas natural comprimido
GNL	Gas natural licuado
INE	Instituto Nacional De Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático por sus siglas en inglés
MDL	Mecanismo para un desarrollo limpio
MG	Megagramo (1,000,000 gramos o una tonelada, o “t”)
N_2O	Oxido nitroso
NOM-083	Norma Oficial Mexicana 083 – SEMARNAT 2003
m^3_s	Metros cúbicos estándar (20ºC A 1 atm)
m^3	Metros cúbicos
PCR	Pies cúbicos reales
PCG	Factor Potencial de Calentamiento Global de metano al equivalente de dióxido de carbono
PCS	Pies cúbicos estándar a 0°C y 1 atm
RSM	Residuos sólidos municipales
SENER	Secretaría de Energía

SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
J	Joules o Julios. Un gj es un giga joule ósea 10^9 J
QA/QC	Aseguramiento de Calidad/Control de Calidad (QA/QC por sus siglas en inglés)

1 Introducción

El Protocolo de Proyectos en Relleno Sanitario de la Reserva de Acción Climática (la Reserva) ofrece una guía para registrar, reportar y verificar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas con la instalación de un sistema de recolección y destrucción del gas metano de un relleno sanitario. Este protocolo está designado a garantizar una cuantificación completa, coherente, transparente, precisa y conservadora de las reducciones de emisiones de GEI asociadas a un proyecto de relleno sanitario.[1]

La Reserva es un programa internacional de créditos que asegura la integridad, transparencia y valor financiero dentro del mercado de carbono de Norte América. Esto lo logra a través del desarrollo de estándares de calidad regulatoria para el desarrollo, cuantificación y verificación de proyectos de reducción de emisiones de GEI en Norte América, emitiendo créditos generados por proyectos, y dándole seguimiento a la transacción de créditos en un tiempo determinado de una manera transparente y con un sistema que está disponible al público. El cumplimiento de los estándares de la Reserva asegura que las remociones de GEI asociadas con los proyectos sean reales, adicionales, y cumplen con criterios estrictos de permanencia, brindando confianza sobre los beneficios ambientales, credibilidad, y eficiencia en los mercados de carbono.

El 15 de agosto de 2008, el Estado de California y los Estados fronterizos de Baja California, Sonora, Nuevo León, Tamaulipas, Chihuahua y Coahuila, trabajando junto con Pacific Gas & Electric Company y Climate Action Reserve, firmaron un Memorando de Entendimiento (MOU) llegando a un acuerdo para trabajar cooperativamente para desarrollar protocolos de cuantificación y verificación de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en México. Este acuerdo dio lugar a un proceso público, estimulado por las partes interesadas en la primera mitad de 2009 a la cual el Protocolo de Proyectos en Rellenos Sanitarios de los Estados Unidos fue adaptado para su uso en México. La versión 1.0 del Protocolo de Proyectos en Rellenos Sanitarios en México fue adoptada el 01 de julio de 2009.

Los desarrolladores de proyectos que instalan tecnologías para la captura y destrucción del gas de relleno sanitario utilizan este documento para cuantificar y registrar las reducciones de GEI en la Reserva. Este protocolo provee reglas de elegibilidad, métodos para calcular las reducciones, instrucciones para monitorear el desempeño, y procedimientos para reportar la información de los proyectos a la Reserva. Además, todos los reportes de los proyectos son verificados por los verificadores autorizados de la Reserva. Las pautas que utilizan los verificadores para comprobar las reducciones se encuentran en el Manual de Programa de Verificación de la Reserva y en la Sección 8 de este protocolo.

Los desarrolladores de proyectos deben cumplir con todos los reglamentos locales, estatales y federales sobre los residuos sólidos municipales (RSM), y sobre la calidad del aire y el agua para poder registrar las reducciones de GEI en la Reserva. Para registrar las reducciones de GEI en la Reserva, los desarrolladores de proyectos no necesitan registrar un inventario anual de GEI a nivel de entidad de sus operaciones con RSM.

[1] Véase el Protocolo de GEI del WRI/WBCSD para la Contabilidad de Proyectos (Parte I, Capítulo 4) para una descripción de los principios de contabilidad de GEI.

2 Proyecto de Reducción de GEI

2.1 Antecedentes

Los rellenos sanitarios son usados como método de disposición final de los residuos sólidos. En México alrededor del 57% de los residuos sólidos municipales se depositan en rellenos sanitarios. Los datos disponibles del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para el periodo de 1996 a 2006 muestran un aumento de la disposición de residuos en rellenos en todo el país en los últimos años.[2]

En los rellenos sanitarios las bacterias descomponen la materia orgánica. Uno de los productos tanto de la descomposición bacteriana, como de la oxidación de los residuos sólidos, es el gas de relleno sanitario o biogás, que está compuesto por metano (CH_4) y bióxido de carbono (CO_2) en concentraciones casi iguales, así como por menores cantidades de nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) y otros gases. Si no se recolecta y destruye, con el tiempo, este gas se libera a la atmósfera. De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología encargado de elaborar los inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, los rellenos sanitarios representaron el 24% del total de emisiones de CH_4 de México en el 2002. Las emisiones de GEI por esta categoría, en CO_2 equivalente, tuvieron un incremento de 96% respecto a 1990, como resultado del incremento en la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios. [3]

Existe una gran incertidumbre con respecto a la cantidad real de emisiones fugitivas de metano de los rellenos sanitarios. Por lo tanto, este protocolo no está dirigido a las emisiones fugitivas de metano de rellenos sanitarios, sino que hace referencia al metano que se captura y destruye adicionalmente a los requisitos Reglamentarios.

2.2 Definición del Proyecto

Para el propósito de este protocolo, el proyecto de reducción de gases de efecto invernadero es el uso de un dispositivo de clasificación elegible para destruir gas metano recogido en un relleno sanitario elegible. Un relleno sanitario elegible es uno que:

1. No está sujeto a regulaciones u otros requisitos legales que requieran la destrucción del gas metano; y
2. No es un biorreactor, tal como se define por la EPA de los Estados Unidos: "un relleno sanitario MSW o parte de un relleno sanitario MSW donde cualquier líquido que no sea lixiviados (lixiviado incluye gas condensado de rellenos sanitarios) se agrega de forma controlada en la masa de residuos (a menudo en combinación de recirculación de lixiviados) para llegar a un contenido de humedad promedio mínimo de al menos 40 por ciento en peso para acelerar o mejorar la biodegradación anaeróbica (sin oxígeno) de los residuos"[4]; y
3. No agrega ningún líquido que no sea lixiviado en la masa de residuos de forma controlada.

[2] INEGI 2009. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Residuos. http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=6116 (Consulta Marzo 2009)
[3] INE, 2006. Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. http://www.ine.gob.mx/cclimatico/comnal3.html
[4] 40 CFR 63.1990 and 40 CFR 258.28a.

El gas del relleno sanitario capturado podrá ser destruido *in situ*, transportado para su uso fuera del sitio (ej: a través de las tuberías de transmisión o distribución), o utilizado como fuente de energía para los vehículos. Independientemente del uso que le den los desarrolladores del proyecto al gas del relleno sanitario capturado, para que el proyecto sea elegible y pueda registrar las reducciones de GEI bajo este protocolo, el destino final del metano debe ser su destrucción.[5] Los quemadores pasivos no califican como dispositivos de destrucción para este protocolo.

Los sistemas de recolección y destrucción del gas del relleno sanitario generalmente están compuestos por pozos de extracción, tuberías colectoras, bombas de vacío, y otras tecnologías que permiten y/o mejoran la recolección del gas del relleno sanitario y lo conducen a la tecnología de destrucción. En algunos rellenos sanitarios, el gas se destruye solo mediante un quemador. En el caso de proyectos que utilizan tecnologías de energía o calor de proceso para aprovechar el gas del relleno sanitario, como turbinas, motores recíprocos, calderas, calentadores u hornos, y celdas de combustible, estos dispositivos constituyen la tecnología de destrucción del gas. La mayoría de los proyectos que producen energía o calor de proceso también utilizan un quemador para destruir el gas durante los períodos en que el proyecto de utilización de gas está fuera de servicio por reparaciones o mantenimiento.

El arreglo para el uso directo por otro usuario final, que comprenda el entubado del gas de relleno sanitario para ser destruido en otras instalaciones o industrias, es también un proyecto aceptable para la destrucción del gas del relleno sanitario. Para los casos de uso directo, los acuerdos entre el desarrollador del proyecto y el usuario final del gas de relleno sanitario (ej: un cliente industrial que compra el gas de relleno sanitario al desarrollador del proyecto), deben incluir una cláusula legalmente vinculante que asegure que las reducciones de GEI no serán reclamadas por más de una parte.

Además de reducir el metano, la instalación y operación de un sistema de recolección y destrucción de gas de relleno sanitario puede afectar las emisiones antropogénicas de bióxido de carbono y metano asociadas con el consumo de electricidad y combustibles fósiles. Dependiendo de las circunstancias particulares del proyecto, este efecto puede aumentar o disminuir las emisiones operativas de GEI. La Sección 4, Límites de Estimación de los GEI, describe el alcance del marco de registro.

2.3 El Desarrollador del Proyecto

El "desarrollador del proyecto" es una entidad que tiene una cuenta activa en la Reserva, presenta un proyecto para ser anunciado y registrado con la Reserva y es responsable de todos los informes y de las verificaciones del proyecto. Los desarrolladores del proyecto pueden ser operadores de instalaciones de rellenos sanitarios, desarrolladores del proyecto de gases de efecto invernadero u otras entidades tales como municipios o las empresas de gestión de residuos.

En todos los casos, el desarrollador del proyecto debe atestiguar a la Reserva que tiene reclamación exclusiva de las reducciones de gases de efecto invernadero. Cada vez que se verifica un proyecto, el desarrollador del proyecto debe certificar que no haya otras entidades informando o reclamando (por ejemplo, para fines de notificación voluntaria o cumplimiento

[5] Es posible que, en cierto momento, se pueda llegar a usar el biogás para la fabricación de productos químicos. Sin embargo, dada la escasa cantidad de estos proyectos, si es que existe alguno, este tipo de proyecto no está contemplado en este protocolo.

regulatorio) las reducciones de gases de efecto invernadero causadas por el proyecto.[6] La Reserva no emitirá CRTs para reducciones de gases de efecto invernadero que sean reportadas o reclamadas por entidades que no sean los desarrolladores del proyecto (por ejemplo, generadores de residuos, rellenos sanitarios o municipios no designados como el desarrollador del proyecto).

2.4 Otras Actividades para la Reducción de GEI en el Sector de los Residuos Sólidos

La Reserva reconoce que los desarrolladores de proyectos pueden implementar una variedad de actividades relacionadas con la recolección, transporte, clasificación, reciclaje y eliminación de residuos sólidos; instalar tecnología para capturar y destruir el metano de los rellenos sanitarios es uno de los muchos proyectos de reducción de gases de invernadero que pueden darse en el sector de los residuos sólidos.

Sin embargo, las actividades para reducir los GEI no relacionadas con la instalación de un sistema de recolección y destrucción de gas de relleno sanitario no se incluyen dentro de la definición de proyecto de reducción de GEI de este protocolo. Asimismo, la producción de energía para la red eléctrica, que deriva en el reemplazo de las emisiones de GEI de las plantas de energía que operan con combustible fósil, constituye una actividad del proyecto de GEI complementaria y diferente a la destrucción del gas metano de los rellenos sanitarios y no está incluida en este momento dentro del marco de registro de este protocolo.

[6] Esto se hace firmando la Certificacion de Titulacion de la Reserva, disponible en: http://www.climateactionreserve.org/how/projects/register/project-submittal-forms/

3 Reglas de Elegibilidad

Los desarrolladores de proyectos que utilizan este protocolo deben cumplir con las siguientes reglas de elegibilidad para registrar las reducciones con la Reserva. Estos criterios se aplican solo a los proyectos que se ajustan a la definición de proyecto de reducción de GEI definido en la sección 2.

Regla de Elegibilidad I:	Lugar	→	*México*
Regla de Elegibilidad II:	Fecha de Inicio del Proyecto	→	*No más de doce meses antes de la presentación del proyecto*
Regla de Elegibilidad III:	Periodo de Acreditación	→	*Las reducciones de emisiones sólo pueden reportarse durante el periodo de acreditación; el periodo de acreditación puede renovarse dos veces*
Regla de Elegibilidad IV:	Adicionalidad	→	*Cumplir el estándar de desempeño*
		→	*Evite exceder límites del apilamiento de créditos*
		→	*Superar los requisitos legales*
Regla de Elegibilidad V:	Cumplimiento Regulatorio	→	*Cumplir los requisitos reglamentarios*

3.1 Lugar

Todos los proyectos en rellenos sanitarios localizados de México son elegibles para registrar reducciones en la Reserva. El análisis de las prácticas en rellenos sanitarios, que sirvió de base para estándares de desempeño (Sección 3.4.1), abarcó las operaciones de rellenos sanitarios dentro de México. Por lo tanto, la Reserva calculará las reducciones de GEI de todos los proyectos con base en México que sigan los lineamientos indicados en este protocolo de la misma manera.

3.2 Fecha de Inicio del Proyecto

La fecha de inicio del proyecto deberá ser definida por el desarrollador del proyecto, pero debe ser de no más de 90 días después de que el gas del relleno sanitario sea destruido primero en un dispositivo de destrucción del proyecto, independientemente de si hay suficientes datos de monitoreo disponibles para las reducciones de informes. La fecha de inicio se define en relación con la destrucción de metano, no por otras actividades que puedan estar asociadas con el inicio del proyecto o su desarrollo. Los proyectos están obligados a ser presentados para ser anunciados dentro de 12 meses de estar en funcionamiento. [7] Aquellos que no sean anunciados dentro de este período de 12 meses se considerarán no adicionales y serán excluidos de ser elegibles. Siempre pueden presentarse proyectos para ser anunciados por la Reserva antes de su fecha de inicio. Los proyectos con destrucción previa que han estado inactivos pueden ser autorizados a volver a entrar en línea bajo el Protocolo de Relleno Sanitario de México siempre y cuando el desarrollador del proyecto pueda demostrar que el

[7] Un proyecto se considera "presentado" cuando el desarrollador del proyecto haya finalizado y presentado el formulario de Presentación del Proyecto, disponible en el sitio Web de la Reserva.

proyecto aún puede ser considerado adicional. La Reserva se reserva el derecho de determinar si el proyecto es elegible. Póngase en contacto con la Reserva antes de presentar el proyecto para determinar la elegibilidad de un proyecto inactivo.

3.3 Período de Acreditación del Proyecto

La Reserva emitirá CRTs para reducciones de gases de efecto invernadero cuantificado y verificado utilizando este protocolo por un período de diez años después de la fecha de comienzo del proyecto. Sin embargo, la Reserva dejará de emitir CRTs para reducciones de gases de efecto invernadero si en cualquier momento en el futuro la destrucción de gas de rellenos sanitarios es legalmente requerida en el relleno sanitario. Si un proyecto elegible ha comenzado la operación en un relleno sanitario que más tarde estará sujeto a una regulación, ordenanza o condición permitente que requiera la instalación y operación de un sistema de control de gases de rellenos sanitarios, la Reserva emitirá CRTs para las reducciones de gases de efecto invernadero alcanzadas hasta la fecha en que el sistema de control de gases de rellenos sanitarios está legalmente obligado a estar en funcionamiento.

El período de acreditación del proyecto comienza en la fecha de inicio del proyecto independientemente de si hay suficientes datos de vigilancia disponibles para verificar las reducciones de gases de efecto invernadero. Si un desarrollador de proyecto desea solicitar la elegibilidad bajo otro período de acreditación de 10 años, debe hacerlo no antes de seis meses antes del final del período de acreditación anterior.

Un proyecto puede ser elegible para un período de acreditación renovado incluso si el proyecto no ha mantenido una información continua hasta el momento de solicitar la renovación del período de acreditación, siempre que el desarrollador del proyecto elija tomar un período de reporte de cero créditos para cualquier período en el que no se haya mantenido una información continua. El período de acreditación renovado comenzará el día siguiente a la fecha de finalización del período de acreditación anterior. Un proyecto sólo puede solicitar un máximo de tres períodos de acreditación.

3.4 Adicionalidad

La Reserva se esfuerza para apoyar sólo los proyectos que produzcan excedentes de reducciones de gases de efecto invernadero que sean adicionales a lo que podría haber ocurrido de lo contrario. Esto significa, las reducciones son más allá de "negocios como de costumbre," el caso de la línea base. Los desarrolladores del proyecto cumplen la norma de elegibilidad de “adicionalidad” aprobando dos pruebas:

1. La Prueba del Estándar de Desempeño
2. La Prueba de Requerimiento Legal

3.4.1 La Prueba del Estándar de Desempeño

Los desarrolladores de proyectos pasarán la Prueba del Estándar de Desempeño cuando alcancen un umbral de desempeño para todo el programa (es decir, un estándar de desempeño establecido de antemano aplicable a todos los proyectos de rellenos sanitarios). El umbral de desempeño representa “un desempeño mejor que el habitual.” Si el proyecto alcanza este umbral, entonces excederá el desempeño habitual y generará reducciones de GEI adicionales o excedentes.

Para este protocolo, la Reserva utiliza un umbral de cambio de prácticas que se centra en el escenario de línea base y en los cambios realizados en el escenario del Proyecto. El

desarrollador de proyectos pasará la Prueba del Estándar de Desempeño si se trata de una de las siguientes actividades:

1. Instalación de un sistema de recolección de gas de rellenos sanitarios y un nuevo dispositivo de destrucción calificativo en un relleno sanitario elegible donde el gas del relleno sanitario nunca ha sido recolectado y destruido de forma alguna antes de la fecha de inicio del proyecto.

2. Instalación de un nuevo dispositivo de destrucción calificativo en un relleno sanitario elegible donde actualmente se recolectan y ventilan el gas del relleno sanitario, pero nunca ha sido destruido de forma alguna antes de la fecha de inicio del proyecto.

3. Instalación de un nuevo dispositivo de destrucción calificativo en un relleno sanitario elegible donde el gas del relleno sanitario fue recogido y destruido en algún momento antes de la fecha de inicio del proyecto utilizando:
    a. Un dispositivo de destrucción no calificativo (por ejemplo, llamarada pasiva); o
    b. Un dispositivo de destrucción que no es elegible bajo el protocolo (por ejemplo, un dispositivo destrucción instalado antes de la fecha de inicio del primer proyecto permitida o un dispositivo de destrucción instalado con o sin medición antes de la instalación de un nuevo dispositivo de destrucción).

Los dispositivos de destrucción que fueron instalados temporalmente y utilizados sólo con fines piloto o de prueba, específicamente en previsión del proyecto de GEI, no serán considerados para determinar la elegibilidad o cuantificación del proyecto. Los dispositivos sólo podrán ser excluidos en virtud de esta disposición si fueron instalados como precursores directos de la actividad del proyecto con el fin de recopilar información o determinar la viabilidad del proyecto. Deben presentarse pruebas verificables de esta intención, como facturas de los dispositivos, acuerdos de servicio o datos de seguimiento. Los cambios en la propiedad del vertedero, o en la propiedad de los dispositivos de destrucción, no se tienen en cuenta a la hora de determinar las prácticas anteriores de gestión del gas del vertedero. Si el gas de vertedero ha sido recogido y destruido previamente (en las celdas del proyecto) por una parte distinta del desarrollador del proyecto, sigue calificándose como recogida y destrucción "anteriores".

En los supuestos 1), 2) y 3) anteriores, la ampliación de un pozo existente constituye una ampliación del sistema y no el inicio de un nuevo proyecto. La ampliación de un campo de pozos es elegible como un proyecto nuevo e independiente sólo si cumple las condiciones descritas en el escenario (4). En estos casos, la ampliación de un pozo inicia un nuevo período de acreditación. El umbral de cambio de práctica se aplica a partir de la fecha de inicio del proyecto y se evalúa durante la verificación inicial del proyecto.

Todos los proyectos que pasen esta prueba serán elegibles para registrar reducciones en la Reserva durante la vigencia del período de crédito del proyecto, aun cuando la Prueba del Estándar de Desempeño se modifique en la mitad del período. Si un proyecto se actualiza a una versión más reciente del protocolo para una verificación posterior, debe cumplir la Prueba del Estándar de Desempeño de esa versión del protocolo, aplicado a partir de la fecha de inicio original del proyecto. Si se presenta un proyecto para renovar el periodo de acreditación, está sujeto a la Prueba del Estándar de Desempeño en la versión más reciente del protocolo en ese momento, aplicado a partir de la fecha de inicio original del proyecto.

3.4.2 Límites a la acumulación de créditos

Cuando se buscan múltiples formas de créditos de incentivo para una misma actividad en una misma instalación o en un mismo terreno, con cierto solapamiento temporal entre los diferentes créditos o pagos, se habla de "apilamiento de créditos". Según este protocolo, el apilamiento de créditos se define como la recepción tanto de créditos de compensación como de otros tipos de créditos de mitigación para la misma actividad en áreas espacialmente superpuestas (es decir, en el mismo vertedero). Los créditos de mitigación son cualquier instrumento emitido con el fin de compensar los impactos ambientales de otra entidad, como las emisiones de GEI, o el desplazamiento de las emisiones de combustibles fósiles de las aplicaciones de transporte, por nombrar algunos.

Se recomienda encarecidamente a los desarolladores de proyectos que se pongan en contacto con la Reserva lo antes posible cuando consideren la posibilidad de acumular créditos. Además, deben revelar cualquier pago de este tipo a la Reserva en el momento de la inclusión en la lista y al organismo de verificación y a la Reserva en el momento de la verificación. La Reserva se reserva el derecho de determinar si se ha producido o se está produciendo el apilamiento, y si éste afectaría a la elegibilidad del proyecto.

La Reserva ha identificado oportunidades de mercado para la transformación del gas de vertedero en combustibles de alto contenido en unidad térmica británica (BTU, por sus siglas en inglés) que proporcionan un incentivo suficiente para plantear problemas de adicionalidad. Entre estas oportunidades se encuentran la Norma de Combustibles Renovables (RFS, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos y la Norma de Combustibles Bajos en Carbono (LCFS, por sus siglas en inglés) de California, en las que el incentivo del carbono es a menudo órdenes de magnitud mayor que el proporcionado por la venta de créditos de compensación. El análisis revela que la fuerza de estos incentivos está impulsando la inversión en proyectos de gas de vertedero en la actualidad, y que dichos proyectos pueden considerarse "habituales", sin la presencia adicional de ingresos por compensación de carbono. Por lo tanto, los proyectos que reciban créditos de mitigación por convertir el gas de vertedero en combustibles de alto contenido en BTU no podrán recibir créditos de compensación durante el mismo período de tiempo en virtud de este protocolo.

Si un proyecto de vertedero pasa a informar bajo uno de estos estándares de combustible, pero desea recibir CRTs en futuros periodos de reporte, el proyecto debe mantener un informe continuo con la Reserva bajo el Protocolo de Rellenos Sanitarios en México. Para mantener el reporte continuo, el desarrollador del proyecto debe presentar un formato de Reconocimiento y Elección del Periodo de Reporte de Cero Créditos y un reporte de monitoreo a más tardar seis meses después del final de cada periodo de reporte relevante bajo la otra norma de combustible.

3.4.3 La Prueba de Requerimiento Legal

Todos los proyectos deben pasar una Prueba de Requerimiento Legal para garantizar que las reducciones de GEI logradas por el proyecto no se habrían obtenido en virtud de los reglamentos y leyes federales, estatales o locales, u otros mandatos jurídicamente vinculantes. Los proyectos aprueban la Prueba de Requerimiento Legal cuando no hay leyes, estatutos, reglamentos, órdenes judiciales, acuerdos de mitigación ambiental, condiciones permitentes u otros mandatos jurídicamente vinculantes que requieran la destrucción del metano de gas del relleno sanitario en el lugar del proyecto. Para satisfacer la Prueba de Requerimiento Legal, los desarrolladores del proyecto deben presentar un formato de Declaración de Implementación

Voluntaria firmada[8] antes de la iniciación de las actividades de verificación cada vez que se verifique el proyecto. Además, el Plan de Monitoreo del proyecto (Sección 6) debe incluir los procedimientos que seguirá el desarrollador del proyecto para determinar y demostrar que el proyecto en todo momento pasa la Prueba de Requerimiento Legal.

Los rellenos sanitarios que actualmente recolecten y destruyan el gas del relleno sanitario para cumplir con los reglamentos u otros mandatos legales, o que actualmente, de acuerdo a los reglamentos u otros mandatos legales deban instalar un sistema de control de gas del relleno sanitario en el futuro, no son elegibles para registrar nuevos proyectos con la Reserva. Los rellenos sanitarios que actualmente recolecten y destruyan el gas del relleno sanitario para cumplir con los reglamentos u otros mandatos legales no son elegibles para registrar las reducciones de gases de efecto invernadero asociadas con la instalación previa de los sistemas de control de gas durante la expansión de rellenos sanitarios a nuevas celdas.

Si un proyecto elegible comienza sus operaciones en un relleno sanitario que más tarde está sujeto a una regulación, ordenanza o condición que requiere la instalación de un sistema de control de gas del relleno sanitario, las reducciones de gases de efecto invernadero pueden presentarse a la Reserva hasta la fecha en que la instalación de un sistema de control de gas de relleno sanitario está legalmente obligada a estar en funcionamiento. Si se incluyen las emisiones de metano de los rellenos sanitarios bajo un límite de emisiones (por ejemplo, en virtud de un programa estatal o federal de límites máximos y comercio), las reducciones de las emisiones pueden también presentarse a la Reserva hasta la fecha que el límite de emisiones tenga efecto.

3.4.3.1 Reglamentos Federales

Existen varios reglamentos a nivel federal en México para el manejo de los residuos sólidos municipales y los rellenos sanitarios que influyen la elegibilidad de los proyectos de recolección y destrucción de metano como proyectos voluntarios de reducción de GEI. Le corresponden al nivel federal la conducción de la política nacional en materia de residuos, la promulgación de Leyes Generales y la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) con respecto al manejo integral de todos los tipos de residuos. Estos reglamentos incluyen:

- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 en su Artículo 115 enumera las responsabilidades y atribuciones de los municipios y dispone que éstos sean los encargados de ofrecer los servicios de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de la basura urbana. En el mismo artículo, la Constitución señala que los municipios deben cumplir con las normas y regulaciones en la materia emitidas por la Federación.

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en enero 1988 y con entrada en vigor a los tres meses, advierte que los residuos deben ser controlados en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos. Además, establece la necesidad de prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

- Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos; publicada en octubre de 2003, y con entrada en vigor en enero de 2004. Esta ley define los residuos

[8] Formulario de Verificación de Implementación Voluntaria, disponible en http://www.climateactionreserve.org/how/projects/register/project-submittal-forms/.

en tres categorías: peligrosos, de manejo especial y urbanos. La ley fomenta la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados.

- Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, con entrada en vigor en diciembre de 2004. La Norma provee especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Concretamente para el control del gas de relleno sanitario o biogás la NOM 083 es la única que establece especificaciones generales para su manejo. El artículo 7.2, dentro de características constructivas y operativas de los sitios de disposición final, menciona que se debe garantizar el control del biogás por medio de quema en pozos puntuales o por quemadores centrales. Este artículo aplica para rellenos sanitarios que reciban más de 10 tons/día. Al mismo tiempo y aunque las normas en México no son retroactivas, esta Norma establece también readecuación de los sitios de disposición existentes.[9]

Los desarrolladores del proyecto pasan la Prueba de Requisito Legal al demostrar:

1. Que aplican el ajuste para el cumplimiento de la Norma Mexicana Oficial NOM-083 descrita en la Ecuación 5.3 como $NOM_{descuento}$.

2. No existen regulaciones federales, estatales o regionales o requisitos permitentes que requieran que el relleno sanitario controle las emisiones o que requieran la instalación de un sistema de recolecta y destrucción de gas del relleno sanitario en la ubicación del proyecto.

3. Si se agrega un dispositivo de destrucción a un sistema de ventilación pasivo de gas de relleno sanitario, el reglamento, ordenanza o condición permitente que requiera el sistema de ventilación de gas del relleno sanitario, no requiere ningún tratamiento del gas de relleno sanitario ventilado.

4. El proyecto cumple con todas las regulaciones u ordenanzas federales, estatales y locales.

Si un proyecto elegible ha comenzado su operación en un relleno sanitario que posteriormente debe acatar una ley, norma, reglamento o permiso que exija la instalación de un sistema de control de gas de relleno sanitario, las reducciones de emisiones podrán ser reportadas en la Reserva hasta la fecha en que se exija legalmente la operación del sistema de control de gas de relleno sanitario. La Prueba de Requisito Legal debe aplicarse a cada verificación.

[9] Existen varias razones de índole técnica y de índole financiera para que en la práctica esta norma no esté adoptada y/o excedida en los rellenos sanitarios y sitios de disposición final en México. Entre las razones técnicas, se incluye el tamaño y diseño los pozos pre-existentes a la NOM083 2003 que imposibilita la instalación de quemadores; factores externos no considerados en el diseño como el régimen de vientos que apaga los mecheros; la intermitencia y bajo volumen en la producción de gas que no asegura el mechero encendido; y también el manejo de lixiviados en los rellenos que afecta la producción de biogás. La falta de recursos financieros es la otra razón encontrada para la falta de cumplimiento a cabalidad de la NOM083. Por otro lado, la norma no establece la cantidad mínima de gas que debe ser captada y quemada, ni las tecnologías especificas a ser usadas. Además, el nivel federal, como la SEMARNAT, encargado de emitir las normas técnicas no tiene mecanismos para penalizar los municipios que no adopten la norma.

3.4.3.2 Leyes Estatales y Reglamentos Municipales

A los estados les corresponde la formulación y conducción de la política estatal en materia de residuos, a través de la Ley Estatal de Medio Ambiente, la Constitución Política Estatal y los Programas Estatales en Materia de Residuos.

Entre las leyes estatales para residuos se pueden destacar:

- Ley para la gestión Integral de los Residuos del Estado de Querétaro, publicada en febrero de 2004
- Ley de Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Veracruz, publicada en junio de 2004
- Ley para la gestión Integral de los Residuos en el Estado y Municipios de Guanajuato, publicada en mayo de 2005
- Ley de los Residuos Sólidos de Estado de Colima, publicada en abril 2006
- Ley para la gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco, publicada en febrero de 2007
- Ley para la gestión Integral de los Residuos del Estado de Baja California, publicada en septiembre de 2007
- Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, publicada en octubre de 2007
- El Distrito Federal Ciudad de México, como entidad federativa y capital de los Estados Unidos Mexicanos, también tiene su Ley de Residuos Sólidos publicada en 2003

La mayoría de estas leyes estatales fomentan prácticas integrales de manejo y disposición de los residuos sólidos municipales e industriales, sin embargo, no establecen lineamentos y pautas específicas para el control de biogás de rellenos sanitarios. Algunas de las leyes, como la del Estado de Querétaro, mencionan como competencia del nivel federal establecer normas técnicas para el manejo del biogás. La Ley el Distrito Federal incluye evitar la disposición peligrosa de residuos sólidos que libere gases y provoque incendios.

Los Municipios tienen a su cargo las funciones de gestión integral de residuos sólidos urbanos, incluyendo la expedición de regulaciones jurídicas aplicables, así como el otorgamiento de autorizaciones y concesiones para llevar a cabo la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los mismos, el establecimiento del registro de grandes generadores y su participación tanto en el control, como en la aplicación de sanciones correspondientes. Algunos de los instrumentos legales incluyen La Ley Orgánica Municipal, Reglamentos de Limpia y Bandos de Policía y Buen Gobierno. Como en el caso de la legislación estatal, estos reglamentos municipales no incluyen pautas para el manejo y control del biogás y se concentran en la función de limpieza. Sin embargo, como está consignado en la constitución los municipios deben cumplir con las normas y regulaciones en la materia emitidas por la Federación, en este caso la NOM-083.

3.5 Cumplimiento Normativo

Como un último requisito de elegibilidad, los desarrolladores del proyecto deben certificar que el proyecto cumple materialmente con todas las leyes aplicables (por ejemplo, aire, calidad del agua, seguridad, etc.) antes de las actividades de verificación, comenzando cada vez que se verifique un proyecto. Los desarrolladores del proyecto tienen que divulgar por escrito al verificador todos los casos de incumplimiento del proyecto con la ley. Si un verificador considera que un proyecto se encuentra en un estado de incumplimiento recurrente o incumplimiento que es el resultado de negligencia o intención, entonces no se emitirán los CRTs para las reducciones de gases de efecto invernadero que se produjeron durante el

período de incumplimiento. El incumplimiento únicamente debido a problemas administrativos o de informe, o debido a “actos de la naturaleza”, no afectarán la acreditación de CRT.

Los proyectos que no cumplen con otras disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la NOM-083 con respecto a la calidad del aire o del agua en los sitios de disposición final (rellenos sanitarios y sitios controlados) no serán elegibles para registrar reducciones de GEI en la Reserva.

Cuando los proyectos estén ubicados en un mismo relleno sanitario y, en particular, cuando los proyectos compartan equipos o infraestructuras, corresponderá al desarrollador del proyecto demostrar que un incumplimiento de la normativa en el emplazamiento no es relevante para todos los proyectos. Los desarrolladores de proyectos deben ponerse en contacto con la Reserva para tratar los posibles problemas de incumplimiento de la normativa.

4 Límites de Estimación de los GEI

El Límite de Estimación de los gases de efecto invernadero describe las fuentes, depósitos y sumideros, (SSR) que deben evaluarse por los desarrolladores del proyecto para determinar el cambio neto de las emisiones de GEI causadas por un proyecto de relleno sanitario.

El Límite de Estimación de los gases de efecto invernadero para el proyecto incluye a todas las fuentes de emisión desde la operación del sistema de recolección de gas de relleno sanitario hasta la destrucción definitiva del gas.

Las emisiones de CO_2 asociadas con la generación y destrucción del gas de relleno sanitario son consideradas emisiones biogénicas[10] (a diferencia de a las emisiones antropogénicas) y no se incluirán en el cálculo de reducción de GEI. Esto es consistente con los lineamientos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para el gas del relleno sanitario. [11]

Este protocolo no contabiliza las reducciones de CO_2 asociadas con el desplazamiento de la electricidad que es generada por combustibles fósiles y es suministrada por red y ni el reemplazo de gas natural. Esta actividad de desplazamiento se clasifica como actividad de reducción indirecta de emisiones, debido a que el cambio en las emisiones de GEI se produce en fuentes que pertenecen y son controladas por el productor de energía o el usuario final del gas natural. Capturar y utilizar el metano, para desplazar la electricidad de base fósil de la red o el gas natural de los sistemas de distribución de gas, podrían llegar a considerarse como proyectos de reducción de GEI complementarios y separados, pero no se incluyen en los límites del presente protocolo.

La Figura 4.1 a continuación proporciona una ilustración general del Límite de Estimación del Gases de Efecto Invernadero, indicando qué SSRs están incluidos o excluidos del límite. Todos los SSRs dentro de la línea punteada se contabilizan en virtud del presente protocolo.

La Figura 4.1 proporciona más detalles sobre cada SSR y proporciona justificación para la inclusión o exclusión de SSRs y gases del Límite de Estimación de Gases de Efecto Invernadero.

[10] El fundamento es que el bióxido de carbono emitido durante la combustión representa el bióxido de carbono que se habría emitido durante la descomposición natural del residuo sólido. Las emisiones del sistema de control del gas de relleno sanitario no producen un aumento neto del bióxido de carbono en la atmósfera ya que son, teóricamente, equivalentes al bióxido de carbono absorbido durante el crecimiento de la planta.

[11] Guía de Prácticas Recomendadas y Manejo de Incertidumbres en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del IPCC; p.5.10, nota al pie.

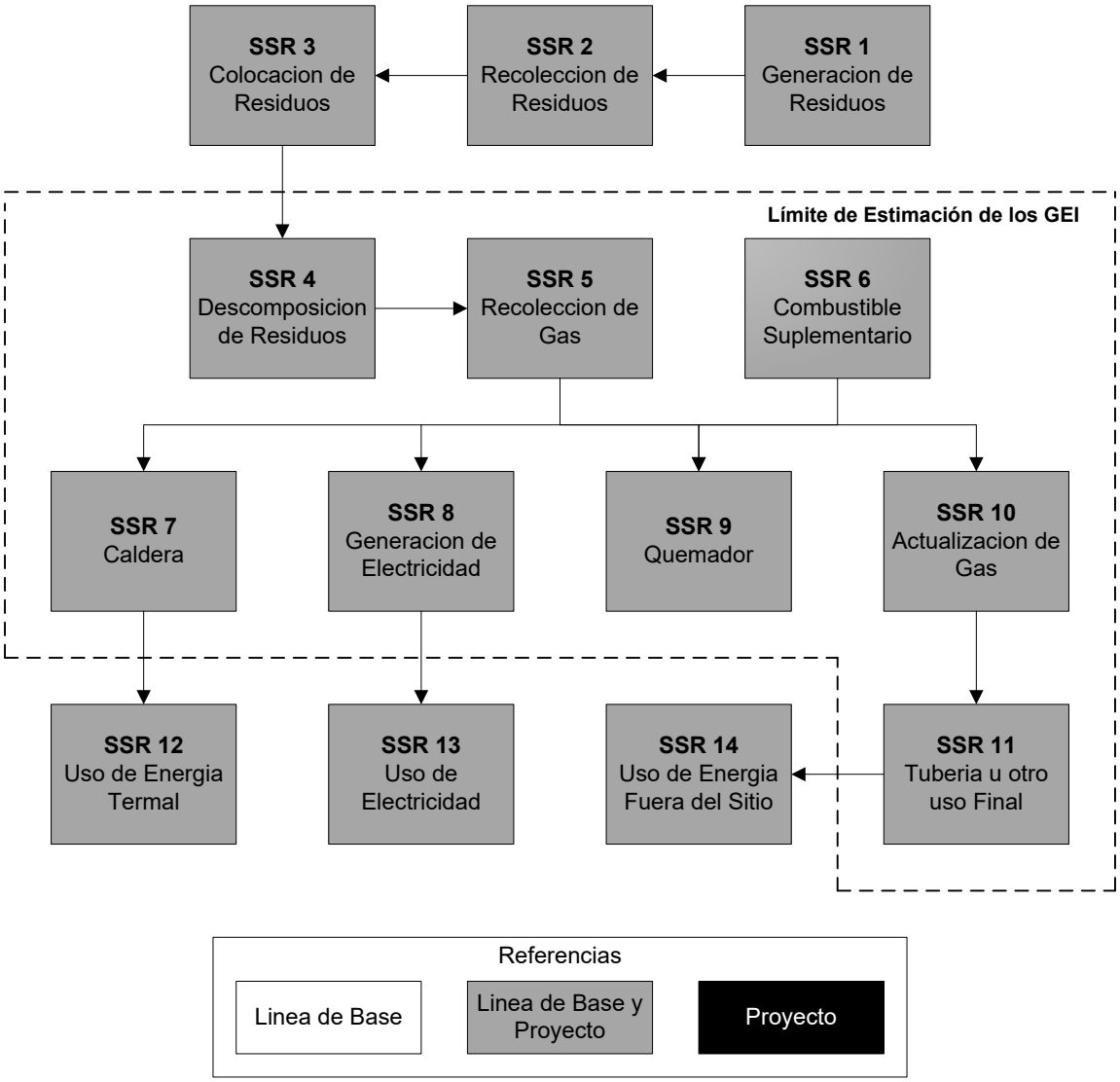

Figura 4.1. Ilustración General del Límite de Estimación de los GEI

Tabla 4.1. Resumen de Fuentes, Depósitos y Sumideros (SSR) Identificados

SSR	Fuente	Gas	Pertinentes a la Línea de Base (B) o Proyecto (P)	Incluido/ Excluido	Justificación/Explicación
1	Emisiones del Generador de Residuos	N/A	B, P	Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
2	Emisiones del Recolector de Residuos	CO_2	B, P	Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
		CH_4		Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
		N_2O		Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
3	Emisiones de Actividades de Colocación de Residuos	CO_2	B, P	Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
		CH_4		Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es igual en los escenarios de línea base y de proyecto
4	Emisiones de Descomposición de Residuos en Rellenos Sanitarios	CO_2	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas de CO_2 están excluidas
		CH_4		Incluido	La principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero en la línea base. Calculado según la destrucción en dispositivos de destrucción de línea base y proyecto
5	Emisiones del Sistema de Recolección de Gas	CO_2	P	Incluido	Los proyectos de rellenos sanitarios resultan en emisiones de CO_2 asociadas con la energía utilizada para la recolección y tratamiento de gases de rellenos sanitarios
		CH_4		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
	Emisiones de Sistema Límite de Recolección de Gas	CO_2	B	Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		CH_4		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña

SSR	Fuente	Gas	Pertinentes a la Línea de Base (B) o Proyecto (P)	Incluido/ Excluido	Justificación/Explicación
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
6	Emisiones de Combustible Suplementario	CO_2	P	Incluido	Los proyectos de rellenos sanitarios pueden requerir el uso de combustibles fósiles suplementarios, resultando en nuevas emisiones de gases de efecto invernadero importantes
		CH_4		Incluido	Calculado según la eficiencia de la destrucción de dispositivo de destrucción
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
	Emisiones de Combustible Suplementario Límite	CO_2	B	Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		CH_4		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
7	Emisiones de Destrucción de Caldera Gas de Rellenos Sanitarios	CO_2	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas de CO_2 están excluidas
		CH_4		Incluido	Calculado en referencia a la eficiencia de destrucción
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
8	Emisiones de Generación de Electricidad Gas de Rellenos Sanitarios	CO_2	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas de CO_2 están excluidas
		CH_4		Incluido	Calculado en referencia a la eficiencia de destrucción
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
9	Emisiones de Destrucción de Llamarada Gas de Rellenos Sanitarios	CO_2	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas de CO_2 están excluidas
		CH_4		Incluido	Calculado en referencia a la eficiencia de destrucción
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
10	Emisiones de Actualización de Gas de Rellenos Sanitarios	CO_2	B, P	Incluido	Proyectos de rellenos sanitarios pueden resultar en las emisiones de gases de efecto invernadero de energía adicional utilizada para actualizar gases de rellenos sanitarios
		CH_4		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		N_2O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña

SSR	Fuente	Gas	Pertinentes a la Línea de Base (B) o Proyecto (P)	Incluido/ Excluido	Justificación/Explicación
11	Emisiones de Gasoducto de Gas de Rellenos Sanitarios u Otro Destino Final de NG	CO_2	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas están excluidas
		CH_4		Incluido	Calculado en referencia a la eficiencia de destrucción
		N_2O		Excluido	Se asume ser muy pequeño
12	Uso de la Energía Térmica Generada	CO_2	B, P	Excluido	Este protocolo no cubre los desplazamientos de las emisiones de gases de efecto invernadero del uso de energía térmica generada por el Gas de Rellenos Sanitarios
13	Uso de la Electricidad Generada	CO_2	B, P	Excluido	Este protocolo no cubre los desplazamientos de las emisiones de gases de efecto invernadero del uso de electricidad generada por Gas de Rellenos Sanitarios
14	Uso de Energía Térmica o Energía de NG Entregado por Tubería	CO_2	B, P	Excluido	Este protocolo no cubre los desplazamientos de las emisiones de gases de efecto invernadero del uso de Gas de Rellenos Sanitarios entregado a través de tuberías u otros usos finales

5 Cuantificación de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero de un proyecto de rellenos sanitarios se cuantifica mediante la comparación de las emisiones del proyecto reales a las emisiones de línea base en el relleno sanitario. Las emisiones de línea base son una estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de fuentes dentro de los Límites de Evaluación de Gases de Efecto Invernadero (véase la Sección 4) que hubieran ocurrido en la ausencia del proyecto de rellenos sanitarios. Las emisiones del proyecto son las emisiones de gases de efecto invernadero reales que ocurren en las fuentes dentro del Límite de Estimación de Gases de Efecto Invernadero. Las emisiones del proyecto deben sustraerse de las emisiones de línea base para cuantificar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero netas totales del proyecto (Ecuación 5.1).

Las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero deben ser cuantificadas y verificadas por lo menos una vez al año. Los desarrolladores del proyecto pueden elegir cuantificar y verificar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero de manera más frecuente, si así lo desean. La longitud de tiempo durante la cual las reducciones de las emisiones los gases de efecto invernadero son cuantificadas y verificadas se denomina el "período de reporte."

Los cálculos proporcionados en este protocolo se derivan de metodologías aceptadas internacionalmente.[12] Los desarrolladores del proyecto deben utilizar los métodos de cálculos proporcionados en este protocolo para determinar la línea base y las emisiones de GEI del proyecto para cuantificar las reducciones de emisión de GEI.

Los modelos que estiman los procesos biológicos y físicos, como la descomposición biológica de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios y la migración del gas de relleno sanitario a la atmósfera son cada vez más refinados y accesibles. Los modelos de procesos generalmente se basan en una serie de datos de entrada que, según las investigaciones, han demostrado ser importantes factores determinantes de los procesos biológicos y geoquímicos. En términos de modelos de emisiones de GEI, los modelos de procesos identifican las relaciones matemáticas entre los datos de entrada, las condiciones básicas y las emisiones de GEI. El procedimiento para crear modelos para rellenos sanitarios puede ser bastante complejo y puede estar sujeto a diferentes interpretaciones sobre cómo abordar los factores de generación del gas de relleno sanitario específicos de cada sitio y cómo aplicar los modelos a los rellenos sanitarios en forma eficaz. En este momento, no existe un método globalmente aceptado para determinar la cantidad total de emisiones no controladas de gases de rellenos sanitarios a la atmósfera. A medida que surjan nuevas tecnologías y/o modelos globalmente aceptados para la estimación de las emisiones fugitivas de metano de los rellenos sanitarios, la Reserva considerará la actualización del protocolo para incorporar esos nuevos métodos a las metodologías de cuantificación para la reducción de las emisiones de metano.

[12] El método de cálculo de la reducción de gases de efecto invernadero de la Reserva se deriva de los Mecanismo del Protocolo de Kioto de Desarrollo Limpio (V.6 ACM0001 y AM0053 V.1), el Programa de Líderes del Clima de la EPA (Protocolo de desplazamiento de rellenos sanitarios, octubre de 2006), la Metodología de Servicios de gas de Invernadero de Rellenos Sanitarios de GE AES V.1 y la Regla de Modelo RGGI (05 de enero de 2007).

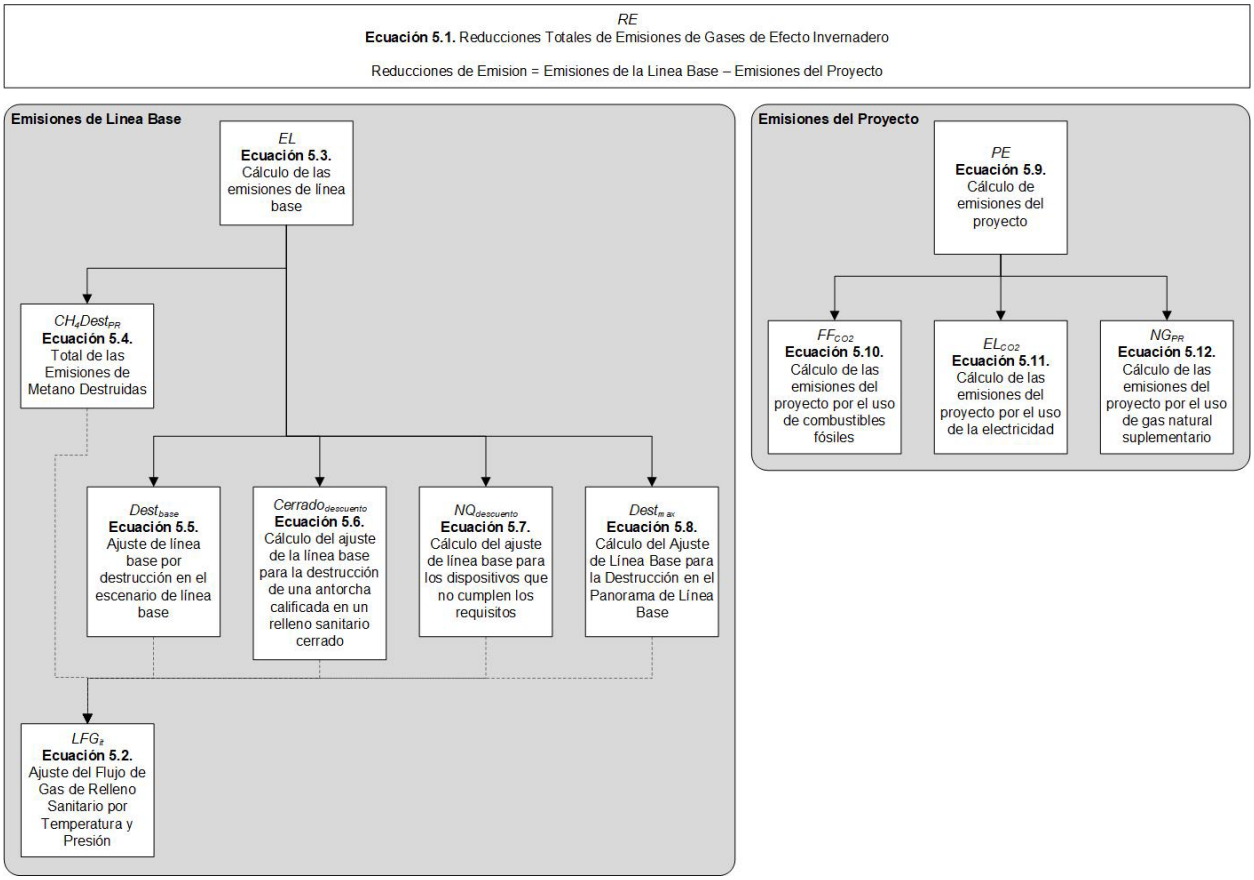

Figura 5.1. Organigrama para las Ecuaciones de la Sección 5

Ecuación 5.1. Reducciones Totales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

$$\boldsymbol{ER = BE - PE}$$

Donde,			Unidades
ER	=	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de la actividad de proyecto durante el período de reporte	tCO_2e
BE	=	Emisiones de línea base durante el período de reporte	tCO_2e
PE	=	Emisiones del proyecto durante el período de reporte	tCO_2e

Si algunos de los equipos de medición de la corriente de gas del relleno sanitario no se corrigen internamente para la temperatura y la presión del gas del relleno sanitario, la presión separada y las mediciones de la temperatura deben utilizarse para corregir la medición de flujo. Los valores corregidos deben utilizarse en todas las ecuaciones de esta sección. La Ecuación 5.2 sólo se aplican si los equipos de medición de la corriente de gas del relleno sanitario no se corrigen internamente la temperatura y la presión.

Ecuación 5.2. Ajuste del Flujo de Gas de Relleno Sanitario por Temperatura y Presión

$$LFG_{i,t} = LFG_{no\ ajustados} \times \frac{273.15}{T} \times \frac{P}{1}$$

Donde,			Unidades
$LFG_{i,t}$	=	Volumen ajustado de gas de relleno sanitario recolectado para el intervalo de tiempo determinado, medido a 0°C (273,15 K) y 1 atm	m^3
$LFG_{no\ ajustados}$	=	Volumen no ajustado de gas de relleno sanitario recolectado para el intervalo de tiempo determinado	m^3
T	=	Temperatura del gas de relleno sanitario medida para el período de tiempo determinado (K = °C + 273,15)	K
P	=	Presión del gas de relleno sanitario medida para el intervalo de tiempo determinado	atm

5.1 Cuantificando las Emisiones de Línea Base

Para este protocolo, no se requiere la realización de los cálculos tradicionales de las Emisiones de Línea Base para cuantificar las reducciones de metano. El escenario base presume que todas las emisiones no controladas de metano son liberadas a la atmósfera excepto por la parte de metano que las bacterias oxidarían en el suelo de los rellenos sanitarios sin cobertura, de no existir el proyecto.[13] También, se requiere una deducción que considera el metano que se destruiría por cumplimiento de la NOM-083.

El factor de descuento NOM-083 contabiliza la destrucción de metano que debería ocurrir en un sistema con pozos y quemadores suficientes para cumplir con la NOM-083-2003. Basado en un análisis de la Reserva, este factor supone que el cumplimiento puede establecerse mediante la instalación de pozos pasivos con mecheros de ignición solar. Con base en una consulta realizada con operadores mexicanos de rellenos sanitarios, ingenieros y expertos de la industria, se estableció que dichos pozos pasivos alcanzan una eficiencia de recolección aproximadamente del 25% de los sistemas activos de recolección que serían instalados bajo este protocolo. Además, dada la intermitencia de la presencia de la flama y una baja eficiencia de combustión, expertos de la industria sugirieron una eficiencia general de destrucción del metano recolectado del 25%. Bajo estos supuestos, el cumplimiento con la NOM-083 requeriría la destrucción del 6.25% del metano recolectado en el escenario del proyecto. Para ser conservadores, el factor de ajuste por cumplimiento con la NOM-083 ha sido redondeado a un 7%.

Como se menciona en la Sección 3.4.1, los proyectos están agrupados en dos categorías dependiendo del estado de la línea base del relleno sanitario antes del proyecto y al nivel de

[13] Los rellenos sanitarios que incorporan cobertura sintética como parte de los sistemas de cobertura final deben utilizar un índice de oxidación de metano por defecto igual a 0. Para todos los demás rellenos sanitarios, con cobertura natural, se debe utilizar un factor de oxidación de metano del 10%. Una pequeña porción del metano generado en los rellenos sanitarios (aproximadamente el 10%) se oxida naturalmente a bióxido de carbono por medio de las bacterias metanotrópicas de la cobertura natural de los rellenos sanitarios manejados correctamente. El factor del 10% se basa en los lineamientos del año 2006 del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

manejo del gas del relleno sanitario. Estas categorías requieren de una metodología diferente para el cálculo de las Emisiones de Línea Base relevantes.

1. Los rellenos sanitarios en los que no se ha realizado destrucción antes de la implementación del proyecto deben deducir lo siguiente a partir de las Emisiones de Línea Base:
    a. La cantidad de metano que las bacterias del suelo habrían oxidado de no haber existido el proyecto.
    b. La cantidad de metano que se habría destruido por cumplimiento de la NOM-083.

2. Los rellenos sanitarios donde se realizó la recolección y/o destrucción previa con un dispositivo de destrucción no calificado deben deducir lo siguiente de las emisiones de línea base
    a. La cantidad de metano que habría sido oxidada por las bacterias del suelo en ausencia del proyecto.
    b. La cantidad de metano que se hubiera destruido para lograr el cumplimiento de la NOM-083.
    c. La cantidad de metano destruido por el dispositivo de destrucción no cualificado (Ecuación 5.7).

3. Los rellenos sanitarios en los que la recolección y la destrucción anteriores tuvieron lugar con un dispositivo de destrucción calificado deben deducir lo siguiente de las emisiones de línea base:
    a. La cantidad de metano que las bacterias del suelo habrían oxidado de no haber existido el proyecto
    b. La cantidad de metano que se habría destruido por cumplimiento de la NOM-083.
    c. La cantidad de metano que se habría destruido si el dispositivo de destrucción utilizado con anterioridad al proyecto hubiera operado a su máxima capacidad (Ecuación 5.8).

4. Los rellenos sanitarios cerrados donde la recolección y la destrucción previa tuvieron lugar en una antorcha calificada deben deducir lo siguiente de las emisiones de línea base:
    a. La cantidad de metano que habría sido oxidada por las bacterias del suelo en ausencia del proyecto.
    b. La cantidad de metano que se habría destruido para lograr el cumplimiento de la NOM-083.
    c. La cantidad de metano recogida por los pozos de gas del vertedero antes del proyecto y destruida por la antorcha de calificación (Ecuación 5.6).

Estas condiciones garantizan que las reducciones resultantes del proyecto de GEI puedan ser contabilizadas independientemente de la recolección y destrucción actual. Sólo el gas de relleno sanitario destruido por encima de la cantidad resultante del sistema de recolección y destrucción utilizado en la línea base es considerado adicional (es decir, aquellas reducciones resultantes de la implementación de un nuevo proyecto de reducción de GEI).

Como ya se ha mencionado, las operaciones de los rellenos sanitarios que cumplen con la definición de bio-reactor de la EPA de los EE.UU. no son elegibles para utilizar este protocolo

debido a que no se conocen con certeza los efectos que puede tener el bio-reactor sobre las emisiones fugitivas de metano con relación a las condiciones del escenario base.

Este protocolo registra la diferencia en el consumo eléctrico entre la línea base y el proyecto, asumiendo que no hay consumo eléctrico en la línea base y deduciendo de las reducciones de emisiones anuales del proyecto las emisiones indirectas de CO_2 anuales debido a la actividad del proyecto.

Ecuación 5.3. Cálculo de las emisiones de línea base

$$\boldsymbol{BE = [(CH_4 Dest_{PR}) \times PCG \times (1 - OX) \times (1 - DF) \times (1 - NOM_{discount})] - Dest_{base} \times (1 - OX)}$$

Donde,			Unidades
BE	=	Emisiones de gases de efecto invernadero de totales de línea base	tCO_2e
CH_4Dest_{PR}	=	Las emisiones totales de metano destruidas por el sistema de recolección y destrucción de gas de rellenos sanitarios del proyecto: ver Ecuación 5.4	tCH_4
PCG	=	Factor Potencial de Calentamiento Global de metano al equivalente de dióxido de carbono [14]	tCO_2e / tCH_4
OX	=	Factor de oxidación de metano por las bacterias del suelo. Igual a 0,10 para todos los rellenos sanitarios excepto aquellos que incorporan un revestimiento sintético a lo largo de toda el área de los sistemas de cobertura final donde OX = 0	
$Dest_{base}$	=	Ajuste para justificar el dispositivo de destrucción de Gas de Rellenos Sanitarios de línea base (véase Ecuación 5.8). Es igual a cero si no hay un sistema de destrucción de Gas de Rellenos Sanitarios previsto en el lugar antes de la ejecución del proyecto	tCO_2e
DF	=	Factor de descuento para tener en cuenta las incertidumbres asociadas con el proyecto de monitoreo de equipos (véase Ecuación 5.8). Igual a cero si se utiliza un monitor de metano continuo	
$NOM_{descuento}$	=	Factor de descuento para los requerimientos reglamentarios de NOM-083 = 0.07	

El término CH_4Dest_{PR} representa la cantidad de metano destruida por el proyecto. Este término se calcula de acuerdo a la Ecuación 5.4.

[14] Consulte el Manual del Programa de la Reserva para saber qué valor de PCG debe utilizar.

Ecuación 5.4. Total de las Emisiones de Metano Destruidas

$$\boldsymbol{CH_4Dest_{PR}} = \sum_{\boldsymbol{i}} (\boldsymbol{CH_4Dest_i}) \times (\mathbf{0.717 \times 0.001})$$

Donde,			Unidades
CH_4Dest_{PR}	=	Total de metano destruido por el sistema de recolección y destrucción de gas rellenos sanitarios del proyecto durante el período de reporte	tCH_4
CH_4 Dest	=	Cantidad neta de metano destruida por dispositivo de destrucción i (llamaradas, motor, caldera, actualización, etc.) durante el período de reporte	m^3
0.717	=	Densidad del metano en condiciones normales, 0°C, 1 atm	$kgCH_4 / m^3CH_4$
0.001	=	Factor de conversión	$tCH_4 / kgCH_4$

Y,

$$\boldsymbol{CH_4Dest_i} = \boldsymbol{Q_i} \times \boldsymbol{DE_i}$$

Donde,			Unidades
CH_4 $Dest_i$	=	Cantidad neta de metano destruida por el dispositivo i durante el período de reporte	m^3
Q	=	Cantidad total de metano de los rellenos sanitarios enviada al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m^3
DE	=	Eficiencia de destrucción de metano por defecto para dispositivo i. [15,16] Véase el Apéndice B de Factores Predeterminados	

[15] Si se cuenta con este dato, se debe utilizar la eficiencia de destrucción del metano comprobada por una fuente oficial en lugar de la eficiencia de destrucción del metano por defecto. De lo contrario, los desarrolladores de proyectos tienen la opción de utilizar tanto las eficiencias de destrucción del metano por defecto, como las eficiencias de destrucción del metano específicas provistas por un proveedor de servicios de verificación acreditado por un organismo estatal o local, para cada uno de los dispositivos utilizados en el caso del proyecto.

[16] Las eficiencias de destrucción por defecto para encerrada bengalas y dispositivos de generación de electricidad se basan en un conjunto preliminar de datos de prueba de origen real proporcionados por el distrito de administración Bay Area Air calidad. Los valores predeterminados de la eficiencia de destrucción son el menor del percentil veinticinco de los datos proporcionados o 0.995. Estas eficiencias de destrucción por defecto pueden ser actualizadas como más datos de prueba de origen estará disponibles para la Reserva.

Ecuación 5.4. A Continuación

Y,

$$\boldsymbol{Q_i = \sum_t \left[LFG_{i,t} \times PR_{CH_4,t} \right]}$$

Donde,			Unidades
Q	=	Cantidad total de metano de los rellenos sanitarios enviada al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m^3 / t
$LFG_{i,t}$	=	Cantidad total de gases de rellenos sanitarios alimentada al dispositivo de destrucción i, en el intervalo de tiempo t, a presión y temperatura estándar	m^3 / t
t	=	Intervalo de tiempo para el cual las mediciones de flujo y concentración de Gas de Rellenos Sanitarios se agregan. Igual a un día para la concentración de metano supervisada de forma continua y una semana para la concentración de metano supervisada semanalmente	
$PR_{CH4,t}$	=	Fracción promedio de metano de los gases de rellenos sanitarios en intervalo de tiempo t medido	m^3CH_4 / m^3 Biogás

Para los proyectos en los cuales el metano fue destruido en la línea base, debe aplicarse la Ecuación 5.5. Esta ecuación justifica las emisiones de metano calculadas en la Ecuación 5.3 que habrían sido destruidas en la ausencia de la actividad de proyecto.

Cualquier proyecto en un relleno sanitario donde el metano fue recolectado y destruido en algún momento antes de la fecha de inicio del proyecto, incluso si el sistema de recolección y/o destrucción previa fue eliminado o ha estado inactivo durante un período prolongado de tiempo, debe aplicar la deducción de línea base.

Ecuación 5.5. Ajuste de línea base por destrucción en el escenario de línea base

$$Dest_{base} = (Cerrado_{descuento} + NQ_{descuento} + Dest_{max}) \times 0.717 \times 0.001 \times PCG$$

Donde,			Unidades
$Dest_{base}$	=	Ajuste para tener en cuenta la destrucción de metano de línea base asociada con un dispositivo de destrucción de línea base. Igual a cero si no hay instalación de línea base	tCO_2e
$Cerrado_{descueto}$	=	Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en la antorcha de línea base de los pozos de línea base en un relleno sanitario cerrado. Igual a cero si el proyecto no es un proyecto de antorcha en una instalación cerrada	m^3CH_4

Ecuación 5.5. A Continuación

			Unidades
$NQ_{descuento}$	=	Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en el dispositivo de combustión de línea base que no cumple los requisitos. Igual a cero si no hay ningún dispositivo de combustión que no cumpla los requisitos	m^3CH_4
$Dest_{max}$	=	Destrucción de la capacidad no utilizada del dispositivo de destrucción de línea base. Esta deducción sólo se aplicará cuando se utilice un nuevo dispositivo de destrucción durante la actividad del proyecto	m^3CH_4
0.717	=	Densidad del metano en condiciones estándar, 0°C, 1 atm	$kgCH_4 / m^3CH_4$
0.001	=	Factor de conversion	$tCH_4 / kgCH_4$
PCG	=	Factor de potencial de calentamiento global del metano al equivalente de dióxido de carbono[17]	tCO_2e / tCH_4

Ecuación 5.6. Cálculo del ajuste de la línea base para la destrucción de una antorcha calificada en un relleno sanitario cerrado

$$Cerrado_{descuento} = LFG_{B1} + B_{CH_4,cerrado}$$

Donde,			Unidades
$Cerrado_{descuento}$	=	Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en la antorcha de línea base de los pozos de línea base en un relleno sanitario cerrado. Igual a cero si el proyecto no es un proyecto de antorcha en una instalación cerrada	m^3CH_4
LFG_{B1}	=	Gas de relleno de los pozos de gas de línea base que habría sido destruido por el sistema de destrucción cualificado durante el período de reporte	m^3CH_4
$B_{CH4,cerrado}$	=	Fracción de metano del gas de relleno destruido por el sistema de recogida durante el periodo de reporte	m^3CH_4 / m^3LFG

$NQ_{descuento}$ puede determinarse utilizando cualquiera de las siguientes opciones:

1. $NQ_{descuento}$ será igual a la cantidad medida de metano recuperado a través de un sistema activo de recogida de gas instalado en la celda o masa de residuos correspondiente del relleno en el que hayan funcionado los dispositivos de línea

[17] En el momento de la publicación, los proyectos de rellenos de México tienen instrucciones de utilizar los valores de PCG del 5º Informe de Evaluación del IPCC. Este valor puede ser actualizado en el futuro a través de la orientación de la Reserva.

base. El flujo de gas de relleno procedente de estos pozos activos se determinará utilizando la Ecuación 5.4 anterior durante un mínimo de un mes.[18]

2. $NQ_{descuento}$ se vigilará y calculará según la Ecuación 5.7.

Ecuación 5.7 Cálculo del ajuste de línea base para los dispositivos que no cumplen los requisitos

$$NQ_{descuento} = LFG_{B2} + B_{CH_4,NQ}$$

Donde,			Unidades
$NQ_{descuento}$	=	Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en el dispositivo de combustión de línea base que no cumple los requisitos. Igual a cero si no hay ningún dispositivo de combustión que no cumpla los requisitos	m^3CH_4
LFG_{B2}	=	Gas de relleno procedente de los pozos de gas de línea base que habría sido destruido por el sistema de destrucción no calificado durante el período de reporte	m^3CH_4
$B_{CH4,NQ}$	=	Fracción de metano del gas de relleno destruido por dispositivos no cualificados en la línea base. Igual a la concentración media de metano durante el período de reporte si se utiliza la capacidad máxima para LFG_{B2}	m^3CH_4 / m^3LFG

Ecuación 5.8. Ajuste de Línea Base para la Destrucción en el Panorama de Línea Base

$$\boldsymbol{Dest_{max} = \sum_{t}\left[\left(LFG_{Bmax,t} - LFG_{B,t}\right) \times PR_{CH_4,t}\right] \times 0.717 \times 0.001 \times PCG}$$

Donde,			Unidades
$Dest_{max}$	=	Deducción de la capacidad no utilizada del dispositivo de destrucción de referencia. Esta deducción sólo se aplicará cuando se utilice un nuevo dispositivo de destrucción durante la actividad del proyecto. Véase en el cuadro 5.1 para un ejemplo de la aplicación del ajuste $Dest_{max}$	tCO_2e
$LFG_{Bmax,\ t}$	=	Capacidad máxima de flujo de gas de relleno sanitario del dispositivo de destrucción del metano de línea base (estandarizado a nivel del mar de acuerdo a las especificaciones del fabricante) en el intervalo de tiempo t	m^3 / t
$LFG_{B,\ t}$	=	Flujo de gases de rellenos sanitarios real del dispositivo de destrucción de metano de línea base en el intervalo de tiempo t	m^3 / t
$PR_{CH4,\ t}$	=	Fracción promedio de metano de los gases de rellenos sanitarios en intervalo de tiempo t medido	m^3CH_4 / m^3 Gas de Rellenos Sanitarios
t	=	Intervalo de tiempo para que se agreguen las mediciones de flujo y concentración de Gas de Rellenos Sanitarios. Igual a un día de concentración de metano supervisado forma continua y una semana para la concentración de metano supervisada semanalmente	

[18] A efectos de la utilización de la Ecuación 5.4 para determinar el descuento NQ, la cantidad de gas de vertedero sería únicamente la que se está midiendo de la celda o masa de residuos correspondiente en la que han funcionado los dispositivos de línea base, y no necesariamente todo el gas de vertedero que está siendo destruido por el sistema de destrucción.

Ecuación 5.8. A Continuación

0.717	=	Densidad de metano en condiciones normales, 0°C, 1 atm	$kgCH_4 / m^3CH_4$
0.001	=	Factor de conversión	$tCH_4 / kgCH_4$
PCG	=	Factor Potencial de Calentamiento Global de metano al equivalente de dióxido de carbono	tCO_2e / tCH_4

Cuadro 5.1. Aplicando el Ajuste Destmax

Este ajuste fue diseñado para ayudar a diferenciar las actualizaciones del sistema de proyectos realmente nuevos y adicionales, mientras se alienta a los desarrolladores del proyecto a usar su gas de rellenos sanitarios provechosamente. En resumen, esta metodología asume que cualquier gas que *podría* haber sido destruido en el dispositivo de clasificación de línea base no es adicional; la desviación de ese gas a un nuevo dispositivo de destrucción representa una actualización. Por lo tanto, este término se deduce de reducciones de proyecto calculadas que parten el gas el cual, en la ausencia del nuevo dispositivo de destrucción, aún podría haber sido destruido.

Ejemplo:
Una llamarada activa con una capacidad de 30 m^3/min fue instalada en un relleno sanitario en 2007. Por lo tanto, debido a que esta llamarada funcionaba antes del 15 de agosto de 2008, el sistema de control de gases de rellenos sanitarios es inelegible como un proyecto en virtud del presente protocolo. Sin embargo, en 2009, se instaló un generador eléctrico con una capacidad de 60 m^3/min, y todo el gas del relleno sanitario fue desviado a este dispositivo. La adición del generador eléctrico cumple con los requisitos del presente protocolo y por lo tanto califica como un nuevo proyecto. Debido a que la llamarada de línea base es un dispositivo de destrucción que califica en virtud del presente protocolo y no es elegible como un proyecto debido a otros criterios de elegibilidad (es decir la fecha operacional), se debe justificar mediante el ajuste Destmax.

En el 2009, 25 m^3/min fue enviado al generador y 0 m^3/min fue enviado a la llamarada. En el año 2010, debido a la expansión de los rellenos sanitarios y la instalación de pozos adicionales, el generador destruyó 40 m^3/min mientras que la llamarada no estaba en funcionamiento. En el 2011, más expansiones de pozos permitieron que el generador operar a plena capacidad y se utilizó la llamarada para destruir un 10 m^3/min adicional de gases de rellenos sanitarios.

Cálculos:

Año	Destrucción de Generador (m^3/min)	Capacidad de Llamarada (m^3/min)	Destrucción de Llamarada (m^3/min)	Deducción (m^3/min)	Reducciones del Proyecto (m^3/min)
2009	25	30	0	30	-5 (0)
2010	40	30	0	30	10
2011	60	30	10	20	40

Nota: Este ejemplo y los cálculos han sido considerablemente simplificados con fines ilustrativos. Los valores de ejemplo se calculan a un metro cúbico por minuto de base de gas de rellenos sanitarios. Los reporteros deben informar el valor acumulado del gas metano enviado al dispositivo de destrucción para cada intervalo de tiempo t.

5.2 Cuantificando las Emisiones del Proyecto

Como resultado de la actividad del proyecto, se pueden producir o incrementar algunas emisiones de GEI y, por lo tanto, éstas deben deducirse de las reducciones totales del proyecto. Estas emisiones adicionales son generalmente el resultado del mayor uso de energía derivada de combustibles fósiles utilizada para los quemadores, equipos de monitoreo, vehículos de soporte o tratamiento del gas. Como tal, se deben registrar las siguientes categorías de emisiones bajo este protocolo:

- Total de emisiones anuales indirectas de bióxido de carbono resultantes del consumo de la electricidad de la red
- Total de emisiones anuales de bióxido de carbono resultantes de la destrucción del combustible fósil en el sitio
- Total de emisiones anuales de bióxido de carbono resultantes del consumo de gas natural complementario
- Total de emisiones anuales de metano resultantes de la combustión incompleta del gas natural complementario.

No obstante, a diferencia de las emisiones resultantes de la destrucción incompleta del gas natural complementario, no se necesita contabilizar las emisiones resultantes de la destrucción incompleta o la liberación fugitiva del gas de relleno sanitario. Se presume que éstas también se habrían liberado a la atmósfera en el escenario base.

Las emisiones se calcularán utilizando la Ecuación 5.9.

Ecuación 5.9. Cálculo de emisiones del proyecto

$$\boldsymbol{PE = FF_{CO_2} + EL_{CO_2} + NG_{PR}}$$

Donde,			Unidades
PE	=	Emisiones del proyecto durante el período de reporte	tCO_2e
FF_{CO2}	=	Emisiones de dióxido de carbono totales de la destrucción de combustibles fósiles durante el período de reporte	tCO_2
EL_{CO2}	=	Emisiones de dióxido de carbono indirectas totales desde el consumo de electricidad de la red durante el período de reporte	tCO_2
NG_{PR}	=	Cantidad total de emisiones de gas natural suplementario, incluyendo emisiones de dióxido de carbono y metano no quemado durante el período de reporte	tCO_2

Ecuación 5.10. Cálculo de las emisiones del proyecto por el uso de combustibles fósiles

$$FF_{CO_2} = \frac{\sum_j \left(FF_{PR,j} \times EF_{FF,j} \right)}{1000}$$

Donde,			Unidades
FF_{CO2}	=	Emisiones de dióxido de carbono totales de la destrucción de combustibles fósiles durante el período de reporte	tCO_2
$FF_{PR,j}$	=	Total del combustible fósil consumido por el sistema de recolección y destrucción del gas de rellenos sanitarios del proyecto durante el período de reporte, por combustible tipo j	GJ / yr
$EF_{FF,j}$	=	Factor de emisión específico de combustible. Véase el Apéndice B	kg CO_2 / GJ fossil fuel
1000	=	Factor de Conversión	$kgCO_2$ / tCO_2

Ecuación 5.11. Cálculo de las emisiones del proyecto por el uso de la electricidad

$$EL_{CO_2} = \frac{(EL_{PR} \times EF_{EL})}{1000}$$

Donde,			Unidades
EL_{CO2}	=	Emisiones de dióxido de carbono indirectas totales desde el consumo de electricidad de la red durante el período de reporte	tCO_2
EL_{PR}	=	Total de electricidad consumida por el sistema de recolección y destrucción del gas de rellenos sanitarios del proyecto durante el período de reporte	MWh
EF_{EL}	=	Factor de emisión de CO_2 para la electricidad utilizada	$kgCO_2$/ MWh
1000	=	Factor de conversión	$kgCO_2$ / tCO_2

Ecuación 5.12. Cálculo de las emisiones del proyecto por el uso de gas natural suplementario

$$NG_{PR} = \sum_{i}\left[NG_i \times NG_{CH_4} \times 0.017 \times 0.001 \times \left[\left((1 - DE_i) \times PCG\right) + \left(DE_i \times \frac{12}{16} \times \frac{44}{12}\right)\right]\right]$$

Donde,			Unidades
NG_{PR}	=	Emisiones totales de gas natural suplementario durante el período de reporte, incluyendo emisiones de dióxido de carbono y metano no quemado	tCO_2e
NG_{PR}	=	Emisiones totales de gas natural suplementario durante el período de reporte, incluyendo emisiones de dióxido de carbono y metano sin quemar	tCO_2e
NG	=	Cantidad total de gas natural adicional entregado al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m^3
DE	=	Eficiencia de destrucción de metano del dispositivo de destrucción i. Véase Apéndice b	
NG_{CH4}	=	Fracción promedio de metano del gas natural suplementario previsto por el proveedor de combustible	m^3CH_4 / m^3FFG
0.717	=	Densidad de metano	$kgCH_4$ / m^3CH_4
0.001	=	Factor de conversión	tCH_4 / $kgCH_4$
PCG	=	Factor Potencial de Calentamiento Global de metano al equivalente de dióxido de carbono	tCO_2e / tCH4
12/16	=	Proporción de carbono del metano	C / CH_4
44/12	=	Proporción de carbono del dióxido de carbono	CO_2 / C

6 Monitoreo del Proyecto

La Reserva exige que se establezca un plan de monitoreo para todas las actividades de monitoreo y reporte relacionadas con el proyecto. El Plan de Monitoreo servirá como base a los verificadores para confirmar que las estipulaciones de las Secciones 6 y 7han sido cumplidas y se seguirán cumpliendo, y que se está llevando a cabo un monitoreo y registro permanente y estricto. El Plan de Monitoreo no requiere la certificación ISO ni ninguna otra, pero debe cubrir todos los aspectos de monitoreo y reporte contenidos en este protocolo y debe especificar cómo se juntarán y registrarán los datos para los parámetros en la Tabla 6.1.

Como mínimo, el Plan de Monitoreo debe incluir un detalle de la frecuencia con la que se obtienen los datos, el plan de registro (ver Sección 7.2 para conocer los requisitos mínimos de registro); la frecuencia con la que se limpian, inspeccionan, verifican al campo y se calibran los instrumentos y el rol de la persona que realiza cada actividad de monitoreo específica, así como también las disposiciones de Aseguramiento de Calidad/Control de Calidad (QA/QC por sus siglas en inglés) para garantizar que la obtención de los datos y la calibración métrica se realizan en forma permanente y precisa.

El Plan de Monitoreo también deberá incluir un diagrama detallado del sistema de recolección y destrucción del gas de relleno sanitario, incluyendo la colocación de todos los medidores y equipos que afectan SSRs dentro de los Límites de Evaluación de Gases de Efecto Invernadero (véase la Figura 4.1).

Por último, el Plan de Monitoreo debe incluir los procedimientos que el desarrollador del proyecto seguirá para determinar y demostrar que el proyecto pasa la Prueba de Requerimiento Legal en todo momento (Sección 3.4.3).

Los desarrolladores del proyecto son responsables de monitorear la ejecución del proyecto y el funcionamiento del sistema de recolección y destrucción de gas del relleno sanitario en consonancia con las recomendaciones del fabricante para cada componente del sistema.

6.1 Requisitos de Monitoreo

Los desarrolladores de los proyectos son los encargados de monitorear el desempeño del proyecto y de operar el sistema de recolección y destrucción del gas de relleno sanitario de conformidad con las recomendaciones del fabricante para cada componente del sistema. Las reducciones de las emisiones de metano de los sistemas de captura y control del gas de relleno sanitario deben ser monitoreadas por equipos de medición que midan, en forma directa:

- El flujo del gas de relleno sanitario entregado a cada dispositivo de destrucción, medido de manera continua (y registrado cada 15 minutos) o de manera acumulada y registrada al menos diariamente, ajustado por temperatura y presión
- La fracción de metano del gas de relleno sanitario entregado al (los) dispositivo(s) de destrucción, medido y registrado de manera continua, cada 15 minutos, y promediados por lo menos una vez al día (o, alternativamente, medidas diarias o hasta semanales se puede utilizar, pero con un descuento de 10% en la Ecuación 5.3).
- La actividad operativa del dispositivo o dispositivos de destrucción, supervisada y documentada al menos cada hora para garantizar la destrucción del gas de relleno.

Si se va a emplear un seguimiento discontinuo de la concentración de CH_4, el desarrollador del proyecto deberá desarrollar una metodología prescriptiva sobre cómo se va a llevar a cabo

dicho seguimiento. El método deberá ser razonable para las circunstancias del proyecto y se aplicará de forma coherente durante todo el período de reporte. Dicha metodología, así como la adhesión a la misma (o su ausencia), deberá estar claramente expuesta en el reporte de monitoreo del proyecto.

La fracción de metano del gas de vertedero debe medirse sobre una base húmeda/seca, dependiendo de la base (es decir, medida sobre la misma base) de medición de flujo, temperatura y presión. El analizador de metano y el medidor de flujo se instalarán en la misma ubicación relativa a cualquier componente de eliminación de humedad que separe la medición del sistema de gas de vertedero, donde el componente de eliminación de humedad no separe la medición de flujo y fracción de metano. Los propios contadores también deberían funcionar sobre la misma base (es decir, si un contador seca internamente la muestra antes de la medición, debería ocurrir lo mismo en los otros contadores). Una variación aceptable de esta disposición sería el caso en el que el flujo se mide en seco, mientras que la concentración de metano se mide en húmedo. La disposición contraria no es admisible. No es necesario controlar por separado la temperatura y la presión cuando se utilizan caudalímetros que corrigen automáticamente la temperatura y la presión, expresando los volúmenes de GNL Len metros cúbicos normalizados.

Un único caudalímetro puede utilizarse para varios dispositivos de destrucción en determinadas condiciones. Si todos los dispositivos de destrucción tienen una eficiencia idéntica y se verifica su funcionamiento, no es necesario realizar ningún paso adicional para el registro del proyecto. En caso contrario, se utilizará la eficacia de destrucción del dispositivo de destrucción menos eficaz como eficacia de destrucción para todos los dispositivos de destrucción controlados por este contador.

Si hay periodos en los que no están operativos todos los dispositivos de destrucción medidos con un mismo caudalímetro, la destrucción de metano durante esos periodos será admisible siempre que el verificador pueda confirmar que se han cumplido todas las condiciones siguientes:

1. La eficiencia del dispositivo de destrucción del dispositivo de destrucción menos eficiente en funcionamiento se utilizará como la eficiencia de destrucción para todos los dispositivos de destrucción monitoreados por este medidor; y

2. Todos los dispositivos están equipados con válvulas en la línea de entrada de gas que se cierran automáticamente si el dispositivo deja de funcionar (no requiere intervención manual), o están diseñados de tal manera que es físicamente imposible que el gas pase mientras el dispositivo funciona. no está operativo; y

3. Para cualquier período en el que uno o más dispositivos de destrucción dentro de este arreglo no estén operativos, se debe documentar que los dispositivos operativos restantes tienen la capacidad de destruir el flujo máximo de gas registrado durante el período. Para dispositivos que no sean bengalas, se debe demostrar que la salida corresponde al flujo de gas.

Al permitir que un solo dispositivo controle la actividad operativa en múltiples dispositivos de destrucción, no se interpretará como una relajación del requisito de datos operativos por hora para todos los dispositivos de destrucción. Más bien, esta disposición permite una disposición de medición específica durante períodos en los que se sabe que uno o más dispositivos no están funcionando. Para conocer el estado operativo de un dispositivo, se debe monitorear.

Todos los dispositivos de destrucción deben tener su estado operativo monitoreado y registrado al menos cada hora. En otras palabras, el conjunto de datos del proyecto incluirá una indicación del estado operativo correspondiente a cada hora de datos de gas de vertedero. Si estos datos faltan o nunca se registraron para un dispositivo en particular, se supondrá que ese dispositivo no está funcionando y no se pueden reclamar reducciones de emisiones por el gas de vertedero destruido por ese dispositivo durante el período en que faltan datos.

Todos los datos de flujo recopilados deben corregirse por temperatura y presión a 0ºC y 1 atm. Si alguno de los equipos de medición del flujo de gas de los rellenos sanitarios no corrige internamente la temperatura y la presión de los gases de rellenos sanitarios, debe utilizarse una presión separada y mediciones de la temperatura para corregir la medición de flujo. La temperatura y la presión de los gases de rellenos sanitarios deberán medirse continuamente. Los valores corregidos deben utilizarse en todas las ecuaciones de esta sección. La Ecuación 5.2 sólo debe aplicarse si el equipo de medición del flujo de gas de rellenos sanitarios no corrige internamente la temperatura y la presión.

A menudo, el instrumento de medición directa utiliza también un grabador de datos para almacenar y documentar los datos sobre el flujo del gas de relleno sanitario y la concentración de metano, y puede ser configurado para proveer la cantidad de metano (por volumen) recolectado del relleno sanitario en forma periódica, según las especificaciones del operador.

El analizador continuo de metano debería ser la opción preferida para monitorear las concentraciones de metano, ya que el contenido de metano del gas de relleno sanitario captado puede variar en más del 20% en el mismo día debido a las condiciones de la red de captura de gas (dilución con el aire de las bocas de los pozos, fugas en las tuberías, etc.). [19] Cuando se utiliza el método alternativo de medición semanal por medio de un analizador de gas portátil calibrado, los desarrolladores de los proyectos deben facturar el grado de incertidumbre relacionado con estas mediciones aplicando un factor de descuento del 10% a la cantidad total de metano recolectado y destruido en la Ecuación 5.3.

La Figura 6.1 representa la disposición sugerida de los medidores de flujo del gas de relleno sanitario y los equipos de medición de concentración de metano.

[19] Metodología de base consolidada para las actividades de los proyectos de gases de relleno sanitario, Mecanismo de Desarrollo Limpio, ACM0001, V.7. Alcance Sectorial 13 (2007)

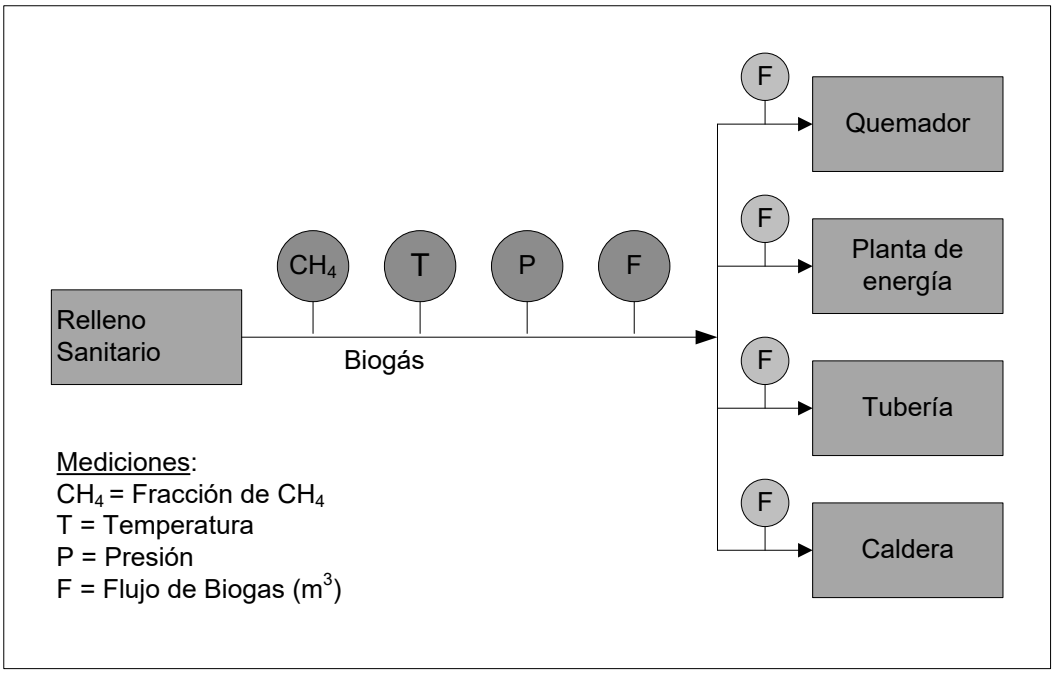

Figura 6.1. Disposición Sugerida de los Equipos de Medición de Biogás

Nota: El número de medidores de flujo debe ser suficiente para rastrear tanto el flujo total como el flujo hacia cada dispositivo de destrucción. El escenario presentado incluye un medidor de flujo más que lo necesario para alcanzar este objetivo.

Fuente: Metodología de linea base consolidada para actividades de proyectos de gases de relleno, Mecanismo de Desarrollo Limpio, Versión 07, Ámbito sectorial 13 (2007).

La actividad operativa del sistema de recolección de gas de relleno sanitario y los dispositivos de destrucción debe ser monitoreada y documentada por lo menos cada hora para garantizar la destrucción real del gas de relleno sanitario. Las reducciones de GEI no se contabilizarán durante los períodos en que el dispositivo de destrucción no esté funcionando. Para los quemadores, la operación se define como lecturas de termopar por encima de 260°C (a menos que las directrices del fabricante especifiquen lo contrario). Para todos los demás dispositivos de destrucción, los medios de demonstración serán determinados por el desarrollador del proyecto y sujetas a revisión por el verificador. Si se basa en la diferencia entre la temperatura ambiente y las temperaturas registradas por un termopar para demostrar la actividad operativa (en lugar de usar un umbral de temperatura fijo), se debe usar una diferencia de temperatura de al menos 200 °F. Si algún dispositivo de destrucción está equipado con una válvula de cierre de seguridad que evita el flujo de biogás al dispositivo de destrucción cuando no está en funcionamiento, será suficiente demostrar la presencia y operatividad de la válvula de cierre para demostrar la actividad operativa de ese dispositivo.

En las situaciones de "uso directo" en las que el gas de relleno se entrega fuera del emplazamiento a un usuario final tercero (no a un sistema comercial de transmisión y distribución de gas natural o a una instalación bajo el control de gestión del desarrollador del proyecto), se harán esfuerzos razonables para obtener datos que demuestren el estado operativo del dispositivo o dispositivos de destrucción. Si no es posible obtener tales datos, el verificador deberá utilizar su criterio profesional para confirmar que no se ha producido una liberación significativa de gas de relleno del proyecto y que el desarrollador del proyecto está

utilizando el valor de eficiencia de destrucción apropiado para el uso final. Las pruebas que pueden ayudar a un verificador a tomar una determinación a tal efecto pueden incluir, entre otras, una o varias de las siguientes:

- Un certificado firmado por el operador externo del dispositivo de destrucción de que no se ha producido ningún fallo catastrófico en la destrucción ni ninguna liberación significativa de gas de vertedero durante el período de reporte, y de que las características de seguridad y/o el diseño del equipo de destrucción son tales que el dispositivo de destrucción no permite que el gas de vertedero pase a través de él cuando no está en funcionamiento y/o que el desarollador del proyecto es capaz de cortar el flujo de gas de vertedero fuera del emplazamiento en caso de emergencia (y cuenta con procedimientos rigurosos para garantizar que dicha desconexión se produce inmediatamente)

- El verificador confirma lo mismo a través de una entrevista en primera persona con el operador externo

- Examen de las características de seguridad y/o del diseño del equipo de destrucción, de forma que el dispositivo de destrucción no permita el paso de gas de relleno cuando no esté operativo y/o que el desarrollador del proyecto pueda cortar el flujo de gas de relleno fuera del emplazamiento en caso de emergencia (y cuente con procedimientos rigurosos para garantizar que dicho corte se produzca inmediatamente).

- Registros que puedan corroborar el tipo y el nivel de funcionamiento del dispositivo de destrucción durante el período de reporte, como los datos de salida del motor, etc.

Si el verificador está razonablemente seguro de que no se ha producido ninguna liberación significativa de gas de relleno fuera del emplazamiento durante el período de reporte, el proyecto puede utilizar la eficiencia de destrucción apropiada para ese dispositivo de destrucción fuera del emplazamiento, a pesar de la falta de datos horarios de un dispositivo de vigilancia que confirme el estado operativo.

6.1.1 Alternativa de Monitoreo Indirecto

Como alternativa a la medición directa del GNL, los proyectos pueden optar por demostrar los volúmenes de CH_4 destruido utilizando los datos de salida de su dispositivo de destrucción. Cuando la salida de los dispositivos de destrucción (como los grupos electrógenos) se mide mediante el uso de un contador de transferencia comercial (es decir, un contador cuya salida se utiliza como base para la cuantificación en el marco de un contrato de suministro de energía), que está sujeto a un mantenimiento regular y profesional, el proyecto puede utilizar esos datos como base para determinar el volumen de CH_4 destruido. El resultado del contador se someterá a una metodología de conversión adecuada para calcular el volumen de CH_4 destruido durante el período de reporte. Si se utiliza la alternativa de control indirecto, el medidor comercial deberá ser mantenido por profesionales debidamente formados, de acuerdo con los requisitos del fabricante. En los casos en que los proyectos puedan controlar el mantenimiento de dichos medidores, se aplicarán los requisitos de QA/QC de la sección 6.2. En los casos en los que los proyectos no puedan controlar el mantenimiento de dichos contadores, deberán realizarse esfuerzos razonables para obtener documentación que demuestre que se han cumplido los requisitos de mantenimiento del fabricante durante el período de reporte.

La metodología de monitoreo que se emplee debe estar claramente establecida en el reporte de monitoreo del proyecto, debe aplicarse de forma coherente a lo largo del período de reporte y debe demostrarse, a satisfacción del verificador del proyecto y de la Reserva, que el uso de esos datos y esa metodología es razonable dadas las circunstancias y da lugar a una estimación conservadora del volumen de CH_4 destruido.

6.2 Instrumento de QA/QC

Los equipos de medición son sensibles a la calidad del gas (humedad, partículas, etc.), por lo que se debe establecer en el plan de monitoreo un estricto procedimiento de QA/QC para la calibración de dichos equipos. Los instrumentos de medición deben ser inspeccionados, y calibrados de acuerdo al siguiente programa.

Todos los medidores de flujo de gas[20] y los analizadores continuos de metano deben ser:

- Limpiados e inspeccionados regularmente, tal como se especifica en el Plan de Monitoreo del proyecto, con actividades y resultados documentados por el personal del sitio. La frecuencia de la limpieza e inspección debe, como mínimo, seguir las recomendaciones de los fabricantes.

- Verificados en el campo por precisión de calibración por un técnico tercero con el porcentaje del cambio documentado, utilizando un instrumento portátil (como un tubo pitot) o una orientación especifica del fabricante al final, pero no más de dos meses antes o después de la fecha de finalización del período de reporte.[21]

- Calibrados por el fabricante o un servicio de calibración de terceros certificado según las directrices del fabricante o cada 5 años, cuando la frecuencia de calibración no está especificada por el fabricante.

La conformidad con el requisito de calibración en fábrica sólo es necesaria durante los períodos en los que los datos recogidos por el medidor se utilizan para la cuantificación de la reducción de emisiones. Los periodos en los que el medidor no cumpla este requisito no harán que el proyecto no cumpla este requisito, siempre que el medidor no se utilice para la cuantificación de la reducción de emisiones del proyecto durante dichos periodos, y siempre que el medidor vuelva a estar en conformidad antes de ser empleado para recopilar datos del proyecto.

Si se retira un medidor estacionario que ha estado en uso durante 60 días o más y no se vuelve a instalar durante un período de reporte, dicho medidor deberá someterse a una comprobación de la precisión de la calibración sobre el terreno antes de su retirada o deberá ser calibrado (con el porcentaje de desviación documentado) por el fabricante o por un servicio de calibración certificado (con los resultados obtenidos registrados) antes de la cuantificación de las reducciones de emisiones para ese período de reporte.

Si la calibración requerida o la verificación de calibración no se realizan y no se documenta correctamente, no pueden generarse créditos de gases de efecto invernadero para ese período. Las calibraciones del medidor de flujo deberán documentarse para mostrar que el

[20] Las verificaciones de campo y las calibraciones de los medidores de flujo deben garantizar que el medidor lea con precisión el flujo volumétrico y que no se haya desviado fuera del umbral de precisión prescrito de +/-5%.
[21] En lugar de realizar verificaciones de campo, el desarrollador del proyecto puede hacer que el fabricante calibre el equipo o un servicio de calibración certificado según las instrucciones del fabricante, al final, pero no más de dos meses antes de la fecha de finalización del período del reporte, para cumplir con este requisito..

medidor fue calibrado a una gama de tasas de flujo correspondientes a las tasas de flujo esperadas del relleno sanitario. Las calibraciones del analizador de metano deben documentarse para mostrar que se llevó a cabo la calibración de la gama de condiciones (temperatura y presión) correspondientes a la gama de condiciones medida en el relleno sanitario.

Siempre se debe registrar la condición tal como se encuentra (porcentaje de deriva) de una comprobación de campo. Si se encuentra que el medidor está midiendo fuera de un umbral de precisión de +/- 5%, los datos deben ajustarse para el período que comienza con la última comprobación de campo o evento de calibración exitoso hasta que se confirme que el medidor está calibrado (a menos que el último evento haya ocurrido durante el período de reporte anterior, en cuyo caso el ajuste se realiza hasta el comienzo del período de reporte actual). Si, en el momento de la comprobación de campo fallida, el contador se limpia y se comprueba de nuevo, encontrándose el estado tal y como está dentro del umbral de precisión, no se requiere una calibración completa para ese equipo. Esto se considerará una comprobación de campo fallida, seguida de una comprobación de campo satisfactoria. El ajuste de los datos se basará en el porcentaje de desviación registrado en el momento de la comprobación de campo fallida. Sin embargo, si la condición de abandono permanece fuera del umbral de precisión de +/- 5% (independientemente de que se realicen o no pruebas adicionales de limpieza y precisión), se requiere una calibración por parte del fabricante o de un proveedor de servicios certificado para esa pieza del equipo.

Para el intervalo entre la última verificación de campo exitosa y cualquier evento de calibración que confirme precisión fuera del umbral de +/-5%, deben escalarse todos los datos de ese medidor o analizador de acuerdo con el siguiente procedimiento. Estos ajustes deben hacerse durante todo el período desde la última verificación de campo exitosa hasta el momento en que el medidor está calibrado correctamente.

1. Para calibraciones que indican informes menores (tasas de flujo más bajas o concentración de metano menor), se deben utilizar los valores medidos sin corrección.

2. Para las calibraciones que indican informes mayores (tasas de flujo más altas o concentración de metano más alta), se deben ajustar los valores medidos de acuerdo al mayor cambio de calibración registrado en el momento de calibración.

Por ejemplo, un proyecto lleva a cabo verificaciones de campo trimestralmente durante un período de reporte de un año, entonces sólo tres meses de datos estarán sujetos en un momento dado a las sanciones anteriores. Sin embargo, si el desarrollador del proyecto se siente confiado que el medidor no requiere verificaciones de campo o calibraciones a bases que sean mayores que anualmente, entonces los eventos fallidos requerirán que la penalidad sea aplicada a los datos del año anterior en total. Además, una calibración frecuente puede minimizar el cambio total acumulado (poniendo a cero cualquier error identificado) y resultar en deducciones generales menores. Además, inspección de equipos fuertes y prácticas que incluyen la verificación de todos los sondeos y los componentes internos de limpieza serán minimizar el riesgo de medidor y analizador de imprecisiones y las deducciones correspondientes. Si no es posible determinar la deriva acumulada y/o un método apropiado para escalar los datos (p. ej., la deriva se registra en milivatios, que no se puede traducir directamente a un porcentaje de deriva), el desarrollador del proyecto debe buscar la orientación del fabricante del instrumento para confirmar cuándo se ha alcanzado el umbral de deriva del 5% y cómo escalar adecuadamente los datos relevantes. Dicha orientación debe proporcionarse al verificador y a la Reserva.

Las verificaciones de campo adicionales realizadas durante el período del reporte a discreción del desarrollador del proyecto pueden ser realizadas por una persona que no sea un técnico externo. En este caso, la competencia de la persona y la precisión del procedimiento de verificación de campo deben ser evaluadas y aprobadas por el organismo de verificación. Además, si la verificación de campo revela una precisión fuera del umbral de +/- 5 %, se requiere calibración y los datos se deben escalar como se detalla anteriormente.

A fin de proporcionar flexibilidad en la verificación, los datos monitoreados hasta dos meses después de una verificación de campo pueden ser verificados. Como tal, la fecha de finalización del período de reporte no debe ser de más de dos meses después de la última verificación de campo exitosa.

Si se utiliza un instrumento portátil:

1. adquiere datos del proyecto (por ejemplo, se utiliza un analizador de metano portátil para tomar mediciones semanales de la concentración de metano), o

2. se usa para verificar en el campo la precisión de la calibración del equipo que adquiere datos del proyecto y el instrumento portátil produce una salida de datos que se usa o podría usarse en los cálculos de reducción de emisiones (es decir, flujo o concentración); después,

el instrumento portátil deberá ser mantenido y calibrado según las especificaciones del fabricante y debe ser calibrado por lo menos una vez al año por el fabricante, por un laboratorio autorizado por el fabricante, o en un laboratorio de ISO 17025 acreditado. Otros equipos utilizados para QA/QC de instrumentos de monitoreo deben mantenerse de acuerdo con las especificaciones del fabricante, incluida la calibración cuando se especifique. El instrumento portátil también debe ser calibrado al campo a un gas de muestreo conocido antes de cada uso.

6.3 Datos Faltantes

En situaciones donde faltan datos de la tasa de flujo o el equipo de supervisión de concentración de metano, el desarrollador del proyecto deberá aplicar la metodología de sustitución de datos proporcionada en el Apéndice C. Si por alguna razón el equipo de monitoreo del dispositivo de destrucción no funciona (por ejemplo, el termopar del quemador) entonces no pueden registrarse reducciones de las emisiones para el período de no funcionamiento.

6.4 Parámetros de Monitoreo

Los parámetros de monitoreo establecidos para calcular las Emisiones de Línea Base y del proyecto se indican en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Datos de Monitoreo a ser Recolectados y Utilizados para Calcular las Reducciones de Emisiones

Ecuación	Parámetro	Descripción	Unidad de Datos	Frecuencia de medición	Calculado (c) Medidos (m) Referencia (r) Registros de Operaciones (o)	Comentario
Parámetros de seguimiento cualitativo						
		La Prueba de Requerimiento Legal	Certificado de implementación voluntaria del desarrollador del proyecto	Cada Período de Reporte		Debe ser monitoreado y determinado para cada período de reporte. El proyecto deberá documentar todas las reglamentaciones, ordenanzas y requisitos de permisos federales, estatales y locales (y el estado de cumplimiento de cada uno) que se aplican al proyecto de reducción de GEI. El desarrollador del proyecto deberá proporcionar una declaración de implementación voluntaria del proyecto firmada.

		Cumplimiento Normativo	Certificación del desarrollador de proyecto para el cumplimiento de las normativas relativas al proyecto de gas de relleno sanitario	Cada Período de Reporte		Debe ser controlado y determinado por cada período del proyecto. El desarrollador del proyecto deberá documentar todas las regulaciones, ordenanzas y requisitos de permisos federales, estatales y locales, (y el estado de cumplimiento para cada uno) que se aplican para el proyecto de reducción de gases de efecto invernadero. El desarrollador del proyecto deberá proporcionar una certificación firmada de su estado de conformidad para las regulaciones, ordenanzas y requisitos de permisos federales, estatales y locales antes mencionadas.
		Operación del dispositivo de destrucción		Por hora	o	Requeridos para cada dispositivo de destrucción. Para las bengalas, la operación se define como lecturas de termopar por encima de 260°C.
Parámetros de seguimiento cualitativo						
Ecuación 5.1	ER	Reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero durante el período de reporte	tCO_2e		c	
Ecuación 5.1 Ecuación 5.3	BE	Emisiones de línea base durante el período de reporte	tCO_2e		c	

Ecuación 5.1 Ecuación 5.6	PE	Emisiones del proyecto durante el período de reporte	tCO_2e		c	
Ecuación 5.2 Ecuación 5.4	$LFG_{i,t}$	Cantidad total de gases de rellenos sanitarios alimentado al dispositivo de destrucción I, en interna de tiempo t, a presión y temperatura estándar	scf	Continuo	m/c	Medido continuamente por un medidor de flujo y registrado al menos una vez cada 15 minutos. Datos para ser agregados por intervalo de tiempo t (este parámetro se calcula en casos donde el flujo medido debe corregirse por temperatura y presión).
Ecuación 5.2	$LFG_{no\ adjustado}$	Volumen de gases de rellenos sanitarios sin ajustar recolectados para el intervalo de tiempo determinado	acf	Continuo	m	Utilizado únicamente en casos donde el medidor de flujo no corrige automáticamente a 0°C y 1 atm.
Ecuación 5.3 Ecuación 5.4	CH_4Dest_{PR}	Metano total destruido por el sistema de recolección y destrucción de gas de relleno sanitario del proyecto durante el período de reporte	tCH_4		c	

Ecuación 5.3	DF	Factor de descuento para justificar las incertidumbres asociadas con los equipos de monitoreo	0, 0.10, 0.2		r	Igual a cero si utiliza un monitor continuo de metano.
Ecuación 5.3	OX	Factor de oxidación de metano por las bacterias del suelo	0, 0.10		r	Igual a 0,10 para todos los relleno sanitarios excepto aquellos que incorporan un revestimiento sintético a lo largo de toda el área de los sistemas de cobertura final donde OX = 0.
Ecuación 5.3 Ecuación 5.5 Ecuación 5.8 Ecuación 5.12	PCG	Potencial de calentamiento global de 100 años para CH_4	tCO_2e / tCH_4	Cada Período de Reporte	r	Consulte el Manual del Programa de Compensaciones de la Reserva y memos para valores actualizados
Ecuación 5.3 Ecuación 5.5	$Dest_{base}$	Ajuste para justificar la destrucción de metano de línea base asociada con un dispositivo de destrucción de línea base	tCO_2e		c	Es igual a cero si no hay un sistema de destrucción de LFG previsto en lugar antes de la ejecución del proyecto.
Ecuación 5.4	CH_4Dest_i	La cantidad neta de metano destruido por el dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m^3CH_4		c	

Ecuación 5.4	Q_i	Cantidad total de metano de los rellenos sanitarios enviada al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m^3CH_4	Todos los días de la semana	c	Calculado diariamente si el metano se mide continuamente o semanalmente si el metano se mide semanalmente.
Ecuación 5.4	DE_i	Eficiencia de destrucción de metano del dispositivo i	%	Una vez	r/m	Los desarrolladores de proyecto tienen la opción de utilizar un proveedor de servicios de prueba estatal o local acreditado para probar la eficiencia de destrucción de metano real de cada uno de los dispositivos de destrucción utilizados en el proyecto. Si utiliza datos de prueba para obtener eficiencias de destrucción en la ecuación 5.2, toda la documentación de prueba deberá facilitarse al verificador. Consulte el Apéndice B para los valores por defecto.
Ecuación 5.4	*t*	Intervalo de tiempo para el cual se agregan las mediciones de flujo y concentración de Gas de Rellenos Sanitarios	Semana, día, o intervalo más corto	Continuo/ Diario/Semanal	r	Los proyectos que emplean la vigilancia de concentración de metano continua podrán utilizar el intervalo de su sistema de adquisición de datos. De lo contrario, este parámetro es igual a un día de concentración de metano continuamente monitoreado y una semana para la concentración de metano supervisado semanalmente.

Ecuación 5.4 Ecuación 5.8	$PR_{CH4,t}$	La fracción promedio de metano del gas del relleno sanitario en el intervalo de tiempo t	m^3CH_4 / m^3Gas de Rellenos Sanitarios	Continuo/ Semanal	m	Medido por un analizador de gases continuo o un analizador de gases portátil calibrado. Debe realizarse un promedio de los dates por intervalo de tiempo t.
Ecuación 5.6.	$Closed_{discount}$	Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en la antorcha de referencia desde los pozos de referencia en un relleno sanitario cerrado	m^3CH_4	Anualmente	C	Calculado por año, pero puede ser escalado para periodos de reporte de proyectos menores a un año
Ecuación 5.7.	$NQ_{discount}$	Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado de dispositivo de linea de destrucción, no calificado	m^3CH_4	Anualmente	C	Calculado por año, pero puede ser escalado para periodos de reporte de proyectos menores a un año
Ecuación 5.8	$Dest_{max}$	Deducción de la capacidad no utilizada del dispositivo de linea de destrucción	m^3CH_4	Semanal, mensual o por periodo de reporte (no más que semanal)	C	Esta deducción sólo se aplicará cuando se utilice un nuevo dispositivo de destrucción durante la actividad del proyecto

Ecuación 5.8	$LFG_{B,t}$	Flujo de gas de relleno sanitario real del dispositivo de destrucción de metano en el intervalo de tiempo t	m^3 / t	Anualmente	c	Calculado según la Sección 5. Calculado por año, pero puede ampliarse para períodos de reporte de proyecto de menos de un año.
Ecuación 5.6.	$B_{CH4,\ closed}$	Fracción de metano del gas de relleno destruido por antorchas de base en un relleno cerrado	m^3CH_4 / m^3LFG	Continuo/ Otro	m	Medido por un analizador de gas continuo o un analizador de gas portátil calibrado
Ecuación 5.7.	LFG_{B2}	Gas de relleno que habría sido destruido por el sistema de destrucción original no calificado durante el período de reporte	m^3LFG / year	Anualmente	c	Calculado según la Sección 5, o según las orientaciones del Apéndice C. Calculado por año, pero puede ser escalado para los periodos de reporte de proyectos menores a un año
Ecuación 5.7.	$B_{CH4,NQ}$	Fracción de metano del gas de relleno destruido por dispositivos no calificados de la base	m^3CH_4 / m^3LFG	Continuo/ Otro	m	Medido por un analizador de gas continuo o un analizador de gas portátil calibrado

Ecuación 5.8	$LFG_{Bmax,t}$	La máxima capacidad de flujo de gas de relleno sanitario del dispositivo de destrucción de metano de en el intervalo de tiempo t	m^3 / t	Al comienzo del primer período de reporte	c	Calculado en base a las especificaciones del fabricante y/o de los ingenieros para el dispositivo de destrucción y sistema ventilador. Se utilizará la capacidad máxima del componente limitante, el dispositivo de destrucción o ventilador.
Ecuación 5.8	$LFG_{B,t}$	El flujo de gas de relleno real del dispositivo de destrucción de metano de base en el intervalo de tiempo *t*	m^3	Continuo	m	Medido continuamente por un caudalímetro y registrado al menos una vez cada 15 minutos
Ecuación 5.9 Ecuación 5.10	FF_{CO2}	Emisiones de dióxido de carbono totales de la destrucción de combustibles fósiles durante el período de reporte	tCO_2	Anualmente	c	

Ecuación 5.10	$FF_{PR,j}$	Total de combustible fósil consumido por el sistema de recolección y destrucción de gas del relleno sanitario del proyecto durante el período de reporte, por combustible tipo j	GJ / yr	Mensual	o	Calculado a base de registros mensuales de combustible fósil comprado y consumido.
Ecuación 5.10	$EF_{FF,j}$	Factor de emisión de combustible específico	$kgCO_2$ / GJ combustible fósil	Anualmente	r	Consulte el Apéndice B.
Ecuación 5.9 Ecuación 5.11	EL_{CO2}	Emisiones de dióxido de carbono indirectas totales desde el consumo de electricidad de la red durante el período de reporte	tCO_2		c	
Ecuación 5.11	EF_{EL}	Factor de emisión de carbono para la electricidad utilizada	$kgCO_2$ / MWh	Anualmente	r	

Ecuación 5.11	EL_{PR}	Total de electricidad consumida por el sistema de recolección y destrucción de gas del relleno sanitario del proyecto durante el período de reporte	MWh		m/o	Obtenida de la medición en sitio o de registros de compra de utilidad. Necesarios para determinar las emisiones de CO_2 del uso de electricidad para operar la actividad de proyecto.
Ecuación 5.9 Ecuación 5.12	NG_{PR}	Cantidad total de gas natural suplementario utilizado durante el período de reporte	tCO_2	Anualmente	c	Incluye emisiones de metano y dióxido de carbono no combustionado.
Ecuación 5.12	NG_i	Cantidad total de gas natural suplementario entregado al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m^3	Continuo	m	Medidos antes de la entrega al dispositivo de destrucción.
Ecuación 5.12	NG_{CH4}	Fracción de metano promedio del gas natural suplementario previsto por el proveedor de combustible	m^3CH_4 / m^3FFG		r	Consulte los registros de compra.

Ecuación 5.2	T	Temperatura del gas de relleno sanitario	°C	Continuo	m	No requiere control independiente de temperatura cuando se utilizan medidores de flujo que ajustan los volúmenes de flujo de temperatura y presión automáticamente, expresando los volúmenes GNL en pies cúbicos normalizado.
Ecuación 5.2	P	Presión del gas de relleno sanitario	atm	Continuo	m	No requiere control independiente de temperatura cuando se utilizan medidores de flujo que ajustan los volúmenes de flujo de temperatura y presión automáticamente, expresando los volúmenes GNL en pies cúbicos normalizado.

7 Parámetros de Reporte

Esta sección ofrece una guía sobre las reglas y procedimientos de reporte. Una de las prioridades de la Reserva es facilitar la divulgación de información en forma consistente y transparente entre los desarrolladores de proyectos. Se deben reportar las reducciones de emisiones netas de metano y bióxido de carbono dentro del Límite de Estimación de los GEI. Como mínimo, los desarrolladores de proyectos deben presentar al Reserva reportes de las reducciones de emisiones verificadas, una vez por año.

7.1 Documentación para la Presentación del Proyecto

Los desarrolladores de proyectos deben presentar la siguiente información al Reserva antes de registrar las reducciones asociadas con la instalación de un sistema de recolección y destrucción de gas de relleno sanitario.

- Formato de Presentación de Proyectos
- Diagrama del proyecto
- Formato de Declaración de Propiedad firmado
- Formato de Declaración de Cumplimiento Reglamentario firmado
- Formato de Declaración de Implementación Voluntaria firmado
- Reporte de Verificación
- Declaración de Verificación

Los desarrolladores del proyecto deben proporcionar la siguiente documentación durante cada período para que la Reserva emita los CRTs para las reducciones de gases de efecto invernadero cuantificadas.

- Reporte de Verificación
- Declaración de Verificación
- Formato de Declaración de Propiedad firmado
- Formato de Declaración de Cumplimiento Reglamentario firmado
- Formato de Declaración de Implementación Voluntaria firmado

Como mínimo, la documentación del proyecto anterior estará disponible al público a través del registro en línea de la Reserva. Mayor divulgación y otra documentación podrá estar puesto a disposición de forma voluntaria a través de la Reserva. Los formatos de presentación del proyecto pueden encontrarse en https://www.climateactionreserve.org/how/protocols/mexico-landfill/

7.2 Mantenimiento de Registros

Con el propósito de poder realizar verificaciones independientes y llevar un registro histórico de la documentación, los desarrolladores de proyectos deben conservar toda la información descripta en este protocolo por un período de 10 años desde el momento de su generación o por 7 años desde su última verificación. Esta información no estará disponible públicamente, pero puede ser solicitada por el verificador o por la Reserva.

La información que el desarrollador del proyecto debe conservar es:

- Todas las entradas de datos sobre el cálculo de las reducciones de las reducciones de GEI.

- Copias de todos las licencias o permisos de operación de residuos sólidos, aire, agua y tierra, avisos de incumplimiento, y toda orden de autorización administrativa o legal fechada, al menos, 3 años antes de la fecha de inicio del proyecto, y por cada año siguiente de operación del mismo.
- Certificación del desarrollador del proyecto del cumplimiento de los requisitos reglamentarios relacionados con el proyecto de gas de relleno sanitario.
- Información sobre los dispositivos de recolección y control (fechas de instalación, listado de equipos, etc.)
- Información sobre el medidor de flujo del gas de relleno sanitario (número de modelo, número de serie, procedimientos de calibración del fabricante).
- Información sobre el monitor de metano (número de modelo, número de serie, procedimientos de calibración).
- Información sobre el monitor del dispositivo de destrucción (número de modelo, número de serie, procedimientos de calibración).
- Datos del flujo del biogás (para cada medidor de flujo)
- Datos de calibración del medidor de flujo del biogás (para cada medidor de flujo)
- Datos de monitoreo del metano
- Datos de calibración del monitor de metano
- Datos de monitoreo del dispositivo de destrucción (para cada dispositivo de destrucción)
- Datos de calibración del monitor del dispositivo de destrucción (para cada dispositivo de destrucción)
- Cálculos mensuales y anuales de las toneladas de CO_2e
- Registros y resultados de las verificaciones iniciales y anuales.
- Todos los registros de mantenimiento relevantes al sistema de control del gas de relleno sanitario, equipos de monitoreo y dispositivos de destrucción.

- Registros operativos del vertedero relacionados con la cantidad de desechos colocados en el sitio (registros de básculas, etc.), o el reporte WIP documentado más reciente aceptado por una agencia reguladora

  La información sobre el analizador de gas portátil calibrado que el desarrollador del proyecto debe conservar es:

  - Fecha, hora y lugar de medición del metano
  - Contenido de metano del biogás (% por volumen) para cada medición
  - Tipo y número de serie del instrumento de medición del metano
  - Medidas correctivas adoptadas en caso de que el instrumento no cumpla con las especificaciones de desempeño.

7.3 Periodo de Reporte y Ciclo de Verificación

7.3.1 Periodos de Reporte

El periodo de reporte es el periodo de tiempo durante el cual se cuantifican las reducciones de emisiones de GEI de las actividades del proyecto. Los desarrolladores de proyectos deben reportar las reducciones de GEI resultantes de las actividades del proyecto durante cada período de reporte. Un periodo de reporte no puede superar los 12 meses de duración, excepto el periodo de reporte inicial, que puede abarcar hasta 24 meses. La Reserva aceptará reportes verificados de reducción de emisiones cada seis meses, si el desarrollador del proyecto opta por un período de reporte y programa de verificación subanual (por ejemplo, mensual, trimestral o semestral). período de reporte Los periodos de reporte deben ser contiguos; no puede haber

lagunas en los reportes durante el periodo de acreditación de un proyecto una vez que el primer periodo de reporte ha comenzado.

7.3.2 Periodos de verificación

El período de verificación es el período de tiempo durante el cual se verifican las reducciones de emisiones de GEI de las actividades del proyecto. El período de verificación inicial de un proyecto de relleno está limitado a un período de reporte de hasta 24 meses de datos. Los períodos de verificación posteriores pueden abarcar hasta dos períodos de reporte, con un máximo de 24 meses de datos (es decir, 12 meses de datos por período de reporte). No se emitirán CRT para los periodos de reporte que no hayan sido verificados. En el caso de cualquier período de reporte que termine antes del final del período de verificación (es decir, el año 1 de un período de verificación de 2 años), deberá presentarse a la Reserva un reporte de monitoreo provisional a más tardar seis meses después del final del período de reporte correspondiente. El reporte de monitoreo intermedio contendrá un resumen de las reducciones de las emisiones, una descripción de las actividades de QA/QC y una descripción de cualquier posible incumplimiento, error en los datos, problemas de medición o cambios importantes en el proyecto. Todas las secciones obligatorias de los reportes de monitoreo provisionales deben verificarse en la verificación posterior.

Para cumplir el plazo de verificación, el desarrollador del proyecto debe tener la documentación de verificación requerida (véase el apartado 7.1) presentada en un plazo de 12 meses a partir del final del período de verificación. La fecha de finalización de cualquier periodo de verificación debe coincidir con la fecha de finalización de un periodo de reporte.

7.3.3 Calendario de visitas de verificación

Debe realizarse una visita al sitio durante la verificación inicial y, a partir de entonces, al menos una vez cada dos periodos de reporte. Un periodo de reporte puede ser verificado sin una nueva visita al sitio si se cumplen los siguientes requisitos:

1. Se realizó una nueva visita al sitio junto con la verificación del período de reporte anterior;
2. La verificación actual está siendo realizada por el mismo organismo de verificación que realizó la visita al sitio para la verificación anterior; y
3. No se han producido cambios significativos en los sistemas de gestión de datos, en los equipos o en el personal desde la anterior visita a las instalaciones.

Los requisitos anteriores se aplican independientemente de si el período de verificación contiene uno o dos períodos de reporte. La Reserva mantiene la discreción de requerir una nueva visita al sitio durante un período de reporte a pesar de la satisfacción de los requisitos anteriores. Por ejemplo, la aprobación de una variación significativa durante el período de reporte podría considerarse motivo para negar la opción de renunciar a una visita al sitio para la verificación.

8 Orientación de Verificación

Esta sección les proporciona a los organismos de verificación una orientación acerca de cómo verificar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de los proyectos de gas de rellenos sanitarios desarrollados de acuerdo a las normas del presente protocolo. Esta guía de verificación complementa al Manual del Programa de Verificación de la Reserva y describe las actividades de verificación en el contexto de los proyectos de destrucción de gas de rellenos sanitarios en México.

Los organismos de verificación capacitados para verificar los proyectos de gas de rellenos sanitarios en México deberán de leer y familiarizarse con los siguientes documentos de la Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization – ISO) y de la Reserva:

- Manual del Programa de Créditos de Compensación de la Reserva
- Manual del Programa de Verificación de la Reserva
- Software de la Reserva
- ISO 14064-3:2006 Principios y Requisitos para la Verificación de Inventarios y Proyectos GEI

El Manual del Programa de Créditos de Compensación de la Reserva, Manual del Programa de Verificación y los protocolos del proyecto están diseñados para ser compatibles entre sí y están disponibles en el sitio Web de la Reserva en http://www.climateactionreserve.org.

En los casos donde el Manual del Programa de Créditos de Compensación de la Reserva y/o el Manual del Programa de Verificación difieren de la orientación en el presente protocolo, regirá lo que se dicta en este protocolo.

Sólo los organismos de verificación acreditados por ISO, capacitados por la Reserva para este tipo de proyecto son elegibles para verificar informes sobre proyectos de rellenos sanitarios. Los organismos de verificación aprobados bajo otros protocolos de manejo de desechos y destrucción de metano de la Reserva o de la Junta de Recursos del Aire de California también pueden verificar proyectos de vertederos. Se puede encontrar información acerca de la acreditación de los organismos de verificación y de la capacitación de verificación del proyecto de la Reserva en el sitio web de la Reserva
https://www.climateactionreserve.org/how/verification/

8.1 Estándar de Verificación

El estándar de verificación de la Reserva para proyectos de rellenos sanitarios en México es el Protocolo de Rellenos Sanitarios de México (este documento), El Manual del Programa de Créditos de Compensación de la Reserva y el Manual del Programa de Verificación de la Reserva. Para verificar el reporte del proyecto del desarrollador de proyecto de un relleno sanitario, los organismos de verificación aplican las instrucciones del Manual del Programa de Verificación y esta sección del protocolo a las normas descritas en la Sección 2 a la 7 del presente protocolo. Las Secciones 2 a 7 proporcionar normas de elegibilidad, métodos para calcular la reducción de las emisiones, instrucciones y requisitos de supervisión del rendimiento y procedimientos para la presentación de reportes de información del proyecto a la Reserva.

8.2 Plan de Monitoreo

El Plan de Monitoreo sirve como base para los organismos de verificación para confirmar que se hayan cumplido los requisitos de monitoreo y notificación en la Sección 6 y 7, y que un monitoreo y mantenimiento de registros consistente y riguroso esté en curso en el lugar del proyecto. Los organismos de verificación deberán confirmar que el Plan de Monitoreo cubre todos los aspectos de monitoreo y notificación contenidos en el presente protocolo y que especifiquen cómo se recogen y se registran los datos para todos los parámetros pertinentes en la Tabla 6.1.

8.3 Verificación de la Elegibilidad del Proyecto

Los organismos de verificación deben afirmar la elegibilidad de un proyecto de rellenos sanitarios de acuerdo a las reglas descritas en el presente protocolo. La tabla siguiente describe los criterios de elegibilidad para un proyecto de rellenos sanitarios. Esta tabla no representa todos los criterios para determinar la elegibilidad de manera integral; los organismos de verificación también deben observar la Sección 3 y la lista de elementos de verificación en la Tabla 8.2.

Tabla 8.1. Resumen de los Criterios de Elegibilidad

Reglas de Elegibilidad	Criterios de Elegibilidad	Frecuencia de Aplicación de la Regla
Ubicación	México	Una vez durante la primera verificación
Fecha de inicio	La fecha de inicio del proyecto no debe ser superior a 90 días después de que el gas de relleno sea destruido por primera vez por el dispositivo de destrucción del proyecto. Los proyectos deben presentarse para su inscripción en un plazo de 12 meses a partir de la fecha de inicio del proyecto.	Una vez durante la primera verificación
Período de acreditación del proyecto	Asegurarse de que el proyecto está dentro de su primer, segundo o tercer periodo de acreditación	Una vez durante cada periodo de acreditación
Estándar de Desempeño	Instalación de un dispositivo de destrucción que califique cuando no se requiere por ley (véase la Sección 3.4.1 para ver otros requisitos)	Una vez durante la primera verificación
Prueba de Requisito Legal	Formato de Declaración de Implementación Voluntaria firmado y procedimientos que establecen los procedimientos para determinar y demostrar que el proyecto pasa la Prueba de Requisito Legal	Cada verificación
Prueba de Cumplimiento Normativo	Formato de Declaración de Cumplimiento Regulatorio firmado y comunicación de todos los incumplimientos al verificador. El proyecto debe cumplir materialmente con todas las leyes aplicables.	Cada verificación
Exclusiones	▪ Biorreactores ▪ Rellenos sanitarios que re-circulan un líquido distinto a lixiviados en forma controlada ▪ Emisiones indirectas de los desplazamientos de electricidad de red o gas natural	Cada verificación

8.4 Actividades Principales de Verificación

El Protocolo de Proyectos en Rellenos Sanitarios en México proporciona requisitos y orientación explícita para cuantificar las reducciones de gases de efecto invernadero asociadas con la destrucción de metano de los rellenos sanitarios. El Manual del Programa de Verificación describe las actividades principales de verificación que deberán desempeñarse por órganos de verificación para todas las verificaciones del proyecto. Las mismas se resumen más abajo en el contexto de un proyecto de rellenos sanitarios, pero los organismos de verificación también deberán seguir la orientación general en el Manual del Programa de Verificación.

La verificación es un esfuerzo de una evaluación de riesgos y datos de muestreo diseñados para asegurar que el riesgo de informes erróneos es evaluado y abordado a través de muestreos adecuados, pruebas y revisiones y. Las tres actividades de verificación principales son:

1. Identificación de las fuentes, sumideros y depósitos de emisiones
2. Revisión de los sistemas de gestión de gases de efecto invernadero y las metodologías de estimación
3. Verificación de las estimaciones de reducción de las emisiones

Identificación de Fuentes, Sumideros y Depósitos de Emisiones
El organismo de verificación examina la totalidad de las fuentes, sumideros y depósitos identificados para un proyecto, como el uso de energía del sistema, el consumo de combustible, combustión y destrucción de varios dispositivos de destrucción calificativos y no calificativos y la oxidación del suelo.

Revisión de los sistemas de gestión de gases de efecto invernadero y metodologías de estimación
El organismo de verificación examina y evalúa la pertinencia de las metodologías y de los sistemas de gestión que el proyecto de rellenos sanitarios utiliza para recopilar datos de metano recogido y destruido y para calcular la línea base y las emisiones del proyecto.

Verificación de estimaciones de la reducción de las emisiones
El organismo de verificación además investiga áreas que tienen el mayor potencial de inexactitudes materiales y, luego confirma si se han producido inexactitudes materiales o no. Esto requiere visitas al sitio del proyecto para asegurar que los sistemas en el suelo corresponden a y son coherentes con los datos suministrados al organismo de verificación. Además, el organismo de verificación vuelve a calcular una muestra representativa de los datos de rendimiento o emisiones para ser comparada con los datos reportados por el desarrollador del proyecto a fin de verificar los cálculos de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

8.5 Elementos de Verificación del Proyecto de Rellenos Sanitarios de México

Las siguientes tablas ofrecen listas de elementos que un organismo de verificación necesita abordar mientras verifica un proyecto de rellenos sanitarios en México. Las tablas incluyen referencias a la sección del protocolo donde se describen los requisitos más detalladamente. La tabla también identifica elementos para los que se espera que un organismo de verificación aplique su opinión profesional durante el proceso de verificación. Se espera que los organismos de verificación utilicen su opinión profesional para confirmar que los requisitos del protocolo se cumplen en los casos donde el protocolo no proporciona orientación prescriptiva (suficiente). Para obtener más información sobre el proceso de verificación de la Reserva y la opinión profesional, véase el Manual del Programa de Verificación.

Nota: Estas tablas no deberán considerarse como una lista completa o un plan para las actividades de verificación, sino más bien como una orientación sobre las áreas específicas de los proyectos de rellenos sanitarios que deben abordarse durante la verificación.

8.5.1 Elegibilidad del Proyecto y Emisión de CRT

La Tabla 8.2 enumera los criterios para la garantía razonable con respecto a la elegibilidad y emisión de CRT para los proyectos de rellenos sanitarios en México. Estos requisitos determinan si un proyecto es elegible para ser registrado en la Reserva y/o para recibir CRTs para el período de reporte. Si no se cumple uno de los requisitos, el proyecto podrá

considerarse inelegible o las reducciones de gases de efecto invernadero del período de reporte (o un subconjunto del período de reporte) pueden ser inelegibles para la emisión de CRT, tal como se especifica en las Secciones 2, 3 y 6.

Tabla 8.2. Elementos de Verificación de Elegibilidad

Sección del Protocolo	Elemento de Calificación de Elegibilidad	¿Aplicar Opinión Profesional?
2.1	Verificar que el proyecto cumpla con la definición de un proyecto de rellenos sanitarios y que esté correctamente definido	No
2.1, 4	Confirmar que todos los dispositivos de calificación de línea base hayan sido correctamente justificados dentro del Límite Evaluación de Gases de Efecto Invernadero del proyecto	No
2.2	Verificar la titularidad de las reducciones revisando la Certificación del Título	No
2.2, 2.3	Para los acuerdos de uso directo entre el desarrollador del proyecto y el usuario final del gas de rellenos sanitarios (es decir, un cliente industrial que compra el gas de rellenos sanitarios de parte del desarrollador del proyecto), verificar que un mecanismo jurídicamente vinculante esté integrado en el lenguaje del acuerdo para asegurar que los créditos de desvío de los gases de efecto invernadero no serán contados dos veces	No
3.2	Verificar la elegibilidad de la fecha de inicio del proyecto	No
3.2	Verificar la precisión de la fecha de inicio del proyecto en base a los registros operacionales	Sí
3.3	Verificar que el proyecto esté dentro de su primer, segundo o tercer período de acreditación de 10 años	No
3.4.1	Verificar que el proyecto cumpla con la Prueba del Estándar de Desempeño adecuada para el tipo de proyecto	No
3.4.2	Confirmar la ejecución del Formato de Declaración de Implementación Voluntaria para demostrar la elegibilidad bajo la Prueba de Requerimiento Legal	No
3.5	Verificar que las actividades del proyecto cumplan con las leyes aplicables revisando los casos de incumplimiento proporcionados por el desarrollador del proyecto y realizar una evaluación del riesgo para confirmar las declaraciones hechas por el desarrollador del proyecto en el Formato de Declaración de Cumplimiento Regulatorio	Sí
6	Verificar que el Plan de Monitoreo del proyecto contenga los procedimientos para determinar y demostrar que el proyecto pasa la Prueba de Requerimiento Legal en todo momento	Sí
6	Verificar que el monitoreo cumpla con los requisitos del protocolo. Si no es así, verificar que una variación haya sido aprobada para las variaciones de monitoreo	No
6	Verificar que el sistema de control de gases de rellenos sanitarios esté siendo operado de manera compatible con las especificaciones de diseño	Sí
6	Verificar que haya una persona responsable de administrar y notificar las emisiones de gases de efecto invernadero, y que dicha persona esté debidamente capacitada y calificada para realizar esta función	Sí

Sección del Protocolo	Elemento de Calificación de Elegibilidad	¿Aplicar Opinión Profesional?
6.2	Verificar que todos los medidores de flujo de gas y los analizadores de metano se adhirieran a la programación de inspección, limpieza y calibración especificada en el protocolo. Si no es así, verificar que la variación para vigilar las variaciones haya sido aprobada o que se hayan hecho ajustes a los datos de acuerdo a los requisitos del protocolo	No
6.2	Si algún equipo falló una verificación de calibración, verificar que los datos de ese equipo fueron escalados según el procedimiento de calibración fallido para el período de tiempo adecuado	No
6.3	Si se utiliza, verificar que se haya aplicado la metodología de sustitución de datos correctamente	No
7.1, 7.2	Verificar que se creen los documentos apropiados para apoyar y/o justificar actividades relacionadas con la notificación de emisión de gases de efecto invernadero y que tal documentación se mantiene adecuadamente	Sí
	Si se concedieron variaciones, verificar que los requisitos de variación fueron cumplidos y aplicados correctamente	Sí
	Si se tomaron períodos de reporte de cero créditos, verifique que se cumplieron los requisitos del período de reporte de cero créditos	Si

8.5.2 Cuantificación de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

La Tabla 8.3 enumera los elementos que los organismos de verificación deberán incluir en su evaluación de riesgos y re-cálculo de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero del proyecto. Estos elementos de cuantificación mostrarán cualquier decisión con respecto a si existen inexactitudes materiales y/o inmateriales en los cálculos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del proyecto. Si existen inexactitudes materiales, deben revisarse los cálculos antes de que se emitan las CRTs.

Tabla 8.3. Elementos de Verificación de Cuantificación

Sección del protocolo	Elemento de Cuantificación	¿Aplicar Opinión Profesional?
4	Verificar que los SSRs incluidos en el Límite de la Evaluación de Gases de Efecto Invernadero correspondan a aquellos requeridos por el protocolo y los representados en el proyecto	No
5	Verificar que el desarrollador del proyecto haya cuantificado y agregado el uso de electricidad correctamente	Sí
5	Verificar que el desarrollador del proyecto haya cuantificado y agregado el uso de combustibles fósiles correctamente	Sí
5	Verificar que el desarrollador del proyecto haya aplicado los factores de emisión de combustibles fósiles y la entrega de electricidad por redes correctos	No

Sección del protocolo	Elemento de Cuantificación	¿Aplicar Opinión Profesional?
5.1	Verificar que el desarrollador del proyecto haya justificado la destrucción de metano de línea base en el escenario de línea base correctamente	No
5.2	Verificar que el desarrollador del proyecto haya monitoreado, cuantificado y agregado la cantidad de metano recogido de los rellenos sanitarios y destruido por el sistema de control de gases de rellenos sanitarios de proyecto correctamente	No
5, Apéndice B	Verificar que el desarrollador del proyecto haya aplicado las eficiencias de destrucción de metano correctas	No
Apéndice B	Si el desarrollador del proyecto ha utilizado los datos de prueba de origen en lugar de las eficiencias de destrucción predeterminadas, verificar la exactitud y pertinencia de los datos y cálculos	Sí

8.5.3 Evaluación de Riesgos

Los organismos de verificación revisarán los siguientes elementos en la Tabla 8.4 para orientar y dar prioridad a la evaluación de los datos utilizados para determinar la elegibilidad y cuantificación de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 8.4. Elementos de Verificación de Evaluación de Riesgos

Sección de Protocolo	Elemento que Informan la Evaluación de Riesgos	¿Aplicar Opinión Profesional?
6	Verificar que el plan de monitoreo del proyecto es suficientemente riguroso como para apoyar los requisitos del protocolo y el buen funcionamiento del proyecto	Sí
6	Verificar que la persona o el equipo responsable de la administración e informe de actividades del proyecto están capacitadas para realizar esta función	Sí
6	Verificar que se haya impartido capacitación adecuada al personal asignado para las funciones de reporte de gases de efecto invernadero	Sí
6	Verificar que todos los contratistas estén cualificados para la administración y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero si el desarrollador del proyecto depende de ellos. Verificar que haya una supervisión interna para asegurar la calidad del trabajo del contratista	Sí
6.1	Verificar que el equipo de monitoreo adecuado esté en su lugar para satisfacer los requisitos del protocolo	No
6.2	Verificar que el equipo de destrucción de metano fue operado y mantenido de acuerdo a las especificaciones del fabricante	Sí
7.2	Verificar que todos los registros necesarios se hayan mantenido por el desarrollador del proyecto	No

8.5.4 Completando la Verificación

El Manual del Programa de Verificación proporciona información detallada e instrucciones para que los organismos de verificación finalicen el proceso de verificación. Describe cómo completar un Reporte de Verificación, cómo preparar una Declaración de Verificación, cómo presentar los documentos necesarios a la Reserva y cómo notificar a la Reserva sobre el estado verificado del proyecto.

9 Glosario de Términos

Adicionalidad	Prácticas de manejo de rellenos sanitarios que exceden las prácticas de operación habituales, superan la caracterización original, y no son exigidas por la ley.
Anaeróbico	Relativo a, o causado por la ausencia de oxígeno.
Biorreactor	Cualquier relleno sanitario que: a. Cumple con la definición de la EPA de un biorreactor: "un relleno sanitario MSW o parte de un relleno sanitario MSW donde cualquier líquido distinto de lixiviados (lixiviado incluye condensado de gas de relleno sanitario) se agrega de forma controlada en la masa de residuos (a menudo en combinación con recirculación de lixiviados) para llegar a un contenido de humedad promedio mínimo de al menos 40 por ciento en peso para acelerar o mejorar la biodegradación anaeróbica (sin oxígeno) de los residuos." b. Ha sido designado por los reguladores federales, estatales o locales como un biorreactor. c. Ha recibido subvenciones o financiación para operar como un biorreactor.
CO_2 equivalente (CO_2e)	La cantidad de un determinado GEI multiplicada por su Potencial de Calentamiento Global total. Esta es la unidad estándar para comparar el grado de calentamiento que pueden causar los diferentes gases de efecto invernadero.
Combustible fósil	Combustible, como el carbón, aceite y gas natural, producido por la descomposición de plantas y animales fosilizados.
Combustión móvil	Emisiones resultantes del transporte de materiales, productos, residuos y empleados como consecuencia de la combustión de los combustibles de las fuentes de combustión móviles pertenecientes a, o controladas por una compañía (ej. Automóviles, camiones, tractores, topadoras, etc.).
Compuestos orgánicos no metánicos (NMOC)	Compuestos orgánicos no metánicos medidos de acuerdo a las disposiciones de 40 CFR 60.754.
Desarrollador del proyecto	Entidad que lleva a cabo una actividad de proyecto, como se identifica en el Protocolo de Proyectos en Rellenos Sanitarios en México. El desarrollador del proyecto puede ser un tercero independiente o la entidad que maneja el relleno sanitario.
Bióxido de carbono (CO_2)	El gas más común de los seis gases de efecto invernadero primarios, compuesto por un solo átomo de carbono y dos átomos de oxígeno.
Emisiones antropogénicas	Emisiones de gas de efecto invernadero provocadas por la actividad humana, consideradas como un componente no natural del Ciclo del Carbono (ej: destrucción de combustibles fósiles, deforestación, etc.).
Emisiones de CO_2 biogénicas	Emisiones de CO_2 que resultan de la destrucción y/o descomposición aeróbica de la materia orgánica. Las emisiones biogénicas son

	consideradas una parte natural del Ciclo del Carbono, a diferencia de las emisiones antropogénicas.
Emisiones directas	Emisiones de gas de efecto invernadero de fuentes pertenecientes a, o controladas por la entidad que las reporta.
Emisiones indirectas	Emisiones que resultan como consecuencia de las acciones de la entidad que las reporta, pero que son producidas por fuentes pertenecientes a, o controladas por otra entidad.
Dispositivo de destrucción no calificativo	Un quemador pasivo u otro sistema de combustión que da como resultado la destrucción de metano, pero que no puede ser usado como dispositivo de destrucción principal para un proyecto de destrucción de metano en virtud del presente protocolo.
Gas Licuado del Petróleo (GLP)	Combustible que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento de los líquidos del gas natural. Se compone principalmente de propano, butano, o una mezcla de ambos.
Gas de efecto invernadero (GEI)	Bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hexafluoruro de azufre (SF_6), hidrofluorocarbonos (HFCs), o perfluorocarbonos (PFCs).
Gas de relleno sanitario (biogás)	Gas que resulta de la descomposición de los residuos dispuestos en un relleno sanitario. Generalmente, el gas de relleno sanitario contiene metano, bióxido de carbono y otros gases orgánicos e inertes.
Línea Base del proyecto	Estimación de emisión de GEI habitual con respecto a la cual se miden las reducciones de emisiones de GEI generadas por una actividad de reducción de GEI específica.
Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)	Uno de los mecanismos de flexibilización del Protocolo de Kyoto. Permite a los países del Anexo1 del Protocolo de Kyoto suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en el primer periodo de compromiso comprendido entre los años 2008 - 2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (también denominados países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kyoto).
Metano (CH_4)	Potente gas de efecto invernadero con un Potencial de Calentamiento Global de 28[22], compuesto por un solo átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno.
Norma Oficial Mexicana NOM-083- SEMARNAT-2003	Norma oficial vigente que provee especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
Organismo verificador	Firma acreditada por la Reserva y el Estado de California para emitir un dictamen de verificación y ofrecer servicios de verificación a los operadores que deben presentar los reportes establecidos por este protocolo.

[22] Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2014.

Óxido nitroso (N_2O)	Gas de efecto invernadero compuesto por dos átomos de nitrógeno y un solo átomo de oxígeno.
Período de reporte	Período específico de operación del proyecto para el cual el desarrollador del proyecto ha calculado y reportado reducciones de las emisiones y busca la verificación y la emisión de créditos. El período de reporte no puede ser de más de 12 meses.
Potencial de calentamiento global (PCG)	Índice de fuerza radiactiva (grado de calentamiento atmosférico) que podría resultar de la emisión de una unidad de un determinado GEI comparado con una unidad de CO_2.
Proyecto de gas de relleno sanitario	Instalación de infraestructura cuya operación genera una disminución de las emisiones de GEI por medio de la destrucción del componente de metano del gas de relleno sanitario.
Quemador	Dispositivo de destrucción que utiliza una llama abierta para quemar gases combustibles con aire de combustión provisto por el aire ambiental no controlado que rodea a la llama.
Rellenos sanitarios	Área de tierra definida o excavación que recibe o ha recibido residuos como residuos domésticos, residuos sólidos comerciales, residuos no peligrosos y residuos sólidos industriales.
Relleno sanitario elegible	Un relleno sanitario: 1. No está sujeto a reglas u otros requisitos legales que requieran la destrucción de gas metano 2. No es biorreactor 3. No agrega ningún líquido lixiviado en la masa de residuos de una manera controlada
Verificación	Proceso utilizado para garantizar que las emisiones o reducciones de emisiones de GEI de un determinado participante han cumplido con el estándar mínimo de calidad y con los procedimientos y protocolos establecidos por la Reserva para calcular y reportar las emisiones y reducciones de emisiones de GEI.
Verificador acreditado	Firma verificadora aprobada por la Reserva para proveer servicios de verificación a los desarrolladores de proyectos.

10 Referencias

Página web de la Junta de Recursos del Aire de California: California Air Resources Board, Landfill Methane Control Measure http://www.arb.ca.gov/cc/ccea/landfills/landfills.htm.

Climate Action Reserve, Program Manual (Marzo 2010).

Climate Action Reserve, U.S. Landfill Project Protocol Version 4.0 (2011).

Climate Action Reserve, Verification Program Manual (Diciembre 2010).

GE AES Greenhouse Gas Services, Landfill Gas Methodology, Versión 1.0 (Julio 2007).

Intergovernmental Panel on Climate Change, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2001).

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 10: Emissions from Livestock and Landfill (2006)

International Organization for Standardization, ISO 14064 Greenhouses Gases Part 2, "Specification with Guidance at the Project Level for Quantification, Monitoring and Reporting of Greenhouse Gas Emissions Reductions or Removal Enhancements", Primera edición 2006-03-01.

International Organization for Standardization, ISO 14064 Greenhouses Gases Part 3, "Specification With Guidance for the Validation and Verification of Greenhouse Gas Assertions", Primera Edición 2006-03-01.

Methane to Markets Partnership Landfills Subcommittee. 2007 Methane To Markets Partnership Expo, Preliminary Assessment For Landfill Methane Partnership Opportunities.

Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions. "Harnessing Farms and Forests in the Low-Carbon Economy How to Create, Measure, and Verify Greenhouse Gas Offsets", Duke University Press, Durham & London, 2007.

Regional Greenhouse Gas Initiative, Draft Model Rule (Enero 2007).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Revisions to the Approved Consolidated Baseline and Monitoring Methodology ACM0001, "Consolidated baseline methodology for landfill gas project activities," Clean Development Mechanism, Versions 06, Sectoral Scope 13 (Julio 2007).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Revisions to the Approved Consolidated Baseline and Monitoring Methodology ACM0001, "Consolidated baseline methodology for landfill gas project activities," Clean Development Mechanism, Versions 07, Sectoral Scope 13 (Noviembre 2007).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Approved Baseline and Monitoring Methodology AM0053, "Biogenic methane injection to a natural gas distribution grid" Clean Development Mechanism, Version 01, Sectoral Scopes 01 and 05 (2007).

U.S. Department of Energy 1605(b) Technical Guidelines for Voluntary Reporting of Greenhouse Gas Program.

U.S. Environmental Protection Agency, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2005, EPA-430-R-07-002 (Abril 2007).

U.S. Environmental Protection Agency - Climate Leaders, Draft Offset Protocol – Landfill Methane Collection and Combustion (Octubre 2006).

World Resource Institute y World Business Counsel for Sustainable Development, Greenhouse Gas Protocol for Project Accounting (Noviembre 2005).

Anexo A Desarrollo del Umbral del Estándar de Desempeño

A.1. Análisis de las Prácticas Comunes – Estándar de Desempeño

Este análisis se desarrolla con base en los datos disponibles en las páginas del Internet de instituciones Mexicanas como el Instituto Nacional de Ecología (INE), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y datos suministrados directamente por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Se presentan dos tipos de mejores prácticas para definir el umbral del estándar de desempeño: primero, el uso de rellenos sanitarios como tecnología de disposición final de residuos sólidos en lugar de otras tecnologías como tiraderos a cielo abierto o sitios controlados; y segundo el uso de un sistema de captura y destrucción del biogás en lugar del venteo pasivo en los rellenos sanitarios.

Uso de Rellenos Sanitarios

Las definiciones de los diferentes tipos de disposición final de los residuos sólidos en México, de acuerdo a la legislación vigente, se muestran en la Tabla A.1 y en la Tabla A.2 se muestra la evolución del uso de los diferentes tipos de disposición basada en la cantidad de desechos depositados.

Tabla A.1. Definiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003

NOM 83	Definiciones
Sitio de Disposición Final	Lugar donde se depositan los residuos sólidos municipales en forma definitiva
Sitio No Controlado	Sitio inadecuado de disposición final que no cumple con los requisitos establecidos en la Norma 083
Sitio Controlado	Sitio inadecuado de disposición que cumple con las especificaciones de un relleno sanitario en lo que se refiere a obras de infraestructura y operación, pero no cumple con los requerimientos de impermeabilización
Relleno Sanitario	Infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial con el fin de controlar los impactos ambientales
Venteo	Salida controlada de los gases producto de la descomposición anaerobia de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipal

Fuente: SEMARNAT. Normas Oficiales Mexicanas Vigentes. http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-083-SEMAR-03-20-OCT-04.pdf

En los últimos 10 años el destino final de los residuos sólidos en México ha mudado. En 1996 los sitios no controlados, o tiraderos a cielo abierto, recibían el 64% de los residuos, y para el 2006 este porcentaje había disminuido a la mitad. Los sitios no controlados están siendo clausurados y su uso ha disminuido, por otro lado hay mayor construcción de rellenos sanitarios y los existentes están recibiendo más residuos. A partir los datos de la Tabla A.2. se concluye que los rellenos sanitarios en México son la práctica común como sitios de disposición final de los residuos sólidos, con un 57% de penetración con respecto a todos los residuos depositados en el 2006. Los rellenos sanitarios, operados técnica y correctamente, producen menores impactos ambientales y son mejores prácticas que los tiraderos a cielo abierto y los sitios controlados para la disposición de residuos sólidos.

Tabla A.2. Evolución de los Sitios de Disposición Final de Residuos en México

Sitios de disposición Final en México	Residuos Depositados 1996 (tons/año)	Porcentaje 1996	Residuos Depositados 2006 (tons/año)	Porcentaje 2006
Rellenos Sanitarios	8,573,000	28%	19,772,100	57%
Sitios Controlados	2,606,000	8%	3,763,500	11%
Sitios no Controlados	20,027,200	64%	11,423,400	32%
Total	31,206,200	100%	34,959,000	100%

Fuente: INEGI, 2009. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Residuos. http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=6116 (Consulta: Marzo de 2009)

Uso de un Sistema de Captura y Destrucción de Biogás

La Tabla A.3. muestra la disposición de residuos por tipo de sitio de disposición final para el año de 2008 junto con las prácticas comunes en el manejo del biogás.

Tabla A.3. Disposición de Residuos y Prácticas de Manejo de Biogás (2008)

Sitios de Disposición Final	No.	Residuos Depositados (tons/año)	Porcentaje[1]	Recolección y Control de Biogas[2]
Rellenos Sanitarios	128	21,822,600	60%	Venteo Pasivo
Sitios Controlados	26	3,545,600	10%	Venteo Pasivo
Sitios no Controlados	No Disp.	10,880,000	30%	No existente
Total	154	33,707,000	100%	

Fuente: SEDESOL, Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas (Estadísticas al 2008).
Notas:
[1] Porcentaje con respecto a la cantidad depositada
[2] Practica Común. No hay datos específicos por cada sitio de disposición.

En México no existen inventarios de la operación de cada uno de los rellenos sanitarios del país que incluyan datos específicos sobre de la situación actual de los sistemas de venteo (pozos) y/o sistema de quema pasiva o espontanea existente. Los estudios disponibles por SEDESOL contienen la cantidad de residuos depositados, la generación diaria y composición en los centros urbanos del país.

Como se mencionó en la sección 3.4.2.1 la NOM 083 2003 incluye especificaciones generales para el control del biogás en los sitios de disposición final y evitar su venteo a la atmósfera por medio de quema en pozos puntuales o por quemadores centrales. No obstante la norma no establece la cantidad mínima de gas que debe ser captada y quemada, ni las tecnologías

especificas a ser usadas. En la práctica, y debido a las múltiples razones expuestas en la sección 3.4.2.1 los municipios y operadores no han adoptado o excedido la NOM 083 y el biogás solo es venteado en rellenos sanitarios o sitios controlados.

El análisis muestra que venteo pasivo es la práctica común para el manejo del biogás, sin embargo ésta no constituye una medida de reducción de emisiones de GEI, dado que el CH_4 es liberado directamente a la atmósfera. De esta forma, en el escenario de línea base no hay implementación de sistemas de captura, quema, y/o aprovechamiento del biogás de los sitios de disposición final en México. Un proyecto que implemente un sistema de recolección y destrucción de biogás pasará el umbral de desempeño.

A.2. Impacto de los Proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)

Después de la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto, el desarrollo de los proyectos bajo el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) puede haber alterado la práctica común del manejo de gas en las actividades de rellenos sanitarios para Mexico. Usando las informaciones del INE sobre el inventario de emisiones de GEI provenientes del sector de residuos se calculó el impacto de los proyectos de gas de relleno sanitario.[23] Para 2004 el nivel de penetración de proyectos de captura y destrucción del gas del relleno sanitario, anterior a la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto, era 0.5% con respecto al total de las emisiones y del 0.7% con respecto a las emisiones solo de los rellenos sanitarios. Este porcentaje lo constituía el primer proyecto de captura y aprovechamiento de biogás desarrollado por Simeprodeso en el relleno de Monterrey, Nuevo León, iniciado en 2003. Este proyecto fue de carácter demostrativo para promover el desarrollo de proyectos MDL y contó con el financiamiento del Banco Mundial, Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF), SEDESOL y el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS).

Para el año de 2009 (marzo), solo 5 años más tarde, ya existen 11 proyectos en rellenos sanitarios registrados en la Junta Ejecutiva de MDL. La penetración en cuanto a reducciones de GEI estimada por estos proyectos es de 2.5% con respecto a las emisiones totales del sector. Esto puede ser observado con los datos de las Tabla A.4 y A.5.

Tabla A.4. Resumen de Información sobre los Proyectos de MDL en Rellenos Sanitarios de México (2009)

Tipo de Proyecto	Número de rellenos sanitarios	Porcentaje (por numero)	Reducción de Emisiones (tons CO_2e/año)	Porcentaje (por emisiones)
Quema solamente	3	27%	312,195	25%
Quema y posterior uso energético[1]	4	33%	344,810	22%
Quema y Energía	4	33%	742,910	53%
Total	11	100%	1,399,945	100%
Penetración en el Mercado estimada por los proyectos de captura y destrucción de gas en los rellenos sanitarios debida al MDL[2]			**2.5%**	

[23] INE, 2005. Escenarios de Emisiones y Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en Sectores Clave – Sector Desechos http://www.ine.gob.mx/cclimatico/descargas/e2005a2.pdf

Fuentes: UNFCCC, 2009. CDM Project Search. http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html (Consulta: Marzo de 2009); INE, 2005. Escenarios de Emisiones y Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en Sectores Clave – Sector Desechos http://www.ine.gob.mx/cclimatico/descargas/e2005a2.pdf (Consulta: Marzo de 2009)
Notas:
[1]La segunda etapa (posterior uso energético) solo se llevará a cabo cuando se asegure un acuerdo de compra de la electricidad producida, de acuerdo con los Project Design Documents (PDDs).
[2]Las emisiones de línea base para este cálculo fueron las emisiones reportadas por INE para el año base de 2004. Las emisiones del proyecto de Monterrey han sido descontadas, este proyecto fue registrado como MDL en Febrero de 2009.

Tabla A.5. Detalle de los Proyectos MDL Registrados para Captura y Uso de Biogás de Rellenos Sanitarios en México (2009)

Fecha	Proyecto	Ubicación	Tipo de Uso Final de Biogás	tCO2e/ año
15 Jul 2006	0425	Aguascalientes, Aguascalientes	Quema y posteriormente Energía[1]	162,593
02 Oct 2006	0523	Ecatepec de Morelos, Estado de Mexico	Quema y Energía	209,353
05 Oct 2007	1240	Zapopan, Jalisco	Quema y Energía	137,735
30 Nov 2007	1241	Tultitlán – Estado de Mexico	Quema y posteriormente Energía[1]	41,681
30 Nov 2007	1123	Ciudad Juárez, Chihuahua	Quema y Energía	170,499
31 Jan 2008	1371	Mérida, Yucatán	Quema	106,340
25 Feb 2008	1307	Durango, Baja California	Quema y posteriormente Energía[1]	83,340
En revisiones	1699	Puerto Vallarta, Jalisco	Quema	52,267
06 Nov 2008	1944	Milpillas, Estado de Morelos	Quema	153,588
12 Feb 2009	2186	Monterrey, Nuevo Leon	Quema y Energía	225,323
21 Mar 2009	2271	Tecamac, Estado de Mexico	Quema y posteriormente Energía[1]	57,196

Fuente: UNFCCC, 2009. CDM Project Search. http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html (Consulta: Marzo de 2009)
Nota:
[1] La segunda etapa (uso de biogás para energía) solo se llevará a cabo cuando se asegure un acuerdo de compra de la electricidad producida

Anexo B Tablas de Factores de Emisión

Tabla B.1. Emisión de Combustible Factores para Combustión Estacionaria y Móvil

Combustible	Factor de emisión [kg CO_2/GJ]
Combustión estacionaria [a]	
Petróleo crudo	73.30
Líquidos de gas natural	64.20
Gasolina	69.30
Keroseno	71.90
Diesel	74.10
Combustóleo	77.40
Gas licuado de petróleo (GLP)	63.10
Nafta	73.30
Lubricantes	73.30
Coque de petróleo	97.50
Coque de carbón	94.60
Carbón bituminoso	94.60
Carbón subituminoso	96.10
Gas natural	56.10
Aceites usados	73.30
Combustión móvil [b]	
Automóviles a gasolina (sin convertidor catalítico anteriores a 1990)	58.07
Automóviles a gasolina (con convertidor catalítico de oxidación, 2 vías – 1991-1992)	66.82
Automóviles a gasolina (con convertidor catalítico de 3 vías de ciclo abierto o de ciclo cerrado usado – 1993 – 1997)	70.07
Automóviles a gasolina (con convertidor catalítico de 3 vías de ciclo cerrado nuevo – posteriores a 1998)	71.07
Vehículos ligeros a gasolina (sin convertidor catalítico – anteriores a 1990)	57.07
Vehículos ligeros a gasolina (con mejor tecnología, sin convertidor catalítico – 1991-1992)	60.82
Vehículos ligeros a gasolina (con convertidor catalítico de 3 vías a ciclo abierto o de ciclo cerrado usado – 1993-1997)	68.97
Vehículos ligeros a gasolina (con convertidor catalítico de 3 vías nuevo – posteriores a 1998)	70.52
Vehículos pesados a gasolina (sin convertidor catalítico – anteriores a 1992)	55.56
Vehículos pesados a gasolina (con convertidor catalítico – posteriores a 1993)	60.87
Vehículos a diesel (automóviles, ligeros y pesados – con y sin control de emisiones)	72.10
Vehículos a gas licuado de petróleo (automóviles y pesados – sin control y con catalizador de 3 vías)	61.23
Vehículos a gas natural (automóviles y pesados – con catalizador de 3 vías)	56.10
Motocicletas (sin o con control de emisiones)	72.10
Vehículos a gas natural comprimido (GNC) [c]	56.10
Vehículos a gas natural licuado (GNL) [c]	56.10
Aviones (keroseno) [c]	71.90

Fuente:

[a.] IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Volumen 2, Capítulo 2, Combustión Estacionaria, Tabla 2.5, páginas 2.22-2.23.

[b] INE, 2005. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2002, Sector Transporte. INE-SEMARNAT, México. (Anexos, Tablas 4 a la 12, páginas IA3-95 – IA3-99). Disponible en línea: http://www.ine.gob.mx/cclimatico/inventario3.html

[c.]IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Volumen 2, Capítulo 3, Combustión Móvil, Tabla 3.2.1, página 3.16.

Tabla B.2. Valores Caloríficos Netos de Combustibles Fósiles en México

Combustible	Poder calorífico neto
Combustibles sólidos	**GJ/tonelada métrica**
Carbón térmico nacional	19.41
Carbón siderúrgico nacional	23.48
Coque de petróleo	31.42
Coque de carbón	26.52
Combustibles líquidos [a]	**GJ/litro**
Petróleo crudo	0.03871
Gasolina	0.03161
Keroseno	0.03381
Diesel	0.03555
Combustóleo	0.03944
Gas licuado de petróleo (GLP)	0.02627
Nafta	0.03161
Lubricantes	0.03888
Combustibles gaseosos	**GJ/m^3**
Gas natural [b]	0.03391

[a] Equivalencia de volumen empleado, 1 barril = 158.9873 litros
[b] Corresponde a gas seco que es el hidrocarburo gaseoso obtenido como subproducto del gas natural en plantas de gas y refinerías después de extraer los licuables, empleado como combustible en los sectores residencial, comercial, público, industrial, agropecuario y en centrales eléctricas.
Fuente:SENER, 2006. *Balance Nacional de Energía 2007*, Dirección General de Información y Estudios Energéticos, SENER, México. Cuadro 21, página 100. Disponible en http://www.energia.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/Balance_2007.pdf (Marzo 2009)

Eficiencias de Destrucción para Dispositivos de Combustión

Si está disponible, se utilizará la eficacia de destrucción de metano de fuente oficial probada en lugar de la eficacia de destrucción de metano predeterminada. Los desarrolladores del proyecto tienen la opción de utilizar las eficacias de destrucción de metano predeterminadas proporcionadas, o las eficiencias de destrucción de metano específicas por sitio proporcionadas por un proveedor de servicios de prueba de una fuente acreditada por una agencia estatal o local, para cada uno de los dispositivos de combustión utilizados en el proyecto, realizado sobre una base anual.

Tabla B.3. Eficiencias de Destrucción Predeterminadas para Dispositivos de Combustión

Dispositivo de Destrucción	Eficiencia de Destrucción
Quemador abierto	0.96
Quemador cerrado	0.995
Motor de combustión interna de combustión suave	0.936
Motor de combustión interna de combustión rica	0.995
Caldera	0.98
Microturbina o grandes turbinas de gas	0.995
Actualizar y el uso de gas como combustible gas natural/LNG	0.95
Inyección en tubería de transmisión y distribución de gas natural y actualización	0.98*
Uso fuera del sitio de gas en virtud del acuerdo de uso directo	Por el factor del dispositivo de destrucción correspondiente (no tubería)

Fuente: Las eficiencias de destrucción predeterminadas para quemadores cerrados y dispositivos de generación de electricidad se basan en un conjunto preliminar de datos de prueba de una fuente real proporcionados por el Distrito de Administración de Calidad del Aire del Área de la Bahía. Los valores predeterminados de la eficiencia de destrucción son los menores del percentil veinticinco de los datos proporcionados o 0.995. Estas eficiencias de destrucción predeterminadas pueden ser actualizadas a medida que más datos de prueba de fuente se encuentran disponibles para la Reserva.

***** Las Directrices Revisadas del IPCC 1996 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero da un valor estándar para la fracción de óxido de carbono para el gas destruido del 99,5% (Manual de Referencia, Tabla 1.6, página 1.29). También da un valor para las emisiones de procesamiento, transmisión y distribución de gas que sería una estimación muy conservadora por pérdidas en la tubería y fugas en el usuario final (Manual de Referencia, Tabla 1.58, página 1.121). Estas emisiones se dan como 118, 000kgCH_4/PJ sobre la base del consumo de gas, que es del 0,6%. Se dicen que las fugas en los sectores residenciales y comerciales son de 0 a 87, 000kgCH4/PJ, que equivale al 0,4% y en plantas industriales y estaciones de energía, las pérdidas son de 0 a 175, 000 kg/CH_4/PJ, que es equivale al 0,8%. Estas estimaciones de fugas se componen y son multiplicadas. La eficacia de destrucción de metano para gas de relleno sanitario inyectada en el sistema de transmisión y distribución de gas natural ahora puede calcularse como el producto de estos tres factores de eficiencia, dando una eficacia total de (99,5% x 99,4% x 99,6%) = 98,5% de los usuarios del sector residencial y comercial y (99,5% x 99,4% x 99,2%) = 98,1% para plantas industriales y estaciones de energía. [24]

[24] GE AES Greenhouse Gas Services, Landfill Gas Methodology, Version 1.0 (July 2007).

Anexo C Directrices de Presentación de Datos

Este anexo proporciona una guía para calcular las reducciones de emisiones cuando la integridad de datos se ve comprometida por la falta de datos puntales. Ninguna sustitución de datos es permisible para equipos, tales como termopares que monitorean el funcionamiento apropiado de los dispositivos de destrucción. Por ello, las metodologías presentadas a continuación deberán ser usadas sólo para los parámetros de concentración de metano y de medición de flujo.

La Reserva esperaría que los proyectos tengan datos continuos e ininterrumpidos para el período completo de la verificación. Sin embargo, la Reserva reconoce que acontecimientos u ocurrencias inesperados pueden tener como resultado breves vacíos de datos.

La siguiente metodología de sustitución de datos se puede usar sólo para vacíos de datos del flujo y de concentración de metano, que son limitados, no crónicos, y debidos a circunstancias imprevistas. La sustitución de datos puede ser aplicado únicamente a la concentración del metano *o* a las lecturas de flujo, pero no a ambos simultáneamente. Si hacen falta los datos para ambos parámetros, ningunas reducciones podrán ser acreditadas.

Además, la sustitución sólo puede ocurrir cuando se corrobora que dos otros parámetros monitoreados del dispositivo de destrucción funcionan apropiadamente y la operación de sistema se encuentra dentro de los rangos normales. Se deben demostrar estos dos parámetros como sigue:

1. El funcionamiento apropiado puede ser evidenciado por las lecturas del termopar para la flama, la salida de energía para motores, etc.
2. Para la sustitución de datos de la concentración del metano, los índices de flujo durante el vacío de datos deben ser consistentes con los de las operaciones normales.
3. Para la sustitución de datos del flujo, los índices de la concentración del metano durante el vacío de datos deben ser consistentes con los de las operaciones normales.

Si los parámetros de corroboración no demuestran cualquiera de estos requisitos, no se puede emplear ninguna sustitución. Si los requisitos mencionados se cumplen, la siguiente metodología de sustitución podrá ser aplicada:

Duración de falta de datos	Metodología de Sustitución
Menos de 6 horas	Usar el promedio de cuatro horas inmediatamente antes de y después de la falla
De 6 a 24 horas	Usar el 90% del límite de confianza inferior de las 24 horas previas y posteriores a la falla
De uno a siete días	Usar el 95% del límite de confianza inferior de las 72 horas previas y posteriores a la falla
Más de una semana	No se pueden sustituir datos y no se generarán créditos

El límite de confianza inferior se debe usar tanto para la concentración del metano como para las lecturas de flujo para proyectos de rellenos sanitarios, ya resulta en una mayor actitud conservadora.

Para la concentración de metano medida semanal, debe utilizarse el menor valor de la medición antes y la medición después. Esta sustitución sólo puede utilizarse para sustituir datos para datos de medición faltantes consecutivos de una sola semana.