



Desarrollo del Programa de Financiamiento de Sistemas de  
Gestión y Manejo de Residuos Sólidos en 5 Localidades a través  
del Mecanismo de Desarrollo Limpio,

---

**Proyecto**  
**Gestión Ambiental y Comercio Sostenible – GACOS**

**Contrato 080-2006-CONAM/OAF**

**Lima, julio del 2006**

## I. GENERALIDADES

### 1.1 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL EN RESIDUOS SÓLIDOS.

#### a. Ley General de Residuos Sólidos

El tema de los residuos sólidos actualmente abarca dimensiones sociales económicas y por supuesto ambientales. Todos estos aspectos fueron tomados en cuenta en la Ley 27314, Ley General de Residuos Sólidos para el adecuado manejo y gestión de los residuos sólidos en un marco institucional adecuado que permita el desarrollo políticas, la articulación de agendas ambientales sectoriales, formulación de normas y la promoción de la participación del sector privado.

La ley establece el marco institucional en dos ámbitos de gestión: el municipal y el no municipal. En el primero se define que las municipalidades provinciales y distritales son la encargadas de la gestión y el manejo de los residuos generados a nivel domiciliario, comercial y similares; mientras que para la gestión de los residuos de origen industrial, agropecuario, establecimientos de atención de salud y los generados por instalaciones especiales, concesiones de explotación de recursos naturales son regulados fiscalizados y sancionados por los respectivos ministerios y organismos regulatorios, que definen el ámbito no municipal.

El reglamento de la Ley 27314 establece que las instituciones competentes en materia de residuos sólidos son:

1. Consejo Nacional del Ambiente;
2. Ministerio de Salud;
3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones;
4. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
5. Ministerios u organismos reguladores o de fiscalización contemplados en el artículo 6 de la Ley;
6. Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Ministerio de Defensa; y
7. Municipalidades provinciales y distritales.

El reglamento establece sus funciones con respecto a la gestión y el manejo de los residuos sólidos. Así tenemos que el CONAM se encarga de administrar los Programas Integrales de Gestión Ambiental de Residuos (PIGARS), Las EPS-RS y EC-RS se encuentran a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).

#### b. Plan Nacional Integral de Gestión de Residuos Sólidos

El Plan Nacional Integral de Gestión de Residuos Sólidos (PLANRES) es iniciativa para reducir la producción nacional de residuos sólidos y controlar los riesgos sanitarios y ambientales generados por estos, mediante diversas acciones. El Plan está previsto en la Ley General de Residuos Sólidos e incorpora lineamientos de política prioridades y criterios técnico-políticos establecidos en la legislación y el Acuerdo Nacional, así como estrategias y recomendaciones para la gestión de residuos sólidos estipuladas en acuerdos mundiales asociados al desarrollo sostenible, la salud y el fortalecimiento del comercio exterior.

El desarrollo de un programa para la implementación de rellenos sanitarios que puedan aplicar al MDL está en total concordancia con los objetivos especificados en el PLANRES:

- Promover y alcanzar calidad y cobertura universal de los servicios de manejo de residuos sólidos en base a sistemas de gestión integral y

sostenible a fin de prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud de la población.

- Promover la adopción de modalidades de consumo sostenibles y reducir al mínimo la generación de residuos sólidos y aumentar al máximo la reutilización y el reciclaje ambientalmente aceptables de los mismos.
- Fortalecer la gestión integral articulando el accionar de las institucionales competentes, la responsabilidad empresarial, la participación ciudadana y el libre acceso a la información.

### **c. El Sistema Local de Gestión Ambiental (SLGA)**

El SLGA constituye un conjunto de componentes humanos, administrativos y normativos que llevan a cabo la formulación de la política ambiental, así como la planificación, instrumentación, control, evaluación y seguimiento de las acciones de protección, conservación del ambiente y el manejo sostenible de los recursos naturales. Este se lleva a cabo, a través de un proceso participativo en coordinación con las instancias nacionales, regionales y con la sociedad civil local organizada

El SLGA busca fortalecer la participación de las municipalidades, los vecinos y demás gestores del desarrollo local, a través del establecimiento de políticas, indicadores e instrumentos de gestión.

#### *La certificación en Gestión Ambiental Local Sostenible (GALS)*

Por medio de la certificación GALS se busca la mejora continua de la calidad de la gestión ambiental, sobre la base de criterios e indicadores definidos, que califican la gestión municipal.

El objeto de la certificación es la capacidad de la municipalidad para realizar una gestión ambiental que satisfaga progresivamente las expectativas ciudadanas y que cumpla con la normatividad vigente en el país. Además la certificación califica la voluntad política para la aplicación efectiva del marco legal vigente para la gestión ambiental y el compromiso de asumir las responsabilidades institucionales que ello implica

Entre las ventajas y oportunidades que conllevan la certificación podemos mencionar:

- Institucionalización de la gestión ambiental, facilitando el cumplimiento de las normas legales y organizando el ejercicio de sus competencias y funciones ambientales.
- Competitividad para participar en proyectos de cooperación ambiental
- La elegibilidad para la ejecución de proyectos, por parte del CONAM y otras instituciones públicas y privadas.

## **1.2 ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ**

De acuerdo a los resultados de la Encuesta Nacional de la Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos 2002, promovida por la Organización Panamericana de la Salud, se ha encontrado que para el año 2001 el medio urbano representaba el 69% de la población y generándose como residuo domiciliario un promedio de 0.529 kilogramos por persona y por día, kg/per/día, la generación

promedio por distrito varía desde 0.367 hasta 0.780 kg/per/día. Se aprecian altas generaciones en zonas de Selva entre 0.576 y 1.227 kg/per/día respectivamente que reflejan, más que la situación de pobreza o bienestar, los patrones de consumo de la zona, basados en abundante utilización de productos naturales. El total de residuos de origen municipal, sin incluir residuos de construcción, expresado en función de la población, alcanza para el país un promedio de 0.711 kg/per/día, lo que significa una generación de 12 986,23 toneladas diarias de residuos sólidos del ámbito municipal urbano, para el año 2002.

La composición de los residuos expresa una preponderancia de la materia orgánica putrescible con un 54,5% en peso, mientras que los materiales altamente reciclables como el papel, cartón, plásticos, metales, textiles, cueros, cauchos y maderas representan el 20,3% y el resto de materiales no reciclables constituyen el 25,2% en peso. La cobertura de los servicios es aún baja, del 100% de residuos sólidos municipales generados se dispone en rellenos sanitarios el 19,7% y en botaderos controlados el 46%, se recicla el 14,7% y se vierte al ambiente el 19,6%. La cobertura de recolección de residuos sólidos municipales alcanza al 73,7%. Sólo el 65,7% de residuos generados a nivel municipal reciben alguna forma de disposición final, es decir 8 531,95 toneladas diarias, de las cuales el 30%, 2 559,58 se disponen en rellenos sanitarios mientras que el otro 70%, 5 972,37 se disponen en botaderos con un control precario.

El reciclaje alcanza al 14,7% de los residuos sólidos generados en el ámbito municipal y representa 1 908,98 toneladas diarias. Este reciclaje se desarrolla a nivel domiciliario, durante la recolección y en la disposición final. Antes de la recolección, principalmente a nivel peridomiciliario, se estima un reciclaje del 6,7%, 870,08 toneladas diarias. Durante la recolección se recicla el 7,4%, 960,98 toneladas diarias y en la disposición final se estima un reciclaje del 0,6%, 77,92 toneladas diarias. El principal rubro del reciclaje lo constituye el uso de materia orgánica para la crianza clandestina de cerdos. El 60% del reciclaje corresponde a residuos orgánicos putrescibles y el 40% restante corresponde principalmente a papeles, plásticos y metales, alcanzando mayor eficiencia el reciclaje de metales. Desde el punto de vista social, sanitario y ambiental esta actividad se desarrolla de una manera marginal, en condiciones infrahumanas y con altos niveles de riesgo para la salud de los segregadores. Finalmente el 19,6% que corresponden a 2 545,30 toneladas diarias de residuos sólidos son eliminados al ambiente, siendo los ríos y playas los principales receptores. Esto representa una grave contaminación por su acumulación y persistencia en el medio, situación que pone en serio riesgo la estabilidad de los ecosistemas y la salud de las personas.

El principal problema en la gestión de los residuos sólidos son los costos del servicio y la recaudación municipal. Aunque la Ley General de Residuos Sólidos establece montos recaudados por el concepto del manejo de residuos sólidos para ser depositados en una cuenta especial intangible, no se cuenta con un sistema de costeo del servicio que establezca los criterios para establecer las tarifas o tasas del servicio.

El procedimiento generalizado para costear los servicios consiste en dividir el costo proyectado del servicio entre la cantidad de predios servidos, incorporando adicionalmente varias clasificaciones con valores diferenciados a los predios asociados a su uso comercial, industrial, de servicio, casa habitación ó a su ubicación y extensión, todo lo cual deviene en una situación de difícil manejo ya que se establecen de 2 a 11 clases de predios y en cada una de ellas adicionalmente pueden contemplar hasta 56 rangos distintos.

De acuerdo a este criterio los arbitrios que se pagan no están en relación con la generación de residuos ni con la calidad del servicio que se ofrece. Esta distorsión se traduce en tarifas muy dispares, por ejemplo, en un mismo distrito en el interior del país, las tarifas mensuales varían de US\$ 1,0 para casas habitación o bodegas; US\$

1,8 para comercios; US\$ 3,0 para instituciones públicas y US\$ 132,0 para usuarios principales.

En general el servicio de limpieza pública tiene un rango de variación más frecuente entre US\$ 0.70 a US\$ 18.00 por mes a nivel nacional. Se registra, además, una morosidad sobre el pago del servicio de 40% a 80% en todo el país y un 50% en Lima Metropolitana. Los índices de recuperación, cobranza/costo, varían en Lima Metropolitana de 0,18 a 3,34, siendo el rango más frecuente de 0,3 a 0,5 es decir sólo se está cubriendo prácticamente el 50% de los costos.

### **1.3 EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO: EL ENFOQUE PROGRAMÁTICO.**

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es un instrumento definido en el Protocolo de Kyoto con el propósito de facilitar a los países con compromisos de reducción de emisiones (países Anexo I según la terminología de la CMNUCC) cumplir dichas metas y a su vez ayudar a los países en vías de desarrollo (países no-Anexo I) a alcanzar un desarrollo sostenible.

El MDL funciona implementando proyectos que reducen emisiones en países no-Anexo I, las cuales generan Reducciones de Emisiones Certificadas (RECs). Los RECs generados por dichos países pueden ser usados por los países Anexo I para su cumplir sus metas y su vez promueven inversión en los países en desarrollo y la transferencia de tecnologías más limpias.

Los conjunto de procedimientos que sigue un proyecto MDL es comúnmente llamado "Ciclo de Proyecto MDL". Este consiste en Identificación y preparación del proyecto (Estudios de línea base, preparación del documento de Proyecto), Aprobación del país anfitrión, Validación, Registro, Negociación de los RECs, Verificación y Monitoreo, Emisión de RECs.

#### ***El enfoque programático***

A la fecha se tienen más de 200 proyectos registrados en la Junta Ejecutiva del MDL (JE). A pesar de que esto significa un gran avance, en las últimas reuniones de la CMNUCC, se planteaba ya la posibilidad de habilitar a proyectos bajo el marco de programas para que sean aptos al MDL, como medida para aumentar el número de proyectos que puedan calificar a dicho mecanismo.

Es así que durante las negociaciones de la última Conferencia de las Partes realizada en Montreal (COP11 & COP/MOP1, 2005) se incluyó el siguiente texto en la decisión "Nueva orientación para el Mecanismo de Desarrollo Limpio"<sup>1</sup>: *"...una política o norma local, regional o nacional no puede considerarse una actividad de proyecto MDL, pero que las actividades de proyecto realizadas en el marco de un programa de actividades pueden registrarse como una sola actividad de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio ..."*.

Actualmente existen discusiones acerca del significado e implicancias del citado texto. Pero es claro que esta decisión habilita la posibilidad de un "MDL Programático". Sin embargo, este nuevo enfoque conlleva ciertas diferencias con los proyectos que han sido previamente aceptados y registrados, y por tanto se necesitan tomar en cuenta ciertas consideraciones.

La JE en su última reunión<sup>2</sup> ha considerado trabajar en las definiciones para el MDL programático, a pedido al Panel Metodológico de MDL. La JE ha pedido al Panel Metodológico que bosqueje los términos a ser tratados en su próxima reunión (ver anexo 01) y ha fijado por un llamado público a comentarios, el cual ya ha concluido. A continuación presentamos algunos de ellos:

---

<sup>1</sup> decisión 7/CMP.1

<sup>2</sup> Junta Ejecutiva del MDL. Reporte de la 24ª Reunión. Mayo 2006

## International Emissions Trading Association (IETA) :

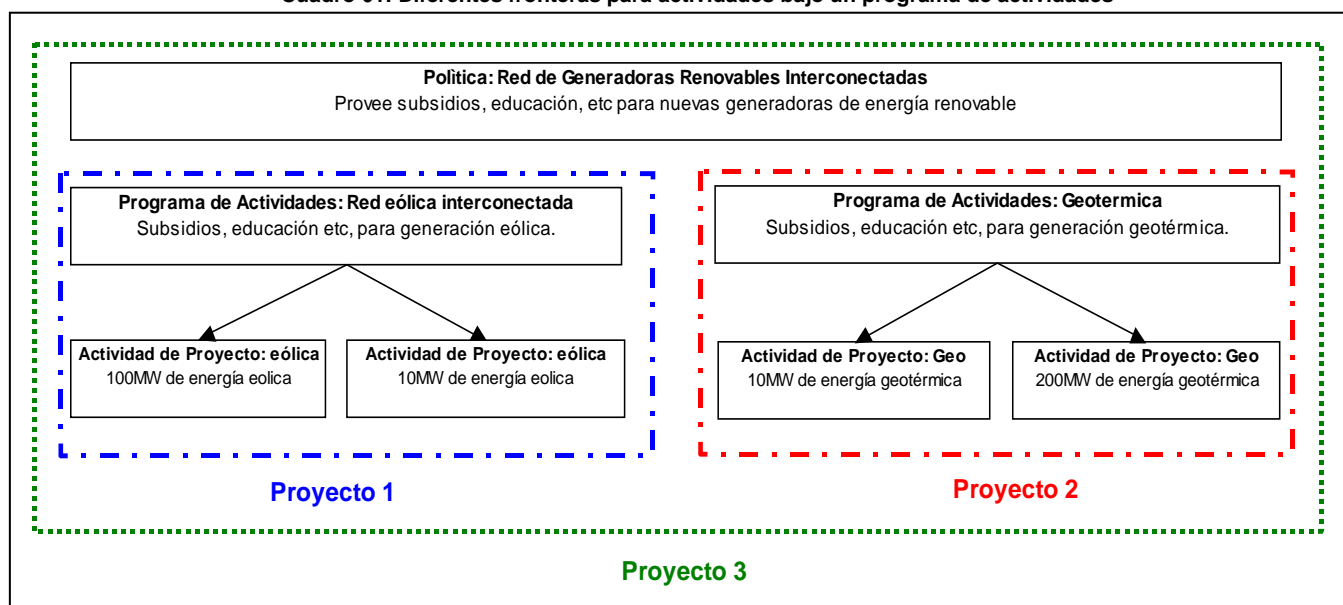
- El programa debería definir/describir las acciones ha ser consideradas como parte del programa;
- El programa debería definir/establecer los límites para el proyecto MDL;
- El programa debería definir/establecer una cronograma y línea de tiempo para la implementación (como las actividades bajo el programa serán ejecutadas);
- Las actividades individuales que resulten de la implementación del programa deberían ser desarrolladas como una respuesta voluntaria a dicho programa; y
- La reducción de emisiones puede ser el resultado de las acciones llevadas a cabo por entidades diferentes a la entidad que lleva a cabo el programa.

## Center for Clean Air Policy (CCAP):

El CCAP ha elaborado un paper<sup>3</sup> donde expone sus comentarios respecto al tema. Entre lo más saltante tenemos:

- No sería necesario desarrollar un acuerdo para las nuevas definiciones creadas en la “decisión de Montreal” aunque la JE debería esclarecer ciertos casos límite, como por ejemplo, si un gobierno fija una meta de generación de energía renovable y crea además un programa de incentivos para las energías renovables, ¿Podría el programa de incentivo aplicar al MDL como programa de actividades?.
- Es posible definir unos límites de proyecto de tal manera que incorpore un número de actividades similares, por ejemplo diferentes “granjas eólicas” podrían ser agrupadas dentro de un único proyecto MDL. Pero surgen ciertas interrogantes, por ejemplo, si se podrían agrupar proyectos de diferentes tipos. Si es el caso, habría que hacer ciertas precisiones en cuanto metodologías utilizadas, monitoreo y periodos de certificación.

Cuadro 01: Diferentes fronteras para actividades bajo un programa de actividades



Fuente: CCAP

<sup>3</sup> CCAP. Program of Activities as CDM Projects: Implications of the Montreal Decision. Internacional CDM Dialogue. Mayo 2006.

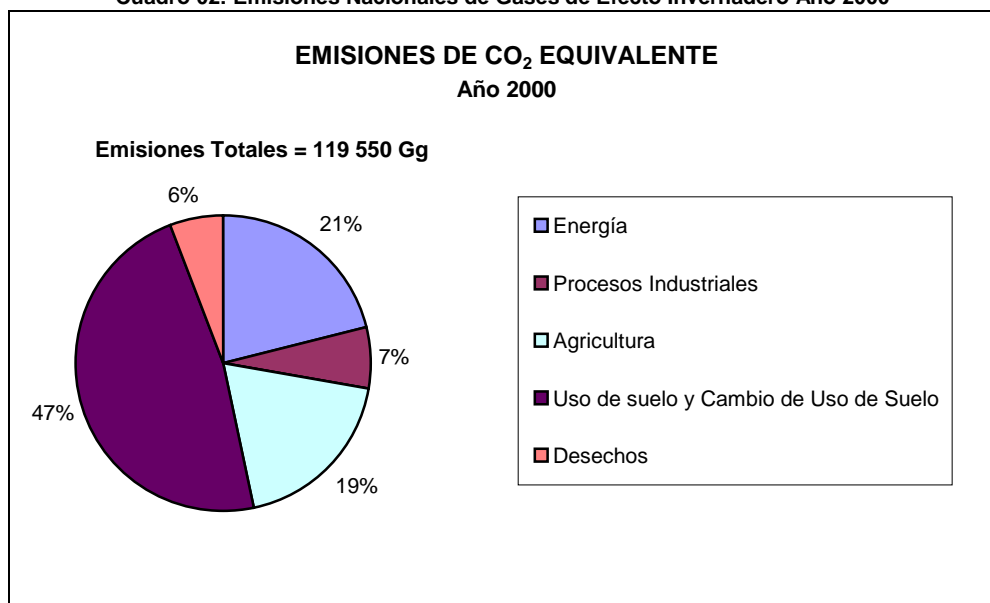
Podemos tomar estas consideraciones a la hora de bosquejar el programa, pero es importante estar al tanto de las últimas definiciones<sup>4</sup>, como coinciden las diversas opiniones dadas a la JE.

#### 1.4 ANTECEDENTES DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES Y PROYECTOS MDL EN RESIDUOS SÓLIDOS.

##### a. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

Como parte del proyecto PROCLIM CONAM realizado entre los años 2003 –2005, se realizó el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero con año base 2000. Dicho inventario de emisiones incluye una sección Desechos el cual contempla la emisión de metano del manejo de residuos sólidos. Para esto se recopiló información a nivel nacional, principalmente de la Dirección Ejecutiva de Saneamiento Básico (DESB) de DIGESA, y los PIGARS, proporcionados por el CONAM. Además para la ciudad de Lima se contó con el reporte “Diagnóstico físico ambiental de sitios de disposición final de desechos sólidos en Lima y Callao” elaborado por la Municipalidad de Lima (1998).

Cuadro 02: Emisiones Nacionales de Gases de Efecto Invernadero Año 2000



Fuente: PROCLIM- CONAM.

La emisión de ese año debido al sector desechos fue 6% del total nacional. Esto corresponde a 357 Gg de metano<sup>5</sup>. La emisión de Rellenos sanitarios y botaderos contribuye con 294.7 Gg a este resultado. Para la estimación de las emisiones se usaron las directrices del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) para la elaboración de inventarios nacionales.

##### b. Proyecto MDL Huaycoloro.

Es el primer proyecto MDL de residuos que cuenta con aprobación nacional y actualmente se encuentra a la espera de validación para la su registro en la JE de MDL. El proyecto Huaycoloro consiste en una reducción de gases de efecto Invernadero, en particular metano, mediante el uso de quemadores diseñados para

<sup>4</sup> 25ª Reunión de la JE MDL del 19 al 21 de Julio del 2006.

<sup>5</sup> 1 Gg = 1 Gigagramo = 1000 Toneladas. Los 326.6 Gg de metano se traducen en 6859.7 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, debido al factor de calentamiento global del metano (GWP) de 21 veces el CO<sub>2</sub>.

este fin. Adicionalmente se generará energía eléctrica la cual podrá ser suministrada al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

Para la estimación de la reducción de emisiones se usó la metodología consolidada de línea base ACM0001, y también la metodología de línea base simplificada para proyectos de pequeña escala AMS-ID para calcular la reducción de emisiones debido al suministro de electricidad al SEIN; ambas metodologías aprobadas por la JE.

El relleno tiene una capacidad de 2 200 Toneladas al día y crecimiento de 1.5% anual y la reducción de emisiones en un periodo de 21 años es de 7 066 051 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. El costo del sistema fue de US\$ 1 708 500 y el costo de operación y mantenimiento es de US\$ 211 000.



## II. PROPUESTA DE PROGRAMA NACIONAL PARA RELLENOS SANITARIOS

### 2.1 PROGRAMA NACIONAL DE RELLENOS SANITARIOS

El objetivo del programa para nuevos rellenos sanitarios es permitir que las municipalidades en especial las Provinciales y otras Distritales con población mayor a 38 000 habitantes puedan construir rellenos sanitarios, haciendo sostenible su operación y mantenimiento gracias a los ingresos provenientes de la gestión de los residuos sólidos.

De esta manera e identificando como el principal problema para hacer viable la construcción de rellenos sanitarios “la falta de acceso a recursos y/o financiamiento” se requiere de **dos** medidas indispensables en el desarrollo de este programa:

**Primero:** Creación de un fondo revolvente que permita financiar la construcción de nuevos rellenos sanitarios, para los que no cuenten con recursos de financieros propios ( Canon, financiamiento externo, etc)

**Segundo:** Certificación de la reducción de emisiones provenientes de la gestión adecuada de los rellenos sanitarios, en el marco del Protocolo de Kyoto, a fin de incrementar la rentabilidad de los rellenos sanitarios, y permitir su financiamiento, o para incrementar el fondo revolvente.

Es importante tener presente por las características técnicas, requeridas para la certificación en el marco del protocolo de Kyoto, para una primera etapa del programa no todos los rellenos sanitarios o todas la ciudades de nuestro país podrán tomar parte del mismo, considerando únicamente a los que pueden tener un manejo mecanizado, es decir ciudades con poblaciones menores a 28 000 habitantes o una generación menor a 20 000 ton/día y que cuenten con un Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos aprobado (PIGARS)

En una segunda etapa se considerar ciudades con poblaciones menores a 28 000 habitantes, que aun no cuenten con Rellenos sanitarios, poniendo énfasis teniendo énfasis en las ciudades donde se espera tener un crecimiento poblacional alto en los próximos 10 años, además de ciudades grandes que al inicio del programa, no cuenten con su PIGARS aprobado.

#### **A. Primera Medida:**

El fondo revolvente debe ser la primera medida y debe ser establecido tanto con apoyo de la cooperación internacional, como con dinero del recursos del estado, por ser u tema de interés nacional. Este fondo de manera inicial deberá contra con un aporte aproximado de 30 000 000 de nuevos soles cantidad necesaria para inicial la construcción de los rellenos sanitarios durante los primeros años, considerando que a las municipalidades puedan acceder al fondo hasta un 50% de los costos de implementación del relleno. Los costos de mantenimiento no son considerados ya que se entiende que una ves construidos los rellenos sanitarios estos se hacen auto sostenibles. Es importante mencionar que la rentabilidad de los rellenos sanitarios convencionales varia de acuerdo al tamaño, siendo mas rentables los de mayor tamaño, y esta se incrementa si es que se hace una inversión adicional en equipamiento para el LFG para recolección de gas en los rellenos sanitarios, que hace mas eficiente el sistema (95% de captura de metano)

De acuerdo a la rentabilidad y costos de inversión de cada relleno sanitario, se deberá establecer y/o calcular una cuota, para que cada municipalidad devuelva de manera mensual al fondo revolvente, permitiendo, así la construcción de nuevos rellenos sanitarios, de acuerdo al avance que cada uno de estas ciudades tenga.

No necesariamente todas las ciudades accederán a este fondo revolvente, ni este debe cubrir el íntegro de la inversión, de tal manera que las municipalidades más solventes podrán acceder a cualquier otro tipo de financiamiento (canon, recursos propios)

### ***B. Segunda Medida***

De esta manera y considerando la decisión 7/CMP.1 que define como programa MDL a un conjunto de actividades que deben ser registradas como un solo proyecto MDL; El Planteamiento de un Programa Nacional para Rellenos Sanitarios encaja plenamente en esta definición, ya que este programa constituye una serie de actividades que al ser ejecutadas buscan un objetivo de una gestión adecuada de los residuos sólidos a nivel nacional, de esta manera los PIGARS de cada ciudad se convierten en acciones que separadamente forman parte e implementan el mencionado programa.

Además, ya que los rellenos sanitarios de tipo mecanizado requieren de una mayor inversión, tanto en su manejo como en su construcción, el MDL se presenta como una alternativa que permita su implementación (Adicionalidad).

### ***Actores importantes en el Programa***

De esta manera y para una implementación adecuada del Programa Nacional de Rellenos Sanitarios requiere de la participación de dos actores importantes, el encargado del programa nacional y los ejecutores de las actividades:

#### **Funciones del Encargado del Programa Nacional:**

Esta debe ser una institución de carácter nacional se haga cargo del diseño, coordinación y promoción del programa nacional, asumiendo de manera inicial, ya sea con recursos propia o mediante cooperación internacional, los costos operativos tanto de la implementación del fondo revolvente, como los costos de transacción del registro del Programa Nacional ante la Junta ejecutiva del MDL. También será quien administre el mencionado fondo y los ingresos generados por los CREs y distribuirá de manera equitativa estos fondos a las municipalidades participantes, de acuerdo a su respectiva generación de certificados y previo descuento de los gastos operativos respectivos.

Además es importante que realice promoción del Programa Nacional de manera tal que permita un acercamiento entre las municipalidades y otras fuentes y fondos de financiamiento que permitan la construcción de los rellenos sanitarios. Para lo cual deberá contactar a entidades financieras interesadas en apoyar este Programa Nacional.





Se han identificado 2 instituciones que podrían constituirse en los encargados del programa y son el **Centro de Eficiencia Tecnológica**, que en la actualidad cuenta con una oficina dedicada a desarrollar proyectos MDL, y que cuenta con cooperación internacional de soporte que les permite asumir los costos para el desarrollo de un Programa Nacional para Rellenos Sanitarios, además de tener la experiencia de manejar fondos de promoción de tecnologías limpias, lo cual puede facilitar el desempeño del mencionado Programa y el **Fondo Nacional del Ambiente** encargada de la promoción a nivel nacional del MDL, y que tiene contactos con la banca nacional e internacional, vinculada a temas de gestión ambiental, y que en la actualidad viene manejado fondos, como el caso del creado para remediar los Pasivos Ambientales, provenientes de la actividad minera a nivel nacional.

#### **Ejecutores de las actividades:**

Los ejecutores de las actividades vienen a ser cada una de las municipalidades tanto Provinciales como Distritales cuyos PIGARS estén aprobados y para una primera fase del programa contemplen la construcción de un relleno sanitario mecanizado, que permita la eficiente captura y quema posterior del metano, de manera tal que permita la certificación de las reducciones de emisiones.

En ese sentido la primera función de los ejecutores las actividades es conseguir el financiamiento para la construcción de los rellenos sanitarios, ya sea con el apoyo del encargado del programa, o de manera separada y luego de la construcción operarlos de la manera tal que permita la certificación de las reducciones de emisión.

Para que este programa pueda ser efectivo consideramos que una instancia sectorial que para nuestro caso sería el Ministerio de salud a través de DIGESA, declare de manera oficial este programa nacional, encargando y /o autorizando al responsable del programa a desarrollar las actividades antes mencionadas. De esa manera los pasos propuestos sugeridos son:

- Paso 1:** DIGESA  Oficializa el Programa Nacional y encarga la responsabilidad de los mismos al encargado del programa.
- Paso 2:** Encargado  Desarrolla el Programa y busca los recursos para la creación del fondo revolvente, además registrarlo en la Junta Ejecutiva de MDL.
- Paso 3:** Ejecutor  Solicita Construye y opera los rellenos sanitarios, reduciendo las emisiones de manera efectiva.
- Paso 4:** Encargado  Acompaña el proceso de certificación de las emisiones de todos los rellenos sanitarios dentro del Programa y distribuye los ingresos adicionales.

## 2.2 IDENTIFICACIÓN DE MUNICIPALIDADES EJECUTORAS

Para los fines del Programa es necesario que los rellenos sanitarios generen un mínimo de residuos sólidos diarios; para esto tenemos que los rellenos sanitarios pueden ser clasificados en 3 grandes categorías: Relleno Sanitario, Relleno sanitario mediano y Micro Relleno sanitario.

**Cuadro 03: Clasificación de Rellenos sanitarios.**

Rango	Clasificación
> 200 Toneladas	Relleno Sanitario
De 20 a 200 Toneladas	Relleno Sanitario Mediano
< 20 Toneladas	Micro relleno

Esta clasificación es útil para poder hacer una selección de localidades que conformarán el programa. Así, las municipalidades que cuenten con una generación menor a 20 toneladas de desechos no podrán ser parte del programa ya que la

capacidad de un micro relleno no hacen posible que se generen suficientes Certificados de Reducción de Emisiones (CRE) para justificar la inversión.

Se han identificado las siguientes municipalidades las cuales cuentan con información disponible debido a que han elaborado sus respectivos PIGARs además tenemos priorizar las municipalidades cuenten con la certificación GALS. Las municipalidades de Sechura, Yungay y Junín no califican al programa por generar menos de 20 toneladas diarias de desechos domiciliarios (ver anexos 02 y 03).

**Cuadro 04: Municipalidades seleccionadas para el Programa**

<b>Municipalidad</b>	<b>Población</b>	<b>Generación de residuos año 2005 (ton/día)</b>	<b>Año de inicio de operación</b>
Municipalidad Provincial de Arequipa	861746	448.1	Año 1
Municipalidad Provincial del Callao*	810568	421.5	Año 2
Municipalidad Provincial de Huancayo	448355	233.1	Año 3
Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo*	355761	185.0	Año 3
Municipalidad Provincial del Cusco	348493	181.2	Año 4
Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores*	335237	174.3	Año 4
Municipalidad Provincial de Tacna	250509	130.3	Año 4
Municipalidad Provincial de Puno	222897	115.9	Año 5
Municipalidad Distrital de la Victoria*	190218	98.9	Año 5
Municipalidad Provincial de Pasco	147126	76.5	Año 5
Municipalidad Provincial de Tarata - Tacna	139073	72.3	Año 5
Municipalidad Provincial de Pisco	116865	60.8	Año 5
Municipalidad Provincial de Tayacaja - Pampas	104378	54.3	Año 6
Municipalidad Provincial de Ferreñafe	94731	49.3	Año 6
Municipalidad Provincial de Satipo	93685	48.7	Año 6
Municipalidad Provincial del Huanta	89300	46.4	Año 6
Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto - Moquegua	70460	36.6	Año 6
Municipalidad Provincial de Loreto-Nauta	63515	33.0	Año 6
Municipalidad Provincial de Acobamba - Huancavelica	62868	32.7	Año 6
Municipalidad Distrital de Lurín*	55953	29.1	Año 6
Municipalidad Provincial de Huaylas - Caraz	52845	27.5	Año 6
Municipalidad Provincial de Yauli - La Oroya	49383	25.7	Año 6
Municipalidad Provincial de Carhuaz	43652	22.7	Año 6

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la generación diaria se ha usado la producción per cápita (ppc) diaria de residuos. Se ha tomado el valor promedio nacional de 0.52 Kg/habitante-día obtenido del estudio hecho por la DIGESA en el año 1998<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Análisis Sectorial de Residuos Sólidos. DIGESA, OPS-CEPIS, 1998

## 2.3 ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE PROGRAMA

Una vez que ya se han definido los ejecutores municipales, podemos realizar las estimaciones de línea base de emisiones y la reducción de emisiones correspondientes a la duración del programa (21 años). Para esto usamos la metodología consolidada ACM 0001 aprobada por la Junta Ejecutiva del MDL para rellenos sanitarios.

### a. Descripción de la metodología

La metodología consiste en la estimación usando el Firs Decay Model. El modelo emplea una función de descomposición exponencial de primer orden, la cual asume que la generación de LFG= QM (biogas) llega a su punto máximo después de un retardo de un año entre la descarga de residuos y la generación de LFG. Después de un año, el modelo asume que la generación de LFG disminuye exponencialmente a medida que la parte orgánica de los residuos se consume.

El modelo calcula el índice de generación de LFG de un año específico utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_M = \sum_{i=1}^n 2kL_o M_i (e^{-kti})$$

Donde:

$\Sigma$  = suma del año de apertura + 1 (i=1) durante el año de proyección (n)

$Q_M$  = máximo índice de flujo de generación de LFG esperado (m3/año)

k = constante del índice de descomposición de generación de metano (1/año)

$L_o$  = potencial final de generación de metano (m3/Mg)

$M_i$  = masa de residuos sólidos dispuestos en el año i (Mg)

$t_i$  = antigüedad de los residuos dispuestos en el año i (años)

La ecuación anterior se utiliza para estimar la generación de LFG para un año específico a partir de todos los residuos dispuestos durante ese año. Las proyecciones que abarcan varios años se realizan variando el año de proyección y reapplicando las ecuaciones. El año de máxima generación de LFG normalmente ocurre el año de cierre o el año siguiente a éste.

La reducción de emisiones se calcula como sigue:

Las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero logradas por la actividad del proyecto durante el año "y" (ERY) es igual a la diferencia entre la cantidad de metano destruida por el proyecto durante el año ( $MD_{proyecto,y}$ ) menos la cantidad de metano que se hubiera destruido en la ausencia del proyecto ( $MD_{reg,y}$ ) multiplicado por el poder de calentamiento global del metano ( $GWP_{CH4}$ ).

$$ERY = (MD_{proyecto,y} - MD_{reg,y}) * (GWP_{CH4})$$

ERY se mide en toneladas de CO2 equivalentes (tCO2e).

$MD_{proyecto,y}$  y  $MD_{reg,y}$  son medidas en toneladas de metano (t CH4).

$GWP_{CH4}$  el poder de calentamiento global del metano para el primer periodo de compromiso es 21 tCO2e /tCH4.

Ahora el valor de  $MDP_{reg,y}$  es igual a :

$$MDP_{reg,y} = MD_{proyecto,y} * AF$$

donde AF es el factor de ajuste. Para el caso del Perú, donde la legislación no establece una especificación para la quema de metano se asume un factor de ajuste de 5%, ya que la colección de gases se realiza sólo por motivos de seguridad en la operación del relleno sanitario.

Finalmente ,

$$MD_{\text{proyecto}} = MD_{\text{quemado, y}} = LFG_{\text{quemado, y}} * W_{\text{CH}_4} * D_{\text{CH}_4} * FE$$

donde

$LFG_{\text{quemado, y}}$  es la cantidad de metano destruido y quemado en un año en  $m^3$

$W_{\text{CH}_4}$  es el promedio de contenido de metano en el gas LFG.

$D_{\text{CH}_4}$  es la densidad del metano.

FE es la eficiencia de quemado

### b. Reducción de las emisiones del programa

En base a la metodología antes mencionada y tomando en cuenta una duración del programa de 21 años, se han hecho las estimaciones para las municipalidades seleccionadas. Los resultados en detalle se pueden apreciar en el anexo 04.

**Cuadro 05: Reducción de emisiones totales del programa<sup>7</sup>**

Municipalidades con PIGARS	Generación de residuos durante el programa	Reducción de Emisiones Totales	Ingresos adicionales CREs
	(ton)	( ton CO <sub>2</sub> e)	S/.
Municipalidad Provincial de Arequipa	4446080	840074	21841913
Municipalidad Provincial del Callao*	4182033	786868	20458575
Municipalidad Provincial de Huancayo	2313236	431571	11220834
Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo*	1835508	342443	8903514
Municipalidad Provincial del Cusco	1798010	331152	8609948
Municipalidad Distrital de San Juan de Miraflores*	1729617	318555	8282442
Municipalidad Provincial de Tacna	1292472	238044	6189133
Municipalidad Provincial de Puno	1150012	208134	5411485
Municipalidad Distrital de la Victoria*	981408	177619	4618106
Municipalidad Provincial de Pasco	759080	137382	3571920
Municipalidad Provincial de Tarata - Tacna	717531	129862	3376409
Municipalidad Provincial de Pisco	602952	109125	2837244
Municipalidad Provincial de Tayacaja - Pampas	538526	95311	2478077
Municipalidad Provincial de Ferreñafe	488754	86502	2249044
Municipalidad Provincial de Satipo	483357	85547	2224210
Municipalidad Provincial del Huanta	460733	81542	2120104
Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto - Moquegua	363530	64339	1672817
Municipalidad Provincial de Loreto-Nauta	327698	57997	1507933
Municipalidad Provincial de Acobamba - Huancavelica	324360	57407	1492572
Municipalidad Distrital de Lurín*	288683	51092	1328401
Municipalidad Provincial de Huaylas - Caraz	272648	48254	1254613
Municipalidad Provincial de Yauli - La Oroya	254786	45093	1172420
Municipalidad Provincial de Carhuaz	225217	39860	1036358
<b>Totales para la duración del programa (21 años)</b>		<b>4763772</b>	<b>123858072</b>

<sup>7</sup> La municipalidades Distritales dentro de la provincia de Lima ha sido contabilizadas a pesar de que ya se cuentan con rellenos a nivel de la provincia de Lima.

Podemos desagregar la emisiones del programa año a año ya que se ha establecido un cronograma de implementación de los rellenos en las localidades de acuerdo a la capacidad de generación de desechos, priorizando los de mayor capacidad al inicio del programa. Así tenemos que el primer año se construiría el relleno sanitario de la provincia de Arequipa; luego en segundo año se estarían implementando los rellenos del Callao; y así sucesivamente.

**Cuadro 06: Reducción de emisiones anuales del programa**

Periodo	Reducción de Emisiones (ton CO <sub>2</sub> e)
Año 1	0
Año 2	3524
Año 3	13708
Año 4	30521
Año 5	56180
Año 6	87235
Año 7	124311
Año 8	145371
Año 9	166531
Año 10	187791
Año 11	209150
Año 12	230610
Año 13	252171
Año 14	273833
Año 15	295597
Año 16	317464
Año 17	339433
Año 18	361506
Año 19	383683
Año 20	405963
Año 21	428349
Año 22	450840
<b>Total</b>	<b>4763772</b>

Elaboración propia.

Las reducción total de las emisiones del programa en 21 años es de **4'763,772 ton de CO<sub>2</sub> equivalente**. Este sería el escenario de reducción de emisiones. Es bueno recordar que el escenario de línea base serían las emisiones LFG con una colección de 5% debido a motivos de seguridad ocupacional.

## 2.4 ANÁLISIS FINANCIERO

En el Perú se han estimado para el caso nacional se han identificado los siguientes indicadores:

**Cuadro 07: TIR para un proyecto de Relleno con quemado de metano**

Rango	TIR
Construcción del Relleno Sanitario	16,7 %
Instalación del sistema LFG	22%*

En el primer caso se estimo considerando los ingresos que se cobran por la gestión de disposición final de residuos sólidos en un rellenos autorizado, y en el segundo caso se contemplaron los ingresos obtenidos por la venta de CREs. Se ha realizado cálculos a nivel nacional que indican que la venta de certificados de reducción de emisión, en proyectos de rellenos sanitarios, incremental el TIR hasta en un 5%.

Para el caso del programa, En base a datos de construcción un relleno sanitario en el Perú y otros estudios<sup>8</sup>, se ha estimado que los costos por disposición de tonelada por S/. 13.99 para la construcción del relleno y S/. 0.14 para la implementación del sistema de quemado de metano LFG, por toda la vida útil del relleno sanitario.

**Cuadro 08: Costos de construcción de rellenos sanitarios**

Descripción	Costo (S/.)
Costo Relleno /ton	13.99
Costo sistema LFG/ ton	0.14
<b>Costo Total / ton</b>	<b>14.13</b>

Elaboración propia

Así podemos realizar el perfil financiero del programa en base a las estimaciones de crecimiento de los rellenos sanitarios y tomando en cuenta el cronograma de operación de los distintos rellenos en las diferentes municipalidades.

Como se mencionó en la propuesta del programa, este constará de un fondo revolvente de S/. 30'000,000.00. Este fondo cubrirá el 50% de las inversiones destinadas a la construcción e implementación de los rellenos sanitarios.

De acuerdo a los cálculos desarrollados para las 23 municipalidades que en la actualidad cuentan con PIGARS aprobado (19 provinciales y 4 Distritales), las reducciones de emisiones estimadas ascienden a 4763772 toneladas de CO2 equivalente y considerando el precio actual de cada Certificado de Reducción de Emisiones (CRE)<sup>9</sup> estamos hablando de un ingreso total de S/. 123'858,072, que constituye un 37% del monto estimado para la inversión total en construcción (S/. 330'700,108). Se entiende que una vez construido los rellenos sanitarios, su mantenimiento es auto sostenible y es por eso que no hemos asumido los montos de mantenimiento ni operación en el análisis de los costos.

<sup>8</sup> STEM-USAID. Construcción y Operación de un rellenos sanitario en la ciudad de Pisco. 2005. Se ha asumido un tipo de cambio de 1US\$= S/. 3.25

<sup>9</sup> US\$ 8 por CRE.



**Cuadro 10: Análisis financiero del Programa**

Fondo Revolvente: S/. 30'000,000.00  
Retorno la fondo: 10% anual.

Periodo	Inversion total A (S/.)	inversión fondo 50% B (S/.)	Reduccion de Emisiones C (ton CO2e)	Ingresos adicionales CREs D (S/.)	Pago anual del prestamo del fondo E (S/.)	Pago del Credito del fondo a entidades financieras F (S/.)	Flujo de caja (S/.) G
Año 0	2310932	1155466	0	0			28844534
Año 1	4596736	2298368	3524	91616	115547	1500000	25253328
Año 2	6977208	3488604	13708	356417	464407	1500000	21085548
Año 3	9849610	4924805	30521	793558	956887	1500000	16411189
Año 4	12511805	6255902	56180	1460672	1582478	1500000	11698436
Año 5	15193519	7596760	87235	2268101	2342154	1500000	7211931
Año 6	15573357	7786679	124311	3232076	3128930	1500000	4286257
Año 7	15962691	7981346	145371	3779658	3935375	1500000	2519945
Año 8	16361758	8180879	166531	4329815	4761982	1500000	1930863
Año 9	16770802	8385401	187791	4882561	5609254	1500000	2537276
Año 10	17190072	8595036	209150	5437906	6711021	1500000	4591167
Año 11	17619824	8809912	230610	5995864	7888426	1500000	8165544
Año 12	18060320	9030160	252171	6556446	9200174	1500000	13392004
Año 13	18511828	9255914	273833	7119664	10671747	1500000	20427501
Año 14	18974624	9487312	295597	7685532	11765858	1500000	28891580
Año 15	19448989	9724495	317464	8254062	12866450	1500000	38787596
Año 16	19935214	9967607	339433	8825265	14014717	1500000	50159972
Año 17	20433594	10216797	361506	9399156	15212357	1500000	63054688
Año 18	20944434	10472217	383683	9975746	16461120	1500000	77519336
Año 19	21468045	10734022	405963	10555047	17762813	1500000	93603174
Año 20	22004746	11002373	428349	11137074	19119302	1500000	111357177
Año 21			450840	11721838	36073429	1500000	157652444
<b>Total</b>	<b>330700108</b>	<b>165350054</b>	<b>4763772</b>	<b>123858072</b>	<b>100322213</b>	<b>31500000</b>	

### III. CONCLUSIONES

El desarrollo de un Programa Nacional de Rellenos Sanitarios es una plataforma muy interesante que contribuye a la gestión local, el cumplimiento de la legislación, así como también para contribuir con el desarrollo sostenible, mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En base al estudio realizado, se han encontrado potenciales municipios que podrían aplicar al programa, para lo cual se han tomado parámetros promedio nacionales, Esta información puede ser afinada en cuanto la calidad de la información disponible. Con esta información se ha logrado estimar la cantidad de emisiones que se reducirían y por tanto cuando flujo de ingresos que se obtendrían al aplicar al MDL.

Los beneficios de implementar el programa son evidentes. Así mediante el mecanismo de desarrollo limpio el fondo del programa puede financiar hasta el 50% de la inversión en la construcción e implementación de los rellenos sanitarios con sistema de LFG, usando el enfoque de fondo autosostenible o revolvente.

Un recomendación importante es sobre el estado de la información recaba de las municipalidades, si bien los PIGARS han sido de gran ayuda, es necesario que sean lo más estandarizados posible en cuanto a la caracterización de los residuos sólidos, ya que esta información es crítica para la estimación de la reducción de emisiones y por tanto muy importante para la aplicabilidad de los rellenos al programa.