



Revista AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica

Volúmen 1, número 4, año 2008 ISSN 0718-378X
PP

IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES MDL POR LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL ECUADOR

IDENTIFICATION OF CDM OPTIONS FOR EMISSION REDUCTION
IN SANITARY LANDFILLS IN ECUADOR

Francisco de la Torre

ABSTRACTS

This paper intends, through the analysis of the application of CDM - Clean Development Mechanism - Projects, to identify a complementary tool that not only controls gas emissions from sanitary landfills, but is also able to overcome obstacles that prevent different Ecuadorian municipalities from performing an integral management of the solid wastes under their jurisdictions.

The first phase started with a brief analysis of the current situation of the solid waste sector and the second phase defined the options for application of CDM in the different Ecuadorian municipalities. Preliminary projections of gas emissions from sanitary landfills were carried out using the LandGEM – Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02 of the Environmental Protection Agency – EPA.

The results led to the conclusion that few sanitary landfills in Ecuador have opportunities to include CDM projects and, therefore, the following options should be analyzed: (i) Organization of Partnerships/Associations; (ii) Technical closing of waste dumps; (iii) Composting projects. Composting is the aerobic process developed during decomposition of organic solid waste for the production of composts that eliminates the generation of methane gas in sanitary landfills caused by anaerobic decomposition.

Conclusions and recommendations are the following:

There are prospects for the development of CDM projects in the urban solid waste sector in Ecuador, but they will be limited if alternative strategies are not applied. Studies of CDM projects should be developed under the PIN – Project Idea Note to determine the interest of the risk capital market in Ecuador.

Expectations should not be raised in medium and small municipalities about the advantages of the application of these CDM projects.

It is recommended that the national policy provides the support of experts to the municipalities through their associations.

KEY WORDS: CDM, Reduction, Emissions

II CONGRESO INTERAMERICANO DE RESIDUOS SÓLIDOS

PRESENTACIÓN DEL TRABAJO TÉCNICO FINAL

42 VII – de la Torre – Ecuador-001

IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES MDL POR LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL ECUADOR

Autor: Ing. Francisco de la Torre

1 RESUMEN

Se pretende a través del análisis de la aplicación de proyectos MDL identificar una herramienta complementaria, que además de controlar las emisiones de gases esperadas en los rellenos sanitarios, complementariamente se pueda superar algunos de los impedimentos para que mantienen los diferentes municipios del Ecuador para realizar un manejo integral de los residuos sólidos en sus jurisdicciones.

Se definió como punto de partida realizar un rápido análisis de la situación actual del sector de los residuos sólidos. Como segundo paso se procedió a definir las opciones de la aplicación del MDL en los diferentes Municipios del Ecuador, las proyecciones preliminares de emisión de gases en los rellenos sanitarios se realizaron utilizando el programa LandGEM - Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02, de la Agencia Americana de Protección Ambiental, EPA.

Como resultados se obtuvo que son pocos los rellenos sanitarios en el Ecuador que tienen oportunidades de incluir proyectos de MDL, por lo que se deben analizar opciones como: (i) Conformación de Mancomunidades / asociaciones; (ii) Cierre técnico de vertederos; (iii) Proyectos de compostaje, el proceso aerobio que se desarrolla en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos para la producción de compost, elimina la generación de gas metano que se daría en un relleno sanitario por la descomposición anaerobia.

Las conclusiones y recomendaciones son las siguientes:

- Hay perspectivas de desarrollo de proyectos MDL en el sector de los residuos sólidos de origen urbano en el Ecuador, pero son limitados si no se aplican estrategias alternativas.
- Se deben desarrollar estudios de proyectos de MDL a nivel de PIN para determinar el interés del mercado de CR's en el Ecuador.
- No se debe crear grandes expectativas en los municipios medianos y pequeños sobre las bondades de aplicación de estos proyectos de MDL.
- Es recomendable como política nacional realizar un apoyo con expertos a los municipios a través de su asociación.

3 PALABRAS CLAVE

MDL, Reducción, Emisiones

4 INTRODUCCIÓN

Dentro de los mecanismos establecidos por el Protocolo de Kyoto, en 1997, se establece el llamado Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)¹, que es el único que involucra a los países en desarrollo. El MDL permite que los proyectos elaborados en países en desarrollo puedan obtener beneficios económicos adicionales a través de la venta de Certificados de Emisiones Reducidas (CER), mitigando la emisión o secuestrando gases efecto invernadero (GEI) de la atmósfera. El propósito del MDL es ayudar a los países en desarrollo a lograr un desarrollo sostenible, así como contribuir con los países con metas de reducción a cumplir con sus compromisos cuantificados de reducción GEI.

En el Ecuador, el CORDELIM es la institución encargada de fomentar, promover y apoyar el desarrollo de los proyectos MDL, por lo que desarrolló un análisis de los avances y perspectivas de la participación de Ecuador en el Mercado de Carbono, con el apoyo del Banco Interamericano institución de financiamiento multilateral. Dentro de este análisis, se establece como una de las opciones de proyectos elegibles para un programa de MDL, la reducción de emisiones en la gestión de los residuos sólidos, que principalmente está relacionado con el control del gas generado por la disposición final de los residuos en los rellenos sanitarios, y este articuló resume los resultados de este informe.

Para comprender como el MDL es una herramienta complementaria para superar algunos de los impedimentos para controlar las emisiones de gases esperadas en los rellenos sanitarios que mantienen los diferentes municipios, es necesario realizar un rápido análisis de la situación actual del sector de los residuos sólidos y sus expectativas de cambio en el corto y mediano plazo.

¹ Elaboración de una Cartera de Proyectos que Califiquen al MDL, PROCLIM, Lima - Perú 2004

5 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS

La población urbana en el Ecuador ha pasado, en los últimos 25 años de 3.7 millones en 1980 a los 7,4 millones en la actualidad, de los 12,1 millones de habitantes en todo el país, datos del censo del 2001. En el mismo lapso, la generación de basura por persona pasó de aproximadamente 470 a 650 gr/hab/día, lo que implica que la producción de basura urbana se ha incrementado alcanzando unas 5.500 toneladas al día. Esto, aunado a la carencia de actualización tecnológica y financiera ha provocado que los recursos municipales no puedan proporcionar los servicios que demanda la población con la calidad y cobertura apropiadas. Estimaciones del MIDUVI (ASRS) para el año 2000 fijaban la cobertura de recolección de las zonas urbanas del país en un 72% y las de relleno sanitario en solo un 26%.

De las ciudades mayores, Quito, Cuenca y Guayaquil han logrado un manejo más o menos satisfactorio de sus basuras con coberturas de recolección sobre el 90% y un manejo adecuado de sus rellenos sanitarios con excepción quizá de algunas fallas en el monitoreo ambiental. Quito, cuenta con una Empresa Metropolitana de Aseo, la cual ha delegado la recolección en las zonas centro y sur, mientras el resto lo realiza por administración directa, pero debido a una inapropiada planeación a largo plazo, tiene dificultades en lo referente a transferencia y disposición final a largo plazo, actividades actualmente delegadas. Guayaquil maneja su basura a través de contratos a terceros y Cuenca cuenta con una eficiente y moderna Empresa Municipal de Aseo.

Sin embargo esta situación de las grandes ciudades contrasta notoriamente con el grupo de unas 53 ciudades medianas y pequeñas de Ecuador con poblaciones, que según el censo del INEC del 2001 tenían entre 15.000 y 250.000, y donde viven en total casi 3.1 millones de habitantes. De estos habitantes, según el Análisis Sectorial de Residuos Sólidos (ASRS) publicado en mayo de 2002, las coberturas de recolección regionales alcanzaban en la Sierra un 80%, en la Costa un 70% y en la Región Amazónica únicamente un 50%. En cambio en lo que respecta a disposición final cuando se excluyen las tres ciudades mas grandes del país, se estima que no más de 10 municipios tienen un manejo de su disposición final aceptable y que éste podía calificarse como relleno controlado, es decir que aunque la basura se tapa diariamente de acuerdo con un plan, los controles ambientales y su monitoreo son deficientes.

Por otra parte, los gobiernos seccionales no han sido capaces de enfrentar el problema en forma adecuada, principalmente debido a los siguientes factores: (i) mínima capacidad técnica de los responsables por la prestación de los servicios; (ii) insuficiencia de recursos económicos; (iii) inadecuadas tasas y política tarifaria, que no permiten cubrir los costos que el servicio demanda; (iv) falta de visión por parte de las autoridades en diversificar los modelos de gestión, en los cuales el municipio

es el único encargado de prestar el servicio; y (v) ausencia de políticas nacionales y locales de gestión de residuos sólidos que incentiven su manejo adecuado, mediante proyectos de minimización, recuperación, re-uso y reciclaje.

6 OPCIONES DE LA APLICACION DEL MDL EN DIFERENTES MUNICIPIOS DEL ECUADOR

6.1 OPORTUNIDADES A NIVEL SECTORIAL Y BARRERAS ESPECÍFICAS IDENTIFICADAS

El potencial a nivel de reducciones de emisiones en sector de los residuos sólidos con la aplicación del MDL se dará en la medida que las Municipalidades incrementen la operación de rellenos sanitarios que al momento se hallan limitadas a un mínimo de municipios que cuentan con esta infraestructura para disposición final. Si consideramos que las tres principales ciudades del Ecuador que cuentan con rellenos sanitarios disponen al año 919.500 toneladas de residuos sólidos, mientras que de las 53 ciudades medianas y pequeñas, solo se encuentran 6 ciudades (Tulcán, Loja, Tena, Cayambe, Azogues, Ambato)² que cuentan con rellenos sanitarios en los cuales se pueden aplicar programas de MDL, y en estas se disponen 79.285 ton de basuras por año, lo que corresponde apenas al 15 % de residuos sólidos dispuestos adecuadamente.

Por lo tanto, la principal barrera que se presenta para desarrollar proyectos MDL, es que se disponen los residuos sólidos en rellenos controlados, que no cuentan con todas las obras de infraestructura para ser rellenos sanitarios como chimeneas para captar gases, entre otros, o bien se disponen las basuras directamente a cielo abierto o se arrojan a cursos de agua, lo que demuestra la falta de capacidad de gestión que tienen las Municipalidades.

A la barrera señalada se suma la falta de recursos económicos, debido fundamentalmente a que los municipios no cuentan con sistemas tarifarios adecuados, esperándose una baja inversión en infraestructura de disposición final, limitando así las opciones de aplicar MDL.

Otras barreras adicionales identificadas en el sector, por varios actores que participaron en el taller nacional de oportunidades del MDL en el Ecuador, desarrollado por el CORDELIM y auspiciado por el BID, realizado el día 21 de marzo del 2006 en Quito, son:

- Falta de financiamiento para investigación de tecnologías para la aplicación del MDL

² Fuente: AME, MIDUVI, SIISE-2005

- No existen incentivos para que el sector de los residuos sólidos se desarrolle ni para los programas MDL.
- El desarrollo de capacidades y conocimiento a los niveles de decisión y técnico es limitado para el desarrollo de programas MDL y en el sector lo que se transforma en una falta de voluntad política para afrontar las necesidades.
- En el país no hay casos exitosos de programas MDL que sirvan de demostración y replica para otros proyectos, a esto se aúna la falta de información e intercambio de experiencias entre actores
- Existe una debilidad en el marco jurídico municipal y nacional relacionado con el sector de los residuos sólidos.
- La difícil consecución de una economía de escala para que sean atractivos los proyectos de MDL por la gran cantidad de ciudades pequeñas, por lo que debería estudiarse la regionalización de proyectos. Se consideran proyectos aplicables al MDL cuando las ciudades disponen más de 100 ton/día de residuos sólidos

6.2 PERSPECTIVAS DEL MDL EN EL SECTOR

Estas barreras se verán revertidas conforme se vayan aplicando las políticas nacionales y con la aplicación de programas sectoriales como el PIRS, Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos desarrollado por el MIDUVI con financiamiento del BID, programa PRAGUAS II del Banco Mundial o con los apoyos técnicos que presta la Asociación de Municipios del Ecuador, AME, y otras instituciones como el Programa de Recursos Costeros, PMRC.

Las perspectivas futuras, a un mediano plazo, de contar con nuevos proyectos de rellenos sanitarios se verán echo realidad el desarrollo del programa PIRS en 10 municipios, los cuales han demostrado que cuentan con la voluntad política, al firmar convenios en los cuales se comprometen a aplicar los pliegos tarifarios y modelos de gestión que determinen los estudios, con la finalidad de lograr la sustentabilidad de los proyectos de manejo integral de residuos sólidos que se implementen. Esto Significa un incremento al 33% de disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios para las poblaciones mayores de 15.000 habitantes. Los Municipios considerados en el programa que contarán con el financiamiento respectivo del programa y que permitirá que los rellenos sanitarios entren en operación a partir del 2009, son: La Mana, Riobamba, Daule, El Empalme, Antonio Ante, Quevedo, El Carmen, Manta, Pastaza y Santo Domingo. Estas implementaciones de programas abrirán nuevas oportunidades para aplicar sistemas MDL.

6.3 LA ADICIONALIDAD DE LOS SISTEMAS MDL EN EL SECTOR

En los rellenos existentes, la captura del biogás y la eliminación del gas metano es mínimo por la deficiente quema que se realiza en los mecheros, se estima que solo

se alcanza del 10 al 15 %, el resto se ventea. Los programas MDL, permitirán aplicar tecnología adecuada con lo cual se podrá lograr eficiencias de captura y destrucción del gas metano sobre el 90 %.

Otra adicionalidad de gran impacto que se tendrá con la aplicación de sistemas MDL, será las perspectivas que tendrán los Municipios de recuperar recursos por la venta de CR's, que les permitirá operar los rellenos sanitarios, puesto que los sistemas tarifarios son deficitarios y los escasos recursos se reasignan principalmente a labores de recolección y limpieza.

6.4 IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALIDADES ESPECÍFICAS PARA PROYECTOS MDL.

Las opciones de aplicación de procesos MDL que se tienen a corto plazo, se darán con el apoyo directo a Municipios que ya cuentan con rellenos sanitarios y no han iniciado procesos de reducción de emisiones, mientras a mediano plazo se darán con los municipios que van a implementar nuevos rellenos sanitarios con el apoyo de proyectos.

Con la finalidad de determinar la potencialidad de estos rellenos sanitarios a manera de análisis preliminar, se realizaron proyecciones preliminares de emisión de gases y la cantidad de metano que se capturaría y destruiría mediante una quema eficiente, para este objetivo se utilizó el programa **LandGEM - Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02**, de la Agencia Americana de Protección Ambiental, US EPA.

El programa LandGEM se basa en el modelo de degradación de primer orden. Este es uno de los modelos que permite calcular, de manera aproximada y simple, las emisiones que se generan en un relleno sanitario. Su uso es recomendado por el Banco Mundial y la US EPA³.

$$LFG = 2LoR (e^{-kc} - e^{-kt})$$

donde:

LFG : Cantidad de biogás generado en el presente año.

Lo : Potencial de generación de metano [$m^3 CH_4/kg$]

R : Promedio de residuos recibidos al año.

K : Constante de generación de metano [1/año]

t : Años de operación desde que se abrió el relleno sanitario.

³ USEPA = United States Environmental Protection Agency

c : Años desde que se cerró o se proyecta mantener las operaciones

Para la determinación de Lo y K, se recomienda los siguientes valores:

Valores	Rango	Valores Sugeridos		
		Clima Húmedo	Clima Normal	Clima Seco
Lo (m ³ CH ₄ /kg)	0.0 -0-312	0.14 – 0.18	0.14 – 0.18	0.14 – 0.18
K (1/año)	0.003 – 0.4	0.10 – 0.35	0.05 – 0.15	0.02 – 0.10

Las perspectivas obtenidas de las modelaciones promedios anuales para los 3 rellenos sanitarios de las principales ciudades del país, se muestran en el Cuadro No 1. Donde los ingresos anuales esperados por la venta de certificados, se ha estimado considerando un promedio de venta de \$ 7,00 dólares por tonelada CO₂ e. Estos serían ingresos adicionales para los Municipios y operadores.

Cuadro No. 1 Proyecciones indicativas promedio de generación de metano en los rellenos sanitarios y los ingresos esperados por venta de CR's, en proyectos existentes

CANTÓN Municipio	PROMEDIO ANUAL			Acumulado
	Metano	CO ₂ e	Ingreso	Ingresos en
	(ton/año)	Ton/año	venta CR's \$/año	20 años \$
CUENCA	2.752	57.799	404.591	8.091.818
GUAYAQUIL	20.227	424.777	2.973.440	59.468.797
QUITO	15.642	328.481	2.299.370	45.987.398
			1.066.218	113.548.013

Nota: El valor considerado para negociación de los certificados de carbono se considero un valor moderado de \$ 7c/ton de CO₂ equivalente

Elaboración: Ing. Francisco de la Torre



Foto 1 - Relleno de Pichacay- Cuenca

Adicionalmente se modelo para 5 rellenos sanitarios existentes en ciudades intermedias, mayores de 15.000 hab., cuyos datos se observan en el Cuadro No 2.

Cuadro No. 2 Proyecciones indicativas promedio de generación de metano en los rellenos sanitarios de ciudades intermedias y los ingresos esperados por venta de CR's, en proyectos existentes

CANTÓN Municipio	PROMEDIO ANUAL			Acumulado
	Metano (ton/año)	CO ₂ e Ton/año	Ingreso venta CR's \$/año	Ingresos en 20 años \$
TULCAN	373	7.826	54.780	1.095.595
LOJA	973	20.437	143.056	2.861.122
TENA	141	2.956	20.693	413.859
CAYAMBE	250	5.246	36.725	734.492
AMBATO	1.310	27.510	192.572	3.851.446
			447.826	8.956.514

Nota: El valor considerado para negociación de los certificados de carbono se considero un valor moderado de \$ 7c/ton de CO₂ equivalente

Elaboración: Ing. Francisco de la Torre

Cabe anotar, que los costos de desarrollo del proyecto MDL, comercialización de los CR's y la verificación de emisiones y controles son relativamente significativos, por lo que solo se destacan los municipios de Loja y Ambato, que se disponen respectivamente alrededor de 76 Ton/día y 102 Ton/día de residuos sólidos en sus rellenos sanitarios, y que podrán ser atractivos para programas MDL.

En el caso de los pequeños proyectos de rellenos sanitarios que se desarrollarán en las ciudades intermedias que disponen menos de 100 Ton/día de residuos sólidos, se debe buscar la conformación de mancomunidades que operen un solo un relleno centralizado, esto coadyuvara ha reducir el problema de localización de pequeños rellenos sanitarios que normalmente son rechazados por las comunidades por su deficiente operación.

7 OPORTUNIDADES ADICIONALES QUE SE IDENTIFICAN PARA EL SECTOR DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Hay oportunidades adicionales en el sector de manejo de residuos sólidos en el Ecuador para la aplicación del MDL, que son:

- Cierre técnico de vertederos: Existen antiguos rellenos controlados que han sido clausurados y que con el desarrollo de un programa MDL se puede lograr el control de los gases que emanan libremente, principalmente del gas metano. Un ejemplo de

este caso es el desarrollo del programa MDL en el Relleno de Zámbriza de la ciudad de Quito, que operó por más de 30 años.

- Proyectos de compostaje: El desarrollo de proyectos de compostaje se han visto restringidos por la falta de un mercado para la venta del producto que permita su sostenibilidad financiera. Sin embargo el proceso aerobio que se desarrolla en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos para la producción de compost, elimina la generación de gas metano que se daría en un relleno sanitario por la descomposición anaerobia. Como lo señala el Banco Mundial⁴, al evitarse la generación de metano con el compost la relación es de 3.54 toneladas de CO₂ e por tonelada de residuos sólidos, mientras en los rellenos sanitarios se logra una relación de 1.72 toneladas de CO₂ e por tonelada de residuos sólidos. Esta puede ser una opción para los municipios que generan bajas cantidades de residuos sólidos y que no pueden dar sostenibilidad a sus rellenos sanitarios, adicionalmente el compostaje reduce los volúmenes de los residuos orgánicos sobre un 40% en el proceso de degradación. El compost es un material estable, que si no es comercializado, se puede disponer en un relleno o utilizar como material de cobertura, con lo cual se logra prolongar la vida útil de estos rellenos denominados Biomecánicos⁵.
- Mancomunidades / asociaciones: Como se ha mencionado, para lograr programas de reducción captura y destrucción de gas metano de los rellenos sanitarios por procesos de MDL, es importante contar con rellenos sanitarios que sobrepasen la disposición de 100 ton/día de residuos sólidos, para lo cual se pueden conformar mancomunidades regionales. Adicionalmente la venta de CER's permitirá bajar los costos de operación de los rellenos y la transferencia y transporte de las basuras también podrán ser aplicados a estos programas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. D. NEIRA, B. VAN DEN BERG, F DE LA TORRE. (2006) Mecanismos de Desarrollo Limpio en Ecuador. Banco Interamericano de DEsarrollo, BID.
2. BANCO MUNDIAL. (2005) Carbon Copy, Carbon Finance in Latin American & Caribbean Cities
3. ASISTENCIA TECNICA ALEMANA, GTZ. (1998) Rellenos Biomecánicos

⁴ Publicación de noviembre del 2005 del informativo "Carbon Copy, Carbon Finance in Latin American & Caribbean Cities", Banco Mundial, dhoornweg@worldbank.org.

⁵ Programa de GTZ de rellenos biomecánicos, 1998