



## Programa para la Protección Ambiental

Acuerdo de Cooperación No. 517-A-00-09-00106-00

### Reporte:

## Sistema Propuesto Solución Técnica Disposición Final Residuos Sólidos de la Provincia de Samaná

Ingeniería Civil y del Medio Ambiente SRL

Enero 2012

*Esta publicación fue posible gracias al apoyo generoso del pueblo de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID, bajo los términos del acuerdo de cooperación No. 517-A-00-09-00106-00 – Programa para la Protección Ambiental, implementado por The Nature Conservancy y su socio el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). Los contenidos y opiniones expresados aquí son responsabilidad del INTEC y no reflejan necesariamente las opiniones de USAID o de The Nature Conservancy, y no se deberá inferir ninguna adopción oficial de las mismas.”*

## Contenidos

RESUMEN EJECUTIVO .....	4
Introducción .....	6
1.1 Localización del emplazamiento.....	7
1.2 Tipo de Relleno .....	9
1.3 Peso volumétrico .....	9
1.4 Composición de la basura.....	9
1.5 Espacio Requerido para el Relleno Sanitario de la provincia de Samaná.....	9
1.6 Estudios de Campo .....	9
1.7 Visita a Arroyo Barril.....	10
2. DISPOSICION FINAL.....	13
2.1 Superficie demandada .....	13
2.2 Ingeniería Básica del Relleno .....	13
2.3 Evacuación de gases .....	15
3. Sistema de Recolección. ....	20
3.1 Cantidad de Camiones de Recolección.....	21
3.2 Tamaño de la unidad de recolección.....	21
3.3 Costos sociales estimados por alternativa.....	22
3.4 Idea de Costos sistema de Recolección .....	22
4. ESQUEMA GERENCIAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	23
5. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN .....	23
5.1 Presupuesto Disposición final Relleno Regional Samaná .....	24
5.2 Inversión Institucional .....	29
6.4 Análisis económico e inversión total .....	30
7. TERMINOS DE REFERENCIAS.....	31
Anexos .....	33
ANEXO 1: RESUMEN DE CALCULOS DE COSTOS EN PESOS DOMINICADOS DE SEIS ALTERNATIVAS DE DISPOSICION FINAL MEDIANTE RELENO SANITARIO.....	34

**INDICE DE CUADROS.**

Cuadro No.1.	Cuadro Comparación de costos unitarios. Cálculo de celda.
Cuadro No.2.	Distribución de costos US\$/AÑO por municipio.
Cuadro No.3.	Densidad en relleno
Cuadro No.4.	Cálculo de Celda y frente de trabajo según ton/día
Cuadro No. 5	Frente de Trabajo y Avance diario en celdas de H= 3.0 m de basura
Cuadro No. 6	Tiempo de Biodegradación de los Residuos Sólidos.
Cuadro No. 7	Producción m <sup>3</sup> de metano a recuperar
Cuadro No.8	Residuos con diferentes períodos de biodegradación.
Cuadro No.9	producción de metano por tipo de residuos.
Cuadro No. 10	producciones de metano por año por período de biodegradación.
Cuadro No.11	Producción de Metano en Millones m <sup>3</sup> /año.
Cuadro No.12	Flujo total de metano
Cuadro No.13	coeficientes de escurrimiento por tipo de suelo y pendiente
Cuadro No.14	Capacidad de Campo y agua disponible para diferentes tipos de suelo.
Cuadro No.15	Espesor Cobertura Final Relleno Samaná.
Cuadro No.16	Precios unitarios disposición final.
Cuadro No.18	Almacenamiento Domiciliario Método Acera con frecuencia.
Cuadro No.17	Ventajas Cualitativas entre alternativas de recolección.
Cuadro No.18	Inversión en la Recolección Proyecto Samaná.
Cuadro No.19	Costos relleno Sanitario Samaná
Cuadro No.20	Tarifa disposición final
Cuadro No.21	Presupuesto costos, amortización y tarifa
Cuadro No.22	Presupuesto costos, amortización y tarifa OPCION A
Cuadro No.23.	Presupuesto costos, amortización y tarifa OPCION B
Cuadro No.24.	Presupuesto costos, amortización y tarifa OPCION C
Cuadro No.25.	Comparación de costos unitarios disposición final.
Cuadro No.26	Inversión Gerencia Mancomunidad.
Cuadro No.27	Fortalecimiento Unidad Gestión Ambiental Municipal
Cuadro No.28	Inversión en Orientación Ciudadana
Cuadro No.29	Vida útil de instalaciones.
Cuadro No.30	Inversión total servicio de Aseo en Samaná

## RESUMEN EJECUTIVO

La población de la Provincia de Samaná al 2011 se considera en 104,206 habitantes con una producción estimada de residuos domésticos de 77.5 ton/día. Se espera que en el 2031 la población llegue a 125,957 habitantes y la producción de residuos alcance entre 113 a 125 ton/día. Bajo estas consideraciones, la provincia demandará de una superficie de 8 a 14 Hectáreas de terreno para almacenar 1.2 millones de m<sup>3</sup> de residuos, disponer de espacio suficiente para la recepción de objetos de gran tamaño e ir convirtiendo el área de relleno en un centro de recuperación de materiales.

Se analizaron cuatro puntos para el emplazamiento del Relleno Sanitario Provincial, resultando el de menor inversión el de Majagual, en función de las informaciones preliminares no documentadas sobre la propiedad estatal; el mismo es utilizado como información de base en cuanto a los costos se refiere a sabiendas de que existe la posibilidad de rechazo por parte de la población. Los costos analizados, parten de considerar un relleno de densidad mediana, del tipo mixto, con una superficie de 154,200 m<sup>2</sup>, altura media de 12m (3 metros en trincheras y 9m en superficie); es decir, el relleno tendría cuatro escenarios, y 1.6 Km de caminos interiores. Las celdas serán de 3m de altura, cobertura intermedia de 0.15 a 0.20 metros y talud 1:2.5.

Para el diseño detallado se requerirá de topografía mecánica de suelos, consulta social. Sin embargo se ha estimado para la disposición de los residuos en el Relleno Sanitario Regional de Samaná un presupuesto ascendente a US\$3,266,662.72, de los cuales US\$254,800 corresponden a pre-inversión; US\$3,011,862 a preparación del relleno; y a operación y mantenimiento la cantidad de US\$1,580,578.72. El valor de la tonelada en el relleno en Majagual resultaría de US\$48.90 dólares considerando una población servida de 125,000 habitantes y tarifa de US\$6 dólares por vivienda y por mes por concepto de disposición final. Estos valores se incrementan en un 5.5% en promedio de localizarse el punto de vertido en Arroyo Barril como se muestra en el cuadro comparativo de costos unitarios.

En la alternativa de emplazamiento en Arroyo Barril, existen mejores condiciones sociales de aceptación y consenso entre los Alcaldes. Se analizaron cuatro opciones identificadas como A, B y C en las proximidades del aeropuerto de Arroyo Barril. En la Opción A los valores se incrementan en un 11.14 % respecto al costo base de Majagual, pasando de 48.9US\$/TON a 54.37US\$/TON, básicamente por la construcción de un tramo carretero de 0.97km. Las Opciones B y C en Arroyo Barril, resultan con costos de 50.4 y 50.6 US\$/ton, tal como se muestra en el cuadro comparativo de costos unitarios, en el que se incluyen: preinversión, costos de preparación del relleno, así como los costos de amortización y costos anuales respectivamente. No se incluye el costo del terreno a razón de RD\$ 20,000 por Tarea. (Tarea=628.85 M<sup>2</sup>: Ha=16 Tareas). Se recomienda adquirir 14 Hectáreas, es decir 224 tareas, lo que representa un monto de \$4.48 Millones de pesos equivalentes a \$ 114,872 dólares americanos.

<b>Cuadro No.1 Comparación de costos unitarios, disposición final, costos de inversión anual por opción</b>						
<b>Emplazamiento</b>	<b>US\$/ton</b>	<b>Preinversión US\$</b>	<b>Preparación Terreno US\$</b>	<b>Operación US\$/año</b>	<b>Amortización US\$/año</b>	<b>Costo US\$/año</b>
Majagual	48.90	254,800.00	3,011,362.00	1,530,578.00	602,373.00	2,256,951.00
Opción A Arroyo Barril	54.37	254,800.00	4,132,762.00	1,614,205.00	821,872.00	2,519,376.00
Opción B Arroyo Barril	50.4	254,800.00	3,313,762.00	1,589,635.00	662,752.00	2,336,388.00
Opción C Arroyo Barril	50.6	254,800.00	3,360,562.00	1,591,039.00	672,112.00	2,347,152.00
Promedio	51.0675	254,800.00	3,454,612.00	1,581,364.25	689,777.25	2,364,966.75
Incremento	5.5%					
Costo del terrero – 14 Ha	114,871.80					114,871.79
<b>Total primera inversión (US\$1=RD\$39.00)</b>						<b>2,479,838.54</b>

Siendo el valor de la primera inversión de US\$2,479,838.54 incluyendo el costo del terreno.

**OPCIÓN PREFERIDA: OPCIÓN B**

Consecuentemente, los costos por municipio quedan distribuidos en función de la producción de basura, tal como se muestra en el cuadro de distribución de costos.

<b>Cuadro No2: Distribución de costos US\$/AÑO por municipio</b>								
	<b>Población 2011</b>	<b>Población 2031</b>	<b>Ton/día 2011</b>	<b>Ton/día 2031</b>	<b>Ton. Acum. 2011</b>	<b>Ton. Acum. 2031</b>	<b>%</b>	<b>US\$/año 50.4</b>
Samaná	35,144	42,462.63	26.91	39.53	9,820	242,471	35%	494,947.80
El Limón	6,483	7,833.64	4.25	6.25	1,553	38,342	6%	78,265.36
A. Barril	9,655	11,665.47	6.34	9.31	2,312	57,096	8%	116,548.82
Las Galeras	7,154	8,643.88	4.69	6.90	1,713	42,307	6%	86,360.36
Sanchez	30,074	36,337.20	23.02	33.82	8,404	207,493	30%	423,549.27
Las Terrenas	15,736	19,013.79	12.05	17.70	4,397	108,573	16%	221,626.29
<b>TOTAL</b>	<b>104,246</b>	<b>125,956.6</b>	<b>77.26</b>	<b>113.50</b>	<b>28,200</b>	<b>696,282</b>	<b>100%</b>	<b>1,421,297.90</b>

El relleno dispondrá de un pesaje, para hacer los cargos correspondientes a cada ayuntamiento en función de los residuos depositados. La administración del relleno se propone quede bajo la responsabilidad de un operador independiente, con la vigilancia e inspección de los representantes de cada ayuntamiento. De incorporarse la inversión para la recolección con vehículos nuevos, la inversión necesaria para reforzar la unidad de gestión ambiental en cada ayuntamiento e institución municipal en la mancomunidad que se propone, se requerirían de 11.7 millones de dólares. En caso de hacer uso de un sistema de recolección solo con el uso de fundas plásticas, el monto sería de 5.8 Millones de dólares. El costo anual sólo de la Disposición Regional en Relleno Sanitario sería de 2.46 Millones de dólares.

Pasos concretos para la localización e inicio de los trabajos.

1. Aceptación de la zona de Arroyo Barril.
2. Iniciar proceso de localización de los propietarios e ir negociando por separado, en el siguiente orden de preferencia: Opción B, luego la opción C y finalmente la Opción A
3. Llegado al acuerdo, proceder a realizar los estudios de campo: titulación, topografía, mecánica de suelo, Estudio de Impacto Ambiental, diseño ejecutivo.
4. Realizar concurso para el diseño ejecutivo y construcción.
5. Constituir Empresa Gestión de Residuos, propiedad de la mancomunidad.
6. Contratar con operador privado la explotación del relleno.
7. El sistema de recolección mantenerse bajo responsabilidad de los diferentes ayuntamientos.
8. Promover la creación de 4 empresas comunitarias de recolección de residuos que cubran las áreas rurales.
9. Fortalecer la institucionalidad municipal para emprender una gestión de cobro de la basura para ir haciendo auto-sostenible el servicio, con base a una tarifa equitativa.
10. Realizar el estudio tarifario para cubrir el costo operacional.
11. Iniciar el proceso de reciclaje, con la participación de la comunidad.

## Introducción

La solución técnica de la disposición final de los residuos sólidos en el Polo Turístico de Samaná, puede desarrollarse en mancomunidad entre los tres municipios que constituyen la Provincia, es decir el Municipio de Santa Bárbara de Samaná, el de Sánchez y el de las Terrenas, con la participación del Poder Ejecutivo e inclusive con la participación del sector privado, tal como está previsto. Bajo las condiciones actuales, existen 5 puntos de vertido a cielo abierto y con la presente propuesta se tiene por objetivo realizar la disposición final en un solo punto para toda la provincia, atendiendo que las distancias promedio resultan adecuadas para la Construcción y operación de un Relleno Sanitario Regional capaz de recibir la producción de residuos para la población de los próximos 20 años, estimada en 130,000 habitantes con una producción promedio de basura de 115ton/día, y que para fines de diseño se considera una producción de 150 ton/día.

La solución técnica de la disposición final se concibe bajo el enfoque de gestión integral de los residuos, tomando en cuenta la sostenibilidad del proyecto, considerando los aspectos técnicos, ambientales, institucionales, incluyendo transversalmente los aspectos económicos y financieros así como de los recursos humanos, bajo los siguientes lineamientos:

- a) Enfoque integral. La solución del problema de los residuos es teniendo un enfoque integral a desarrollarse progresivamente, partiendo de la correcta disposición final e ir integrando mejorías significativas en el sistema de recolección, transporte, educación urbana para el fomento del reciclaje y la reducción de la generación, e incorporando modalidades de gestión empresarial para hacer sostenible la ejecutoria desde el punto de vista económico, ambiental y de salud pública.
- b) Cierre y sellado sanitario de vertederos existentes a cielo abierto. Los vertederos de Samaná, Sánchez, Las Terrenas el Limón y Arroyo Barril, tienen una superficie expuesta de basura de 28,000m<sup>2</sup> que ha de sellarse controlando los lixiviados y los vectores, ajustándose a las condiciones geomorfológicas, vialidad y asentamientos humanos próximos, y requiriéndose del diseño apropiado para cada caso. La acción inmediata sobre los vertederos existentes sería la cobertura de 0.50 metros de material y la instalación de pozos o quemadores de gas para garantizar el desalojo del metano.
- c) Disponibilidad de terrenos. En la medida de lo posible, se localizará el relleno sanitario en terrenos de propiedad estatal.

El relleno sanitario, también conocido como vertido controlado es indispensable independientemente del proceso tecnológico que se aplique, pues todos son procesos incompletos que producen residuos o subproductos que deben tener un lugar para su disposición final. El proceso educativo tendente a la gestión sostenible de residuos, tiene por objetivo la reducción de la cantidad, protección de los recursos del planeta al reusar y reciclar envases, papel, cartón, vidrio y materia orgánica.

La gran ventaja del relleno provincial es el bajo costo en la disposición final, menor inversión inicial y costo operacional, el control del lixiviado en un solo punto, con menor impacto ambiental en la provincia de Samaná. Este permite además un mejor aprovechamiento futuro del reciclaje de papel, cartón y envases. La mayor desventaja es aumento en los costos de transporte de los residuos sólidos, teniendo que estudiarse la conveniencia o no de instalar estaciones de transferencia de bajo costo.

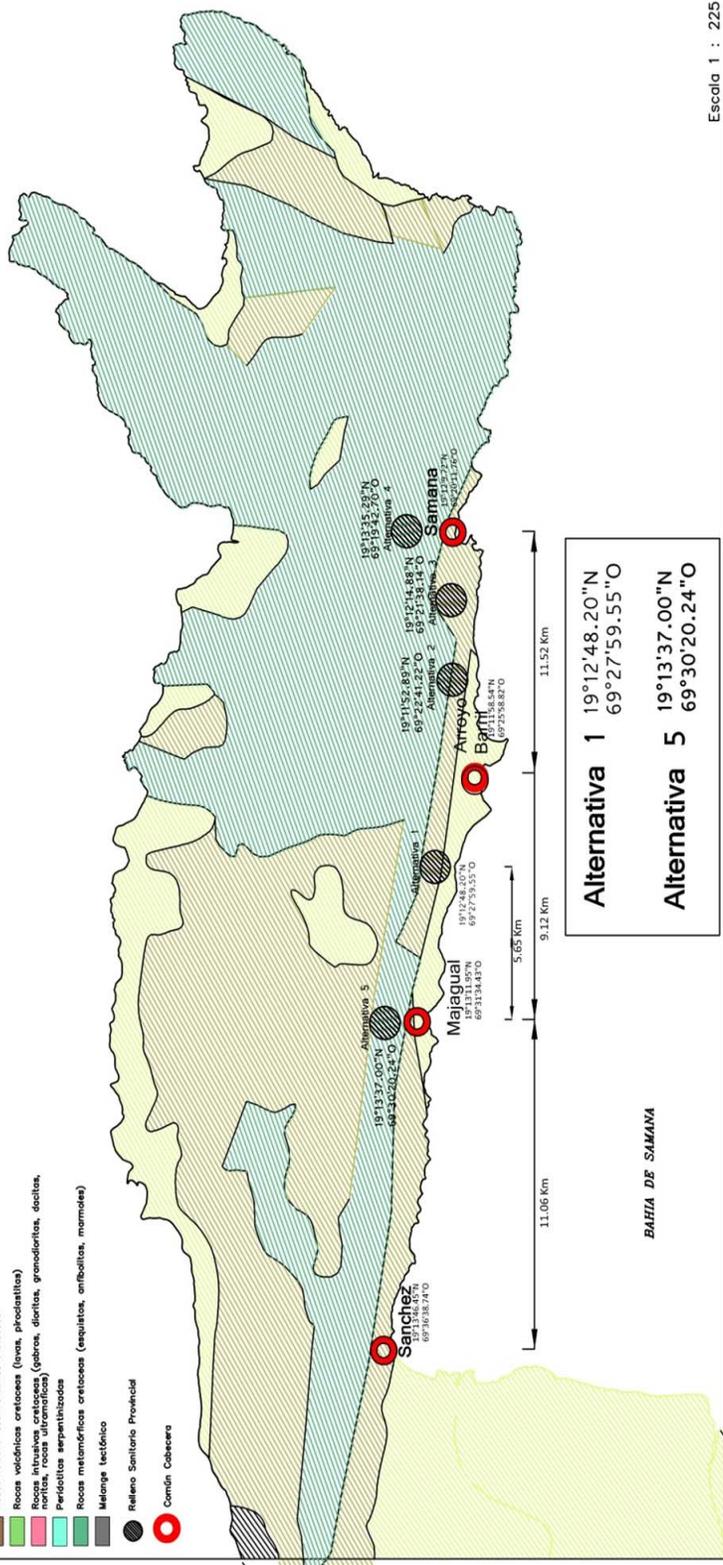
### **1.1 Localización del emplazamiento**

El centro de gravedad para el emplazamiento provincial de la disposición provincial se localiza en coordenadas 453221 ME; 2124685 MN correspondiendo al Paraje de los Cocos en Arroyo Barril. Sin embargo, 5.44 kilómetros al Oeste, en la Sección del Majagual - coordenadas 19° 13' 37" N / 69° 30' 29.24" O existe una antigua mina de agregados de propiedad estatal, que de usarse como punto de emplazamiento para el relleno sanitario provincial no tendría costo para los municipios, al tiempo de rescatarse como área verde en el largo plazo. Sin embargo, en esta área podrían desarrollarse problemas sociales. La comunidad del Majagual tiene una población de 6000 habitantes, y está ubicada en la zona costera sobre un suelo calcáreo.



## LOCALIZACIÓN DE ALTERNATIVAS RELLENO PROVINCIAL

- Leyenda**
- Rocedillos biocásticos indiferenciados (cuadras, depósitos fluviales y lacustres)
  - Rocas volcánicas plio-plastocénicas
  - Rocas sedimentarias terciarias (calizas, areniscas, margas, conglomerados, turbiditas)
  - Rocas continentales plicocénicas
  - Rocas volcánicas terciarias (lavas, piroclásticas)
  - Rocas volcánicas sedimentarias cretáceas
  - Rocas volcánicas cretáceas (lavas, piroclásticas)
  - Rocas intrusivas cretáceas (gabros, dioritas, granodioritas, dioritas, granodioritas)
  - Peridotitas serpentizadas
  - Rocas metamórficas cretáceas (esquistos, amfibolitos, marmoles)
  - Melange tectónico
  - Relleno Sanitario Provincial
  - Común Cabecera



Escala 1 : 225

## 1.2 Tipo de Relleno

La explotación a cielo abierto de la caliza define prácticamente que el tipo de relleno es de trinchera combinado con el de superficie para el aprovechamiento de las excavaciones. En el caso de Arroyo Barril predomina el mismo tipo de relleno, con facilidades del material de cobertura y facilidades de drenaje por las características de la topografía.

## 1.3 Peso volumétrico

Cuadro No. 3: Densidad en relleno		
Relleno	Densidad inicial ton/m <sup>3</sup>	Densidad Final Ton/m <sup>3</sup>
Trinchera	0.7	0.85
Superficie	0.7	0.85

Se considera una densidad inicial de 0.7 ton/m<sup>3</sup> y a medida que pasa el tiempo esta densidad aumenta a 0.85 ton/m<sup>3</sup> cada 5 años consecuencia de la estabilización o descomposición de los residuos.

## 1.4 Composición de la basura

Se retoma las consideraciones sobre la composición: Al analizar la composición, se observa el predominio de la materia orgánica y un contenido de humedad asumido del orden del 60% que descartan el uso de la incineración como solución a la disposición final, y debe evaluarse la producción de biogás, para su eliminación y cuantificación del daño que se evita a la capa de ozono.

## 1.5 Espacio Requerido para el Relleno Sanitario de la provincia de Samaná

Se determinó que el área requerida para el almacenamiento de los residuos es de 8Ha, demanda de 290,000 m<sup>3</sup> como material de cobertura. Sin embargo en un relleno sanitario se han de incorporar otras áreas para manejar otros materiales que forman parte de la producción municipal, como por ejemplo objetos de gran tamaño: neveras, lavadoras, productos electrónicos, chatarras, desperdicios agrícolas y de incendios entre otros. Esto así porque las áreas de disposición final, paulatinamente se convierten en centro de recuperación de materiales que demandan de nuevas áreas para su manejo. Los cálculos del área y demanda de materiales, que se resumen a continuación. El relleno con densidad media de 0.7ton/m<sup>3</sup> requiere un volumen de 1.42 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 290,000 m<sup>3</sup> corresponden a material de cobertura y 1.13 millones de m<sup>3</sup> a residuos sólidos propiamente dicho.

## 1.6 Estudios de Campo

En estos se incluyen los topográficos, sondeos para determinar las propiedades hidráulicas y mecánicas del suelos, monitoreo de la calidad del agua y el tema legal. Los estudios topográficos permitirán definir todas las acciones relacionadas con los accesos, drenajes, estructuras hidráulicas y vida útil del relleno. Se requiere el levantamiento de la zona destacando todos los elementos que pueden afectar la operación del relleno: obras de artes, viviendas, torres de alta tensión, accidentes naturales entre otros.

Los sondeos permitirán determinar el nivel freático, permeabilidad, clasificación de los suelos y propiedades mecánicas, estructura geológica del suelo y localización de pozos en las cercanías del área de emplazamiento que pudieran ser afectados por el mismo. Dependiendo del material, se podrá necesitar cuantificar la humedad natural, el Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico y Límite de Contracción. En la primera jornada de sondeo se evaluará el sitio de banco de préstamo a fin de que el material de cobertura cumpla las varias funciones como las que se describen a continuación.

1. Evitar madrigueras de roedores.

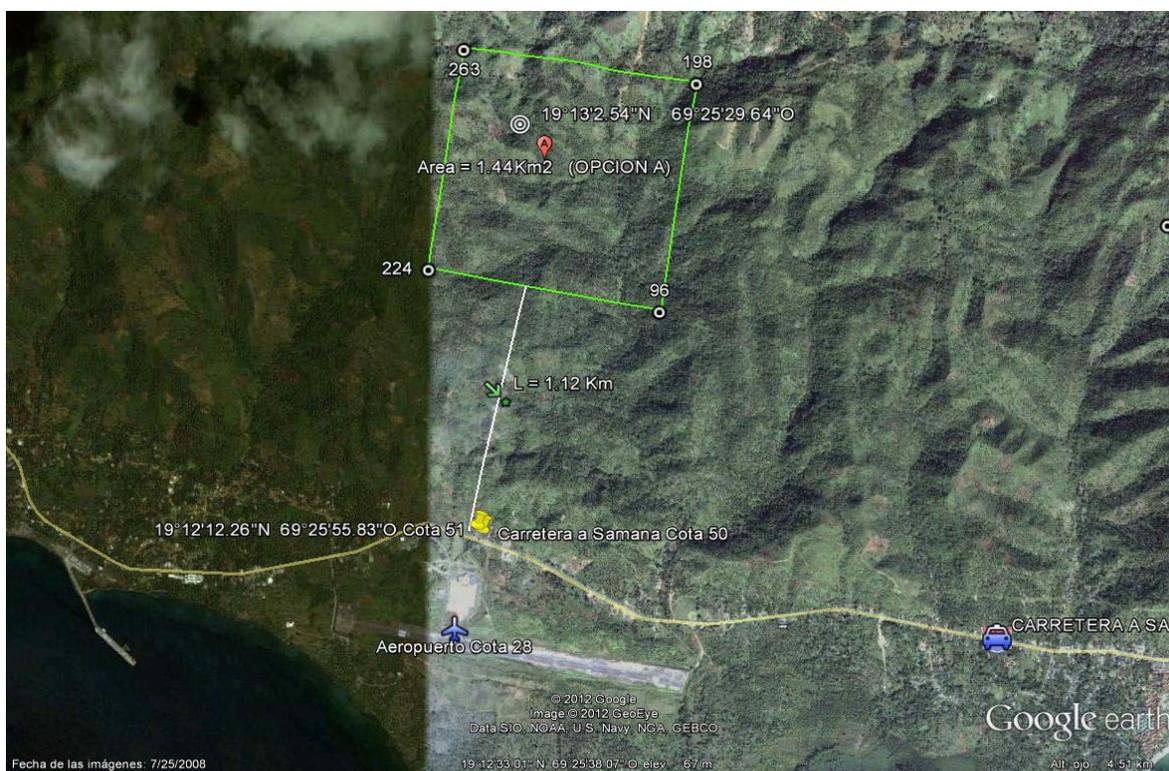
2. Evitar entrada de moscas
3. Reducir la entrada de gases.

En el tema legal o catastral se procederá a efectuar un levantamiento para delimitar el área y propiedades o mejoras en los alrededores que pudieran ser afectadas

### 1.7 Visita a Arroyo Barril

En fecha 12 de Febrero 2012, en coordinación con el Alcalde Luis Felipe Fermín Almonte de Arroyo Barril, se efectuó el reconocimiento a los terrenos identificados en la Alternativa No.1, OPCION A, en Arroyo Barril, según lo pautado en reunión celebrada 17 de Enero del 2012 en los salones del Ayuntamiento de Samaná bajo la coordinación de María Antonia Taveras..

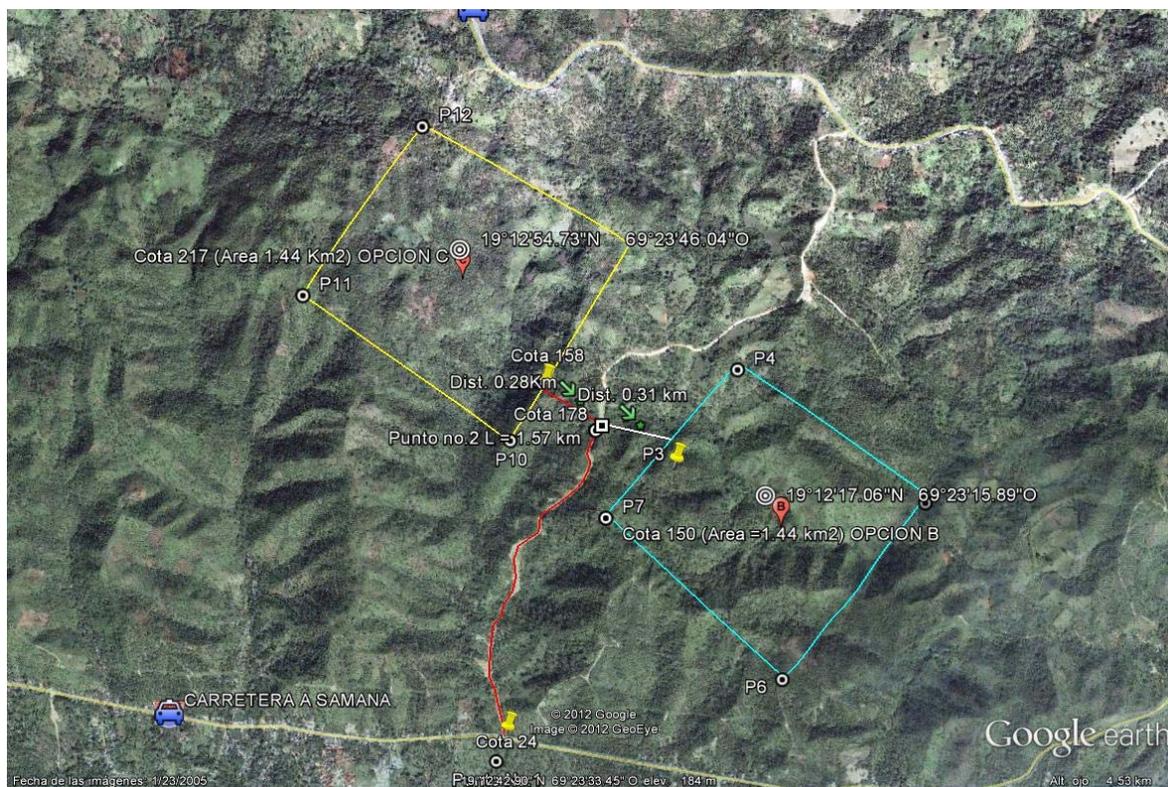
#### OPCION A LOCALIZACION RELLENO EN ARROYO BARRIL, PROVINCIA SAMANA



**OPCION A:** El lugar en cuestión se encuentra a 1.3 km al Norte del Aeropuerto de Arroyo Barril, a 12 kilómetros de Samaná y a 24 km de Sánchez, en cota promedio de 190msnm, con superficie de 1,996 tareas, equivalentes a 125.52 Ha es decir  $1,255,204.56 \text{ m}^2$  (1 tarea=628.86 M2; 1 Ha=15.9 tareas). La topografía de los mismos tiene fuertes pendientes con buen drenaje y vegetación típica de la zona, con suelos aptos para siembra de frutos menores, notándose la producción de yuca, ñame, guandules, naranjas, cocoteros entre otros. La distancia mínima entre la carretera a Samaná y el Limón es de 3 kilómetros y el terreno indicado de 1996 tareas, de las familias Genaro García y Félix Miguel se encuentra prácticamente en el punto medio. Dichos terrenos están ocupados desde hace más de 50 años por las citadas familias. Según los moradores existe título no reclamado con el No.1841.

Se requiere realizar los estudios para la construcción del acceso, mediante una carretera de dos carriles para tránsito pesado con longitud de 2 kilómetros y la red de caminos interiores. El costo por kilómetro de una carretera es del orden de 2.2 millones de dólares y el de camino de 0.4 millones de dólares/kilómetro en condiciones normales. Estos montos reflejan que la construcción del punto de vertido se convierte en infraestructura para el desarrollo de una amplia zona desde el momento que se cuente con el acceso desde la carretera a Samaná.

### LOCALIZACIÓN OPCION A Y OPCION B RELLENO PROVINCIA SAMANA EN ARROYO BARRIL

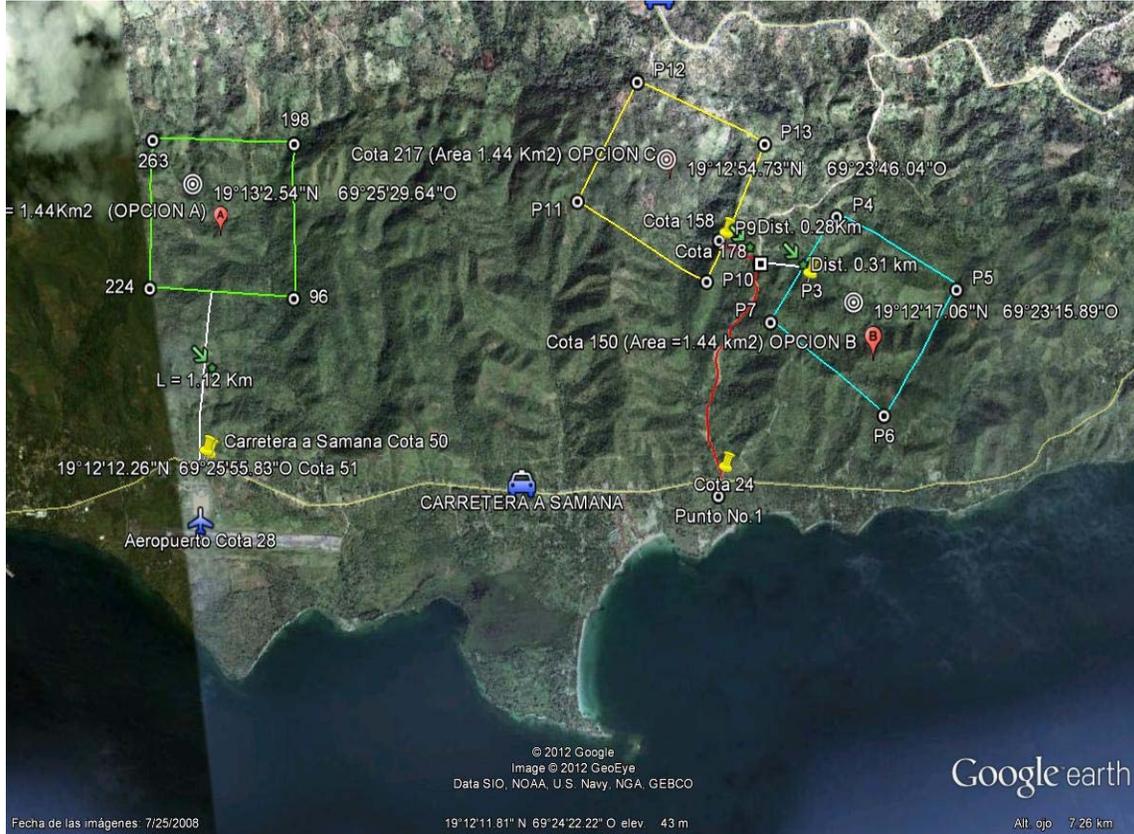


**OPCION B:** Realizada la visita para la Opción A, se procedió a la identificación de alternativas, ubicando los terrenos de la OPCIÓN B, en cota de 150 msnm, en coordenadas geográficas 19°12'17.06\"N / 69°23'15.89\"O y a una distancia de 0.37 kilómetros de la carretera del camino carretero que une la Carretera de Samaná y el Limón. La opción B, se localiza a 1.5 KM de la carretera a Samaná, con la ventaja de accesos existentes, requiriéndose de la construcción de 270 metros lineales de carretera. La distancia respecto al aeropuerto es de 3.3 kilómetros al este del mismo y a 10.5 Kilómetros del Municipio de Santa Bárbara de Samaná.

#### **OPCION C.**

Localizada frente a la opción B, en coordenadas geográficas 19°12'54.73\"N / 69°23'46.06\"O, en cota de 217 msnm, a 1.5 Kilómetros al Norte de la Carretera a Samaná, con desnivel respecto a la carretera de 154 metros.

**LOCALIZACION DE OPCIONES A, B Y C EMPLAZAMIENTO PARA RELLENO PROVINCIA SAMANA EN ARROYO BARRIL**



Opción	Área km <sup>2</sup>	Cota msnm	Construcción acceso km	Cota Carretera Samaná	Distancia a carretera Samaná km	Distancia a Samaná km	Distancia al aeropuerto km
A	1.44	190	0.97	50	0.97	12	1.5
B	1.44	150	0.27	24	1.5	10.5	3.3
C	1.44	217	0.31	24	1.5	10.5	3

Opción	Área Km <sup>2</sup>	Cota msnm	Coordenadas geográficas	
			Latitud	Longitud
A	1.44	190	19°13'10.65"N	69°25'40.09"O
B	1.44	150	19°13'3.42"N	69°23'53.07"O
C	1.44	217	19°12'28.89"N	69°23'10.34"O

**RECOMENDACIÓN:**

Orden de preferencia, por facilidad de acceso, y condiciones topográficas, y después de realizar la visita de campo, es recomendable que al momento de la

ejecución del proyecto se explore preferentemente la OPCIÓN B y desarrollar los diseños ejecutivos. Se hace notar, para fines de adquisición de los terrenos, que el costo promedio de la tarea está comprendido entre los RD\$ 15,000 y RD\$ 25,000 pesos dominicanos.

Orden de preferencia	Opción
No.1	B
No.2	C
No.3	A

## 2. DISPOSICION FINAL

### 2.1 Superficie demandada

Se requiere una superficie mínima de 8Ha, recomendándose sin embargo 14 Ha para considerar el manejo de objetos de gran tamaño y centro de recuperación de materiales. Se considera un relleno combinado con altura efectiva sobre el terreno natural de 9m y en trinchera de 3m de profundidad, tomando en cuenta los siguientes factores: a) Morfología. Hidrología; b) Capacidad del Sitio; c) Uso Actual del Sitio; d) Valoración del sitio como punto de vertido, e) Condiciones del Suelo y Topografía; f) Banco de préstamo; g) Nivel freático; h) Condiciones ambientales locales; i) Biología terrestre; j) Aspectos socioeconómicos; k) Degradación de la zona; l) Condiciones geológicas y permeabilidad; m) Uso post-clausura; n) Impacto en el tránsito; o) Impacto sobre la comunidad por el transporte de residuos.

### 2.2 Ingeniería Básica del Relleno

#### 2.2.1 Dimensionamiento de Celda

##### A) Frente de trabajo.

	90	120	150
Producción diaria – ton/día	90	120	150
Cantidad de viajes/día	5.625	7.5	9.375
Cantidad ajustada de viajes/día	6	8	10
Cantidad de viajes en hora pico	1.5	2	3
Tiempo de descarga en minutos	10 mins	10 mins	10 mins
Espacio requerido por camión - m	5m	5m	5m
Volumen diario compacto - m <sup>3</sup>	128.57	171.43	214.29
Volumen ajustado/día	129	171	214
Volumen del período m <sup>3</sup>	938,571	1,251,429	1,564,286

Durante la hora pico llegara un camión cada 900 segundos y el tiempo de descarga resulta de 600 segundos, por lo tanto no es necesario tener previsto un frente de trabajo adicional. Sin embargo, cabe la posibilidad de que el camión pueda dañarse, y tenga que ser descargado manualmente, siendo necesario un frente extra la recepción de los residuos de otro camión. Por lo tanto el frente de trabajo tendrá un ancho de 10 metros

##### B) Altura de Celda.

Se considera una altura de Celda de 3.0 metros, con talud en el frente de avance de 1.00 metros de altura por 3.00 metros de base, pudiendo ser mayor la altura para disminuir el volumen del material de cobertura.

##### C) Avance Diario.

La densidad inicial en relleno se considera en 0.7 ton/m<sup>3</sup> el volumen compacto por día resulta de 171m<sup>3</sup> para 120 ton/día y de 214 para 150 ton/día. Para el caso de la producción al 2011, el volumen diario se estima en 129m<sup>3</sup> en banco, de 171m<sup>3</sup> compacto para el caso de 120 ton/día, y de 214 m<sup>3</sup>/día cuando la producción resulte de 150 ton/día. El frente de trabajo, y el avance diario en las respectivas celdas se indican en el cuadro.

<b>Cuadro No.5: Frente de Trabajo y Avance diario en celdas de H= 3.0 m de basura</b>			
Descripción	Caso 1 Producción basura 2011	Caso 2 Producción basura diseño 2031	Caso 3 Producción basura diseño 2031
Producción –ton/día	90	120	150
Volumen compacto m <sup>3</sup> /día	129	171	214
Frente de trabajo – m	10	10	10
Avance diario – m	4.29	5.71	7.14
Altura de celda – m	3	3	3
Área de Celda – m <sup>2</sup>	43	57	71

El frente de trabajo para los tres casos es de 10 metros, por requerimientos mínimos operacionales y el avance diario en la construcción de la celda varía de 4.29 metros para la producción de residuos del año 2011 a 5.71 metros para el año 2031 considerando una producción de 120ton/día, y de 7.14 metros de considerar una producción diaria de 150 ton/día.

D. Macro diseño para una producción de 120 ton/día de residuos.

La producción total de residuos en 20 años resulta de 876,000 ton, con volumen compacto de 1,251,428m<sup>3</sup>, de los cuales el 25% (219.000m<sup>3</sup>) será dispuesto en relleno tipo trinchera y el 75% (657,000m<sup>3</sup>) se dispondrá en relleno de superficie, con profundidad en trinchera de 3m y altura sobre el terreno natural de 9m.

D.1 Dimensionamiento de la superficie.

El volumen de trinchera =  $0.25 \times 1,251,429 = 312\,857\text{m}^3$

Altura de Trinchera= 3.0 metros.

Área de Trincheras =  $312\,857/3 = 104,285\text{ m}^2 = 10.4\text{ Ha}$

Volumen /año =  $312,857/20 = 15,642\text{ m}^3/\text{año}$ .

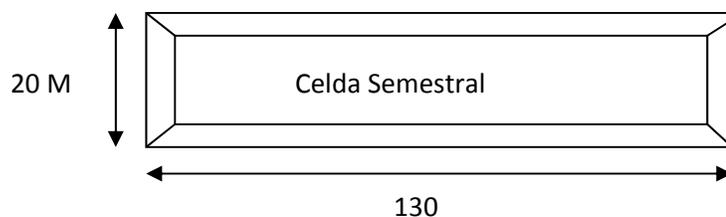
Volumen semestral =  $15642/2 = 7821\text{ m}^3$

Ancho de celda = 20 Metros.

Longitud de celda /año =  $15,642 / 3 \times 20 = 260\text{ metros/año}$ .

Longitud por semestre =  $260/2 = 130\text{ metros}$ .

Dimensionamiento Preliminar de celda semestral.



2.2.2 Cálculo del material diario de cobertura.

Volumen total diario = frente de trabajo x altura total de celda x avance diario + recubrimiento lateral.

El frente de trabajo se determinó en 10 metros.

Altura total de Celda = altura de celda + espesor de recubrimiento =  $3 + 0.20\text{ metros} = 3.20\text{ metros}$ .

Avance diario= Avance diario + espesor de recubrimiento =  $5.70 + 0.20\text{ metros} = 5.90\text{ metros}$ .

Recubrimiento lateral: 10 M3.

Volumen total =  $10 \times 3.20 \times 5.90 + 10\text{ M3} = 195.85\text{ M3}$

Volumen de material de recubrimiento diario =  $195.85 - 171\text{m}^3\text{ de basura} = 24.85\text{m}^3$

### 2.2.3. Método Constructivo

La basura será esparcida en capas sucesivas en espesor menor de 60 centímetros con tractor de oruga o cadena, en pendiente 1:3 para alcanzar mayor grado de compactación con el paso del buldócer de abajo hacia arriba. Al final del día la celda se recubre con material arcilloso aplicando el mismo procedimiento ya descrito para la basura.

### 2.2.4. Microdiseño

Se procede a la definición de los escenarios para el horizonte de 20 años, de conformidad a la topografía y caminos provisionales. Cada escenario se limita y acota; se especifica la duración de cada escenario, el volumen respectivo y la secuencia operacional. Cada escenario se ubica en el perfil del relleno y se ubican los pozos de gas y ductos de drenaje.

## 2.3 Evacuación de gases

### 2.3.1 Revisión bibliográfica.

Los residuos de la provincia están constituidos por materia orgánica, inorgánica y agua. La fracción biodegradable de la parte orgánica es la que se transforma en metano, dióxido de carbono y H<sub>2</sub>S bajo la acción de las bacterias anaeróbicas, se representa por la siguiente reacción generalizada. Los sustratos de complejos orgánicos dan un rendimiento de biogás comprendido entre 50 y 60% de metano y de 40-50% de CO<sub>2</sub>. En condiciones estándar de presión y temperatura, una tonelada de desecho puede producir 415m<sup>3</sup> de gas metano, incrementándose por el reciclado del lixiviado. Lo anterior permite acotar la producción máxima de metano, en función del porcentaje de materia orgánica rápida y lentamente biodegradable, del grado de compactación, del contenido de humedad, y de la relación C/N entre otras limitantes. En el caso de la basura de Samaná, y en función de la composición considerada, se tiene el cuadro el Cuadro Composición de la basura y su biodegradación en el tiempo.

**Cuadro No.6: Tiempo de Biodegradación de los Residuos Sólidos.**

Componente en peso % húmedo	Tipo de descomposición	Tiempo de descomposición	% Basura Samaná	% ajustado tiempo biodegradación basura Samaná
Materia orgánica	Rápida	2 años	57.9	58
Residuos Jardines	Moderada	5 años	15.36	15
Papel madera	Lenta	15 años	13.44	13
Subtotal biodegradable			86.7	87
Subtotal no biodegradable			13.3	13
Total %			100	100

Consecuentemente una tonelada de basura de Samaná con un 60% de humedad y un 13% de material no biodegradable, es capaz de producir: 144.42 m<sup>3</sup>/ton de metano, con densidad promedio de Dm= 0.000572 kg/m<sup>3</sup>.

**Cuadro No.7 producción máxima de metano/m<sup>3</sup> basura seca**

Cantidad de basura	1	Ton
Contenido de humedad	0.6	
Peso seco no biodegradable	0.13	
Materia seca	0.4	Ton
Materia orgánica seca	0.348	Ton
Producción máxima de metano	144.42	m <sup>3</sup> /ton basura seca

El valor de 144.42m<sup>3</sup> de Metano por tonelada de basura seca, es la producción total del metano durante el tiempo de biodegradación, correspondiendo a los residuos que sufren una rápida biodegradación como restos de comida y compuestos orgánicos, un tiempo de

hasta 2 años. Los residuos de jardines tienen una vida media de 5 años; y los residuos de papel, madera y otros se consideran de lenta biodegradación con vida media de 15 años y más.

### 2.3.2 Producción de residuos con diferentes tiempos de biodegradación.

El 58% de la basura de Samaná, es de rápida biodegradación y representa en base seca una producción de metano de 66.47 millones de m<sup>3</sup>. En cambio el 15% de los residuos se consideran de mediana biodegradación y representan un total en los 20 años de 17.9 millones de m<sup>3</sup> de metano. El 13% de los residuos biodegradables, se clasificarán como de lenta biodegradación y representan un total de 114.58 m<sup>3</sup> de metano

Cuadro No.8 Residuos con diferentes períodos de biodegradación						
Año	Ton/día	Ton/año	Ton/acum.	Ton/día basura de T=2 años	Ton/día basura de T=5 años	Ton/día basura de T=15 años
<b>Factor de Producción</b>				<b>0.58</b>	<b>0.15</b>	<b>0.13</b>
2011	78.7	28733	28733	46	12	10
2012	81.2	29639	58372	47	12	11
2013	83.7	30546	88918	49	13	11
2014	86.2	31452	120371	50	13	11
2015	88.7	32359	152730	51	13	12
2016	91.1	33266	185995	53	14	12
2017	93.6	34172	220167	54	14	12
2018	96.1	35079	255246	56	14	12
2019	98.6	35985	291231	57	15	13
2020	101.1	36892	328123	59	15	13
2021	103.6	37798	365921	60	16	13
2022	106.0	38705	404626	62	16	14
2023	108.5	39611	444237	63	16	14
2024	111.0	40518	484755	64	17	14
2025	113.5	41425	526180	66	17	15
2026	116.0	42331	568511	67	17	15
2027	118.5	43238	611748	69	18	15
2028	120.9	44144	655893	70	18	16
2029	123.4	45051	700943	72	19	16
2030	125.9	45957	746901	73	19	16
2031	127.4	46498	793399	74	19	17

La proporción de metano procedente de cada tipo de residuos resulta entonces como sigue: el 68% del metano procede de material rápidamente biodegradable; el 17% del residuo cuya vida media es de 5 años; y el 15% del metano procede de residuos de lenta biodegradación.

El 58% de la basura de Samaná produce el 68% del metano es decir 268.2 m<sup>3</sup> de metano en función de la basura seca y 70.55m<sup>3</sup> por tonelada para los residuos medianamente biodegradables; y de 62.25m<sup>3</sup> de metano procedente de la basura lentamente biodegradable, arrojando un total de 415m<sup>3</sup>/Ton seca de basura. En el Cuadro No. 10 se cuantifica la producción de metano por año por período de biodegradación.

Cuadro No. 9 Producción de metano por tipo de residuos			
Concepto	% ton/día	% metano	m <sup>3</sup> /ton seca metano
Rapidamente biodegradable	58	68	282.2
Medianamente biodegradable	15	17	70.55
Lentamente biodegradable	13	15	62.25
Volumen m <sup>3</sup> de metano			415

Cuadro No.10: Producciones de metano por año por período de biodegradación							
Año	Ton/día	Ton/año	Ton/año producción de biogas	Total m <sup>3</sup> /año de metano en 15 años	Metano residuos T=2 años	Metano biogás residuos T=5 años	Metano biogás residuos T=15 años
				<b>415</b>	<b>0.68</b>	<b>0.17</b>	<b>0.15</b>
2011	78.7	28,726	24,991	4,148,537	2,821,005	705,251	622,281
2012	81.2	29,638	25,785	4,280,320	2,910,618	727,654	642,048
2013	83.7	30,551	26,579	4,412,108	3,000,230	750,058	661,815
2014	86.2	31,463	27,373	4,543,886	3,089,843	772,461	681,583
2015	88.7	32,376	28,167	4,675,670	3,179,455	794,864	701,350
2016	91.1	33,252	28,929	4,802,182	3,265,484	816,371	720,327
2017	93.6	34,164	29,723	4,933,965	3,355,096	838,774	740,095
2018	96.1	35,077	30,517	5,065,748	3,444,709	861,177	759,862
2019	98.6	35,989	31,310	5,197,531	3,534,321	883,580	779,630
2020	101.1	36,902	32,104	5,329,315	3,623,934	905,983	799,397
2021	103.6	37,814	32,898	5,461,098	3,713,547	928,387	819,165
2022	106.0	38,690	33,660	5,587,610	3,799,575	949,894	838,141
2023	108.5	39,603	34,454	5,719,393	3,889,187	972,297	857,909
2024	111.0	40,515	35,248	5,851,176	3,978,800	994,700	877,676
2025	113.5	41,428	36,042	5,982,960	4,068,412	1,017,103	897,444
2026	116.0	42,340	36,836	6,114,743	4,158,025	1,039,506	917,211
2027	118.5	43,253	37,630	6,246,526	4,247,638	1,061,909	936,979
2028	120.9	44,129	38,392	6,373,038	4,333,666	1,083,416	955,956
2029	123.4	45,041	39,186	6,504,821	4,423,278	1,105,820	975,723
2030	125.9	45,954	39,980	6,636,604	4,512,891	1,128,223	995,491
2031	127.4	46,501	40,456	6,715,674	4,566,659	1,141,665	1,007,351
Total			690,258	114,582,900	77,916,372	19,479,093	17,187,435
Promedio Anual			65,739	10,912,657	7,420,607	1,855,152	1,636,899

El total de metano en base seca es de 114.6 millones de m<sup>3</sup> a lo largo de 20 años y más, de los cuales 77.9 millones corresponden a metano procedente de materia orgánica de rápida biodegradación; 19.5 millones de m<sup>3</sup> de metano de material de mediana biodegradación; y 17.2 millones de m<sup>3</sup> de metano procedente de material de lenta biodegradación. La distribución anual, resulta de la suma de la fracción que se estabiliza en los dos primeros años, mas la quinta parte de los residuos con duración media de cinco años, más un quinceavo de la producción durante 15 años, acumulando la producción de metano de la basura vieja con la basura nueva. La cuantificación anual en millones de m<sup>3</sup> de metano, es el resultado de la suma acumulada de  $77.9 / 2 + 19.5 / 5 + 17.2 / 15$  obteniéndose la tabla de producción de metano por año.

Cuadro No.11: Producción de Metano en Millones M3 /año					
Año	m <sup>3</sup> metano t=2 años	m <sup>3</sup> metano t=5 años	m <sup>3</sup> metano t=15 años	Total m <sup>3</sup> metano	m <sup>3</sup> metano a recuperar
2011	38.95	3.9	1.15	44.0	11.00
2012	77.9	7.8	2.30	88.0	22.00
2013	77.9	11.7	3.45	93.05	23.26
2014	77.9	15.6	4.60	98.10	24.52
2015	77.9	19.5	5.75	103.15	25.79
2016	77.9	19.5	6.90	104.30	26.07

2017	77.9	19.5	8.05	105.45	26.36
2018	77.9	19.5	9.20	106.60	26.65
2019	77.9	19.5	10.35	107.75	26.94
2020	77.9	19.5	11.50	108.90	27.22
2021	77.9	19.5	12.65	110.05	27.51
2022	77.9	19.5	13.80	111.20	27.80
2023	77.9	19.5	14.95	112.35	28.09
2024	77.9	19.5	16.10	113.50	28.37
2025	77.9	19.5	17.25	114.65	28.66
2026	77.9	19.5	17.25	114.65	28.66
2027	77.9	19.5	17.25	114.65	28.66
2028	77.9	19.5	17.25	114.65	28.66
2029	77.9	19.5	17.25	114.65	28.66
2030	77.9	19.5	17.25	114.65	28.66
2031	77.9	19.5	17.25	114.65	28.66
Total				2,208.88	552.22
Promedio Anual				110.44	27.61
A fin de proporcionar una idea del volumen, el caudal de metano producido es de 15,715 m <sup>3</sup> /día					

Los gases serán extraídos en registros o pozos de material granular con diámetro mínimo de 0.60 metros, de taques metálicos perforados, de madera o mallas tipo rejón, con un radio de acción de 25. Opcionalmente se podrán disponer de drenes laterales de grava para inducir el flujo de los gases hacia los pozos ya sea para su aprovechamiento o para quemarlos

### 2.3.4 Recuperación del metano

En condiciones promedio se estima que se puede recuperar el 25% del metano producido representando un promedio anual de  $Q_{\text{medio metano}} = 27,61$  Millones de m<sup>3</sup> de un total de 114.85 millones de m<sup>3</sup> en los 20 años. El volumen a quemar con aprovechamiento resulta de 87.04 millones de m<sup>3</sup> de Metano

Cuadro No.12 Flujo total de metano		
Volumen total de metano	114.65	Millones de m <sup>3</sup>
Volumen a recuperar	27.61	Millones de m <sup>3</sup>
Volumen a quemar	87.04	Millones de m <sup>3</sup>
Q medio diario	15,705.48	m <sup>3</sup> / día
Poder calorífico	17000	KJ
Densidad media metano	0.000572	Kg/m <sup>3</sup>
Un m <sup>3</sup> de metano es equivalente a 17,000 KJ		

### 2.3.5 Información de base para el drenaje y lixiviado.

La percolación resulta de una correcta evaluación del coeficiente de escurrimiento, considerándose para diferentes materiales los registrados en el Cuadro Coeficiente de escurrimiento.

Cuadro No.13 coeficientes de escurrimiento por tipo de suelo y pendiente	
Superficie	Coeficiente de escurrimiento
Suelo arenoso, pendiente 2%	0.005
Suelo arenoso pendiente 2-27%	0.1
Suelo arenoso, pendiente mayor al 7%	0.15-0.20
Suelo duro, pendiente 2%	0.13-0.17
Suelo duro, pendiente 2-7%	0.18-0.22
Suelo duro, pendiente mayor al 7%	0.25- 35

De igual manera, los valores de humedad de suelo, y capacidad de campo se registran en el cuadro Humedad de Suelo, expresados en mm de agua por metro de suelo, para diferentes materiales.

Tipo de suelo	Capacidad de campo mm	Agua disponible
Arena Fina	120	100
Arena	200	150
Arcilla y capa vegetal	375	250
Arcilla	450	300

### 2.3.6 Cobertura Final

La cobertura final es un componente de alto costo, que debe ir acumulándose cada año, para disponer de los recursos que permitan completar el diseño. Es necesario definir el uso futuro del relleno por decisión de la mancomunidad. Preliminarmente se propone un diseño de protección ambiental, consistente una cobertura de 1.607 metros.

Función	Espesor - m	Tipo de material
Vegetación	0.6	Suelo
Filtro	0.3	Arena
Barrera biótica	0.3	Grava
Drenaje	0.2	Arena
Barrera hidráulica	0.004	Geomembrana
Cimientos	0.003	Geotextil
Controles Gases	0.2	Gravilla
Total	1.607	

### 2.3.7 Equipo Operacional

Los equipos para desarrollar las operaciones del relleno sanitario, de excavaciones, carga, transporte del material de cobertura diaria, esparcimiento y compactación de la basura, consisten en: buldócer, pala mecánica, camiones tipo volquete. La selección combina factores técnicos, económicos y operacionales tomando muy en cuenta el rendimiento y la flexibilidad del uso de maquinarias. En el relleno sanitario de Samaná se usarán: un tractor de oruga de 150HP; dotado de repper. Una pala mecánica equivalente a la CAT. 930. Dos camiones volquete de 6m<sup>3</sup> cada uno. Se instalará una balanza de 30 toneladas de capacidad con sistema automático de control, registro de peso e impresión.

### 2.3.8 Construcciones auxiliares.

Las construcciones auxiliares permitirán a los operadores del relleno, el control de las acciones, brindar condiciones adecuadas a los trabajadores y dar resguardo y facilidades de mantenimiento al equipo.

a) Oficina administrativa.

b) Hangares

Concepto	Unidad	Precio Unitario US\$
Replanteo	M2	0.05
Excavación	M3	2.5
Compactación	M2	1.5
Captación lixiviado	M	25

Drenaje perimetral	M	30
Barrera viva	M	2.5
Captación Biogás	M	15
Balanza	U	30000
Malla ciclónica	M2	105
Pala Mecánica	U	600000
Construcción	M2	200
Peón	Mes	210
Capataz	Mes	450
Jefe de Campo	Mes	600
Movimiento de residuos	M3	3
Movimiento de residuos	Ton	12
Carretera	Km	1175000
Camino	Km	400000
Topografía	Ha	780

en dólares

- c) Área de lavado de camiones.
- d) Comedor y baños para trabajadores.
- e) Balanza y oficina de control del pesaje.
- f) Incinerador.
- g) Parquesos.
- h) Protección perimetral.

El diseño de las estructuras, serán en blocks con juntas violinadas, techo ligero y estarán dotadas de los servicios básicos, agua, energía drenaje sanitario

### 2.3.9 Costos unitarios en la Disposición final

Con el fin de analizar la primera inversión en el área de la disposición final. Se listan los principales conceptos, unidades de medición y precios unitarios

## 3. Sistema de Recolección.

La baja densidad de los asentamientos induce a considerar el método de esquina como el más adecuado para minimizar los costos operacionales. Sin embargo requiere de una gran gestión institucional para que los puntos de los contenedores sean recolectados con la frecuencia de diseño, pues de lo contrario se convierten en puntos de vertederos. El sistema de recolección ha de ser el resultado de un cuidadoso estudio de rutas e inversión en educación urbana, para hacer partícipe a la ciudadanía en el cambio de conducta como en la sostenibilidad financiera del servicio, vía una tarifa adecuada. En cualquier circunstancia, el volumen del almacenamiento domiciliario, es función de la frecuencia de recolección, de la densidad de los residuos, del nivel de ingreso y aspectos culturales, que se manifiestan en la generación.

$$V = G \times N \times D^{-1} \times 7 \times f^1 \times F.S$$

V: M3 del contenedor.

G: kg/hab/día

N: Habitantes.

D: densidad ton/M3

F: No. Veces de la recolección por semana.

F.S: factor de seguridad en el llenado del contenedor.

	Kg/hab/día	Habitantes	D kg/m <sup>3</sup>	f	FS Factor seguridad	V M <sup>3</sup>	Galones
Caso 1	0.7	5	250	3	1.15	0.04	10
Caso 2	0.8	5	250	3	1.15	0.04	11
Caso 3	1	5	250	3	1.15	0.05	14

### 3.1 Cantidad de Camiones de Recolección.

La producción de residuos irá variando con el paso de los años, requiriéndose de 20 unidades de recolectoras para una producción diaria de 120 ton/día, con frecuencia de recolección de tres veces por semana. El Cálculo de Camiones, se registra en el Cuadro Cálculo de Camiones Recolectores.

<b>Cuadro No.14: Cálculo Camiones Recolectores 120 ton/día</b>		
Producción de basura	120	Ton/día
No de viajes /día	2	Viajes/día
Frecuencia de recolección	2	Veces/semana
Capacidad camión	8	Ton/viajes
Basura a recolectar	280.00	Ton/ día recolección
No de camiones	17.50	Unidades netas
Factor reserva	1.15	
Cantidad de camiones	20.13	Unidades reales
Cantidad ajustada	20	Camiones compactadores

En el Cuadro sobre número de camiones según producción se indica el incremento de unidades a tener en operación para garantizar el servicio

<b>Cuadro No.15 Cantidad de camiones por año</b>		
Año	Producción basura ton/día	No. Camiones 8 ton/viaje
	50	8
2011	78.8	10
2012	81.2	12
2016	91.2	13
2020	101	15
2024	111	18
2028	121	19
2031	127	20
2040	150	25

### 3.2 Tamaño de la unidad de recolección

La selección final del tamaño de las unidades de recolección podría variar en función del sistema de recolección que se adopte y de la frecuencia de recolección.

- Alternativa No. 1.: Carga trasera y uso de bolsas plásticas. Método de acera

En esta modalidad, la producción domiciliar de basura se almacena en fundas plásticas y se colocan directamente sobre la acera desde son levantadas y depositadas en la tolva receptora del camión recolector compactador. La principal ventaja es la comodidad para el usuario, baja inversión inicial, alto costo operacional. Afecta la estética de la ciudad, demanda de gran organización y estricto horario de recolección. El método de acera es el dominante en la provincia con variedad de almacenamientos domiciliarios.

- Alternativa No.2: Carga trasera y uso de contenedores.

Es variante de la Alternativa No.1, con la diferencia del uso de contenedores por familia. En sentido estricto, también requiere del uso de bolsas plásticas; pero la frecuencia puede ser menor con la disminución de costos

operacionales correspondientes. Presenta la dificultad en los aspectos urbanísticos, pues el espacio para la ubicación del contenedor, dificultoso debido a la estrechez de las aceras.

- Alternativa No. 3: Carga lateral y uso de contenedores.

El sistema de carga lateral, tiene como ventaja, la calidad del servicio. Alto costo de inversión inicial, y requiere suficiente espacio para las operaciones de carga y descarga.

### 3.3 Costos sociales estimados por alternativa

Los beneficios sociales que genera un buen sistema de recolección resultan similares para cada alternativa, expresándose en la disminución del índice de morbilidad de enfermedades de origen hídrico, costos de transporte, reducción del ausentismo laboral, mejoría en la calidad del agua, incremento de la actividad turística en la zona urbana. Los valores se estiman comprendidos entre 1.20 y 1.50 dólar/hab/año, tomando como referencia el estudio realizado por el consorcio Getinsa IPP-ICMA para las provincias de la Región Este. En forma similar los costos institucionales, se estiman comprendidos entre 0.7 y 0.95 dólares/hab/año. Los costos de inversión Inicial deben ser determinados, pero pueden estar comprendidos entre 2 y 3 dólares/hab/año, y los de mantenimiento comprendidos entre 0.05 y 0.07 dólares/hab/año.

Cuadro No.17 Ventajas Cualitativas entre alternativas de recolección		
Alternativa	Ventaja(s)	Desventaja(s)
Alternativa No.1 Carga trasera bolsas plásticas	Comodidad para el usuario Baja inversión inicial Adaptación urbana	Servicio continuo
Alternativa No. 2 Carga trasera y contenedores	Flexibilidad en el servicio Alternativa 1 + el costo del contenedor	Puede afectar la estética de la ciudad
Alternativa No. 3 Carga lateral y contenedores	Calidad técnica	Alta inversión inicial Costo operacional alto Requiere calles anchas y espacio para contenedores

**SELECCIÓN DE ALTERNATIVA:** se recomienda el uso de camiones compactadores de carga trasera con el uso de bolsas plásticas y contenedores, con frecuencia de recolección de tres veces por semana.

### 3.4 Idea de Costos sistema de Recolección

Se considera el uso de camiones compactadores de carga trasera, dotados con mecanismos porta contenedores, para recolectores los residuos en la variante de bolsas plásticas combinados con el uso de contenedores. Los camiones se consideran nuevos con valor promedio de US\$130,00 la unidad, con capacidad variable de 8 a 10 toneladas.

Cuadro No.18 Inversión en la recolección – Provincia Samaná				
Descripción	Cantidad	Unidad	US\$	Valor US\$
Camión 4x4 compactador	20	Unidad	130000	2,600,000.00
Uso bolsas plásticas/año	1612000	Bolsas	0.06	96,720
Contenedores plásticos	10000	unidad	400	4,000,000.00
Total				6,696,720.00

De considerar el sistema de almacenamiento domiciliario mediante el uso de fundas o bolsas plásticas, se considera que cada bolsa ronda el costo promedio de US\$ 0.06 cuyas características han de especificarse, una

vez que se efectúe el diseño detallado de la recolección, de combinarse con la adquisición de 10,000 contenedores de plástico, resulta un monto total de US\$6.7 Millones de dólares.

#### 4. ESQUEMA GERENCIAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La gestión del servicio de aseo para la provincia de Samaná, puede desarrollarse bajo la modalidad de a) Gestión directa; b) Mediante empresa pública municipal c) Empre mixta; d) Mancomunidad de Municipios.; d) Modelo de concesión; e) Combinación de modelos, recomendándose este último.

Se propone a la discusión el siguiente esquema:

- 1- Empresa mixta Regionalizada de la Mancomunidad. Esta empresa estará constituida por todos los síndicos de los ayuntamientos que integran la provincia de Samaná y Distritos Municipales, con asignaciones presupuestarias.
- 2- Crear una entidad cívica que opere como Regulador del Servicio de Aseo, constituida por organizaciones de base y grupos organizados y organizaciones internacionales donantes.
- 3- La Rectoría del Servicio, queda bajo la responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- 4- La gestión del servicio del servicio de la disposición final, quedaría bajo entidad especializada u operador privado, con capacidad de financiamiento del costo operacional.
- 5- La supervisión del Sistema estará bajo responsabilidad de la Unidad gerencial de la Mancomunidad, así como el cobro de la tarifa a usuarios.

La Empresa Gestión de Residuos, propietaria de todos los Ayuntamientos de la provincia de Samaná, contrata los servicios de un operador, responsable de la ejecución del sistema de recolección, y disposición final. La misma procederá a la contratación de 5 empresas locales para la recolección de los residuos en las cinco zonas en que se divide la provincia para la recolección de los mismos. Se procederá a la contratación de una empresa especializada que opere la disposición final, y la gestión de cobro estará a cargo de la municipalidad, en función del cálculo tarifario que resulte a costo marginal. El pago del servicio de aseo, se efectuará por la Empresa de Residuos a los operadores por tonelada pesada en el punto de disposición final.

#### 5. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

<b>Cuadro No. 19: Resumen costos de relleno sanitario en Samaná</b>		
	Inversión total en US\$	Inversión anual en US\$
a) Preinversión	254,800.00	
b) Costos de obra física	3,011,862.00	
c) Costo operacional	1,580,578.72	1,580,578.72
d) Amortización		602,372.00
e) Cierre	1,680,000.00	84,000.00
<b>Costo de capital</b>	<b>6,527,240.72</b>	
<b>Costo anual de operación</b>		<b>2,266,950.72</b>

La primera inversión está integrada: a) por la inversión estimada para la disposición final; b) Adquisición de equipos de Recolección; c) Inversión institucional.

<b>Cuadro No.20. Tarifa disposición final</b>		
Concepto	Cantidad	Unidad
Costo	48.9	US\$/ton
Tarifa	1.5	US\$/hab/mes
Tarifa	6	US\$/vivienda/mes
Tarifa	72	US\$/vivienda/año
Tasa de interés	15	%

### 5.1 Presupuesto Disposición final Relleno Regional Samaná

El presupuesto preliminar para el Relleno Sanitario Regional en Samaná, está estructurado en los componentes d: a) Pre inversión; b) Inversión en obras civiles; c) Costos operativos. También se determina un costo preliminar por habitante servido, considerando una amortización en 20 años y una tasa de 0.15. En el Cuadro de Presupuesto se detallan las partidas y precios unitarios que dan origen a los montos indicados en el Resumen de Costos del Relleno. Con base en los valores obtenidos, y considerando la población de diseño de 125,957 habitantes produce 46,355 toneladas de residuos cada año, el costo por tonelada para la disposición final resulta de 48.90 dólares.

La tarifa promedio resultante para el repago de la inversión es de 6US\$/familia/mes es decir 1.5US\$/hab/mes. La determinación de estos valores a nivel promedio y forma preliminar se registran en el Cuadro Resumen Costos de Rellenos, considerando un período de amortización de 20 años y una tasa del orden del 15%. Al incorporarse la carretera de 0.97 KM en el terreno visitado en Arroyo Barril, el costo por tonelada en la disposición final pasa de 48.90 US\$/TON a 54.47 \$/TON representando un incremento de 11.4 % es decir 5.57 US\$/TON.

Cuadro No.21: Presupuesto, costos y amortización de tarifa					
Concepto	Cantidad	Unidad	PU US\$	Valor US\$	Subtotal US\$
<b>1. Costos de pre-inversión</b>					254,800.00
Estudios básicos y geotecnia del proyecto	14.00	Ha	7000	98,000.00	
Cartografía / geología	14.00	Ha	700	9,800.00	
Diseño de ingeniería	14.00	Ha	5000	70,000.00	
Costos del terreno / comunidad	14.00	Ha	4000	56,000.00	
Costo gestiones y apoyo administrativo	14.00	Ha	1500	21,000.00	
<b>2. Costo preparación del relleno</b>					3,011,862.00
Vías de acceso	0.20	Km	70,000.00	14,000.00	
Replanteo, limpieza	14	Ha	500	7,000.00	
Excavación manual en 20 años	2000	M <sup>3</sup>	2.57	5,140.00	
Nivelación con fondo de tractor	140,000	M <sup>2</sup>	2.5	350,000.00	
Geomembrana y geotextil	158,196	M <sup>2</sup>	7	1,107,372.00	
Drenaje captación lixiviado 8	8,400	ml	25	210,000.00	
Drenaje pluvial perimetral	1,800	ml	30	54,000.00	
Canales y zanjas	0	M <sup>3</sup>	30	0.00	
Gravas y arenas en el fondo del relleno	56,000	M <sup>3</sup>	14	784,000.00	
Sistema de bombeo reciclado lixiviado y lluvias	5	M <sup>3</sup>	600	3,000.00	
Pozos monitoreo gas	5	Pozos	2,000	10,000.00	
Barrera arboles	2,000	ml	2.5	5,000.00	
Pozos captación gas	285	Unidades	150	42,750.00	
Costos red de captación biogás		ml	6.38	0.00	
Oficinas administrativas de balanzas	20	M <sup>2</sup>	200	4,000.00	
Sistema de pesaje -1 balanza	1	Balanza	30,000	30,000.00	
Comedor y baños	100	M <sup>2</sup>	200	20,000.00	
Instalación de taller garaje remodelación	50	M <sup>2</sup>	50	2,500.00	
Motor de combustión interna			50,000	0.00	
Red eléctrica	1	Km	100,000	100,000.00	
Verja perimetral en mallas	2,500	M <sup>2</sup>	105	262,500.00	
Agua potable	3		200	600.00	
<b>3. Costos operacionales año</b>					1,580,578.72
Personal instalación y administrativo	20	Personas	2,057.14	41,142.86	
Gastos generales de mantenimiento	1	Pa	90,355.86	90,355.86	
Operación y mantenimiento del equipo	1		1,384,080.00	1,384,080.00	
Alquileres de equipo	1		10,000.00	10,000.00	
Control ambiental monitoreo	1		40,000.00	40,000.00	
Servicios de ingeniería	1		15,000.00	15,000.00	
Costos de capital					3,266,662.00
Amortización 20 años i=0.15 amortización lineal					602,372.40
Costo anual de operación					1,580,578.72
Costo Cierre/ año	14	Ha	6,000.00		84,000.00
Costos totales año					2,266,951.12
Tonelada por año	127	Ton	365	46,355.00	
Costo por tonelada US\$			48.90	48.90	
Costo US/día	127	Ton	48.90	6,210.82	
Costo anual				2,266,951.12	
Población servida Samaná	125,957	habitantes		125,957.00	
Costo/hab/año US\$				18.00	
Personas por vivienda 4				4.00	
Costo/vivienda/año US\$	31,489	Viviendas		71.99	
Costo/vivienda/mes US\$				6.00	
Costo/habitante/mes US\$				1.50	
Costo promedio comunidad US\$				2,266,951.12	
Costo en pesos / mes				6,611,940.76	
Costo operacional mes RD\$				4,610,021.26	
Costo /tonelada con carretera de 2.2 km				61.66	
Incremento				12.76	

Al incorporarse la carretera de 0.97km en el terreno visitado en Arroyo Barril, el costo por tonelada en la disposición final pasa de 48.9 US\$/ton a 54.47US\$/ton, representando un incremento de 11.4%

Cuadro No.22: Presupuesto, costos y amortización de tarifa – OPCION A					
Concepto	Cantidad	Unidad	PU US\$	Valor US\$	Subtotal US\$
<b>1. Costos de pre-inversión</b>					254,800.00
Estudios básicos y geotecnia del proyecto	14.00	Ha	7000	98,000.00	
Cartografía / geología	14.00	Ha	700	9,800.00	
Diseño de ingeniería	14.00	Ha	5000	70,000.00	
Costos del terreno / comunidad	14.00	Ha	4000	56,000.00	
Costo gestiones y apoyo administrativo	14.00	Ha	1500	21,000.00	
<b>2. Costo preparación del relleno</b>					3,011,862.00
Vías de acceso	0.95	Km	1,170,000.00	1,111,500.00	
Replanteo, limpieza	14	Ha	500	7,000.00	
Excavación manual en 20 años	2,000	M <sup>3</sup>	2.57	5,140.00	
Nivelación con fondo de tractor	140,000	M <sup>2</sup>	2.5	350,000.00	
Geomembrana y geotextil	158,196	M <sup>2</sup>	7	1,107,372.00	
Drenaje captación lixiviado	8,400	ml	25	210,000.00	
Drenaje pluvial perimetral	1,800	ml	30	54,000.00	
Canales y zanjas	0	M <sup>3</sup>	30	0.00	
Gravas y arenas en el fondo del relleno	56,000	M <sup>3</sup>	14	784,000.00	
Sistema de bombeo reciclado lixiviado y lluvias	5	M <sup>3</sup>	600	3,000.00	
Pozos monitoreo gas	5	Pozos	2,000	10,000.00	
Barrera arboles	2,000	ml	2.5	5,000.00	
Pozos captación gas	285	Unidades	150	42,750.00	
Costos red de captación biogás		ml	6.38	0.00	
Oficinas administrativas de balanzas	20	M <sup>2</sup>	200	4,000.00	
Sistema de pesaje -1 balanza	1	Balanza	30,000	30,000.00	
Comedor y baños	100	M <sup>2</sup>	200	20,000.00	
Instalación de taller garaje remodelación	50	M <sup>2</sup>	50	2,500.00	
Motor de combustión interna			50,000	0.00	
Red eléctrica	1	Km	100,000	100,000.00	
Verja perimetral en mallas	2,500	M <sup>2</sup>	105	262,500.00	
Agua potable	3		200	600.00	
<b>3. Costos operacionales año</b>					1,613,503.72
Personal instalación y administrativo	20	Personas	2,057.14	41,142.86	
Gastos generales de mantenimiento	1	Pa	90,355.86	90,355.86	
Operación y mantenimiento del equipo	1		1,384,080.00	1,384,080.00	
Alquileres de equipo	1		10,000.00	10,000.00	
Control ambiental monitoreo	1		40,000.00	40,000.00	
Servicios de ingeniería	1		15,000.00	15,000.00	
Costos de capital					4,364,162.00
Amortización 20 años i=0.15 amortización lineal					821,872.40
Costo anual de operación					1,613,503.72
Costo Cierre/ año	14	Ha	6,000.00	84,000.00	
Costos totales año					2,519,376.12
Tonelada por año	127	Ton	365	46,355.00	
Costo por tonelada US\$			54.35		
Costo US/día	127	Ton	54.35	6,902.45	
Costo anual				2,519,376.12	
Población servida Samaná	125,957	habitantes		125,957.00	
Costo/hab/año US\$				20.00	
Personas por vivienda 4				4.00	
Costo/vivienda/año US\$	31,489	Viviendas		80.01	
Costo/vivienda/mes US\$				6.67	
Costo/habitante/mes US\$				1.67	
Costo promedio comunidad US\$				2,519,376.12	
Costo en pesos / mes				7,348,180.34	
Costo operacional mes RD\$				4,708,052.21	

Cuadro No.23: Presupuesto, costos y amortización de tarifa – OPCION B					
Concepto	Cantidad	Unidad	PU US\$	Valor US\$	Subtotal US\$
<b>1. Costos de pre-inversión</b>					254,800.00
Estudios básicos y geotecnia del proyecto	14.00	Ha	7000	98,000.00	
Cartografía / geología	14.00	Ha	700	9,800.00	
Diseño de ingeniería	14.00	Ha	5000	70,000.00	
Costos del terreno / comunidad	14.00	Ha	4000	56,000.00	
Costo gestiones y apoyo administrativo	14.00	Ha	1500	21,000.00	
<b>2. Costo preparación del relleno</b>					3,313,762.00
Vías de acceso	0.27	Km	1,170,000.00	315,900.00	
Replanteo, limpieza	14	Ha	500	7,000.00	
Excavación manual en 20 años	2000	M <sup>3</sup>	2.57	5,140.00	
Nivelación con fondo de tractor	140,000	M <sup>2</sup>	2.5	350,000.00	
Geomembrana y geotextil	158,196	M <sup>2</sup>	7	1,107,372.00	
Drenaje captación lixiviado 8	8,400	ml	25	210,000.00	
Drenaje pluvial perimetral	1,800	ml	30	54,000.00	
Canales y zanjas	0	M <sup>3</sup>	30	0.00	
Gravas y arenas en el fondo del relleno	56,000	M <sup>3</sup>	14	784,000.00	
Sistema de bombeo reciclado lixiviado y lluvias	5	M <sup>3</sup>	600	3,000.00	
Pozos monitoreo gas	5	Pozos	2,000	10,000.00	
Barrera arboles	2,000	ml	2.5	5,000.00	
Pozos captación gas	285	Unidades	150	42,750.00	
Costos red de captación biogás		ml	6.38	0.00	
Oficinas administrativas de balanzas	20	M <sup>2</sup>	200	4,000.00	
Sistema de pesaje -1 balanza	1	Balanza	30,000	30,000.00	
Comedor y baños	100	M <sup>2</sup>	200	20,000.00	
Instalación de taller garaje remodelación	50	M <sup>2</sup>	50	2,500.00	
Motor de combustión interna			50,000	0.00	
Red eléctrica	1	Km	100,000	100,000.00	
Verja perimetral en mallas	2,500	M <sup>2</sup>	105	262,500.00	
Agua potable	3		200	600.00	
<b>3. Costos operacionales año</b>					1,589,635.72
Personal instalación y administrativo	20	Personas	2,057.14	41,142.86	
Gastos generales de mantenimiento	1	Pa	99,412.00	99,412.00	
Operación y mantenimiento del equipo	1		1,384,080.00	1,384,080.00	
Alquileres de equipo	1		10,000.00	10,000.00	
Control ambiental monitoreo	1		40,000.00	40,000.00	
Servicios de ingeniería	1		15,000.00	15,000.00	
<b>Costos de capital</b>					3,568,562.00
Amortización 20 años i=0.15 amortización lineal					662,752.40
Costo anual de operación					1,589,635.72
Costo Cierre/ año	14	Ha	6,000.00		84,000.00
Costos totales año					2,336,388.12
Tonelada por año	127	Ton	365	46,355.00	
Costo por tonelada US\$			50.40	50.40	
Costo US/día	127	Ton	50.40	6,210.82	
Costo anual				2,336,388.12	
Población servida Samaná	125,957	habitantes		125,957.00	
Costo/hab/año US\$				18.55	
Personas por vivienda 4				4.00	
Costo/vivienda/año US\$	31,489	Viviendas		74.20	
Costo/vivienda/mes US\$				6.18	
Costo/habitante/mes US\$				1.55	
Costo promedio comunidad US\$				2,336,388.12	
Costo en pesos / mes				6,814,465.34	
Costo operacional mes RD\$				4,636,437.51	

Cuadro No.24: Presupuesto, costos y amortización de tarifa – OPCION C					
Concepto	Cantidad	Unidad	PU US\$	Valor US\$	Subtotal US\$
<b>1. Costos de pre-inversión</b>					254,800.00
Estudios básicos y geotecnia del proyecto	14.00	Ha	7000	98,000.00	
Cartografía / geología	14.00	Ha	700	9,800.00	
Diseño de ingeniería	14.00	Ha	5000	70,000.00	
Costos del terreno / comunidad	14.00	Ha	4000	56,000.00	
Costo gestiones y apoyo administrativo	14.00	Ha	1500	21,000.00	
<b>2. Costo preparación del relleno</b>					3,360,562.00
Vías de acceso	0.31	Km	1,170,000.00	362,700.00	
Replanteo, limpieza	14	Ha	500	7,000.00	
Excavación manual en 20 años	2000	M <sup>3</sup>	2.57	5,140.00	
Nivelación con fondo de tractor	140,000	M <sup>2</sup>	2.5	350,000.00	
Geomembrana y geotextil	158,196	M <sup>2</sup>	7	1,107,372.00	
Drenaje captación lixiviado 8	8,400	ml	25	210,000.00	
Drenaje pluvial perimetral	1,800	ml	30	54,000.00	
Canales y zanjas	0	M <sup>3</sup>	30	0.00	
Gravas y arenas en el fondo del relleno	56,000	M <sup>3</sup>	14	784,000.00	
Sistema de bombeo reciclado lixiviado y lluvias	5	M <sup>3</sup>	600	3,000.00	
Pozos monitoreo gas	5	Pozos	2,000	10,000.00	
Barrera arboles	2,000	ml	2.5	5,000.00	
Pozos captación gas	285	Unidades	150	42,750.00	
Costos red de captación biogás		ml	6.38	0.00	
Oficinas administrativas de balanzas	20	M <sup>2</sup>	200	4,000.00	
Sistema de pesaje -1 balanza	1	Balanza	30,000	30,000.00	
Comedor y baños	100	M <sup>2</sup>	200	20,000.00	
Instalación de taller garaje remodelación	50	M <sup>2</sup>	50	2,500.00	
Motor de combustión interna			50,000	0.00	
Red eléctrica	1	Km	100,000	100,000.00	
Verja perimetral en mallas	2,500	M <sup>2</sup>	105	262,500.00	
Agua potable	3		200	600.00	
<b>3. Costos operacionales año</b>					1,589,635.72
Personal instalación y administrativo	20	Personas	2,057.14	41,142.86	
Gastos generales de mantenimiento	1	Pa	100,816.86	100,816.86	
Operación y mantenimiento del equipo	1		1,384,080.00	1,384,080.00	
Alquileres de equipo	1		10,000.00	10,000.00	
Control ambiental monitoreo	1		40,000.00	40,000.00	
Servicios de ingeniería	1		15,000.00	15,000.00	
Costos de capital					3,615,562.00
Amortización 20 años i=0.15 amortización lineal					662,112.40
Costo anual de operación					1,591,039.72
Costo Cierre/ año	14	Ha	6,000.00		84,000.00
Costos totales año					2,347,152.12
Tonelada por año	127	Ton	365	46,355.00	
Costo por tonelada US\$			50.63	50.63	
Costo US/día	127	Ton	50.63	6,430.55	
Costo anual				2,347,152.12	
Población servida Samaná	125,957	habitantes		125,957.00	
Costo/hab/año US\$				18.63	
Personas por vivienda 4				4.00	
Costo/vivienda/año US\$	31,489	Viviendas		74.54	
Costo/vivienda/mes US\$				6.21	
Costo/habitante/mes US\$				1.55	
Costo promedio comunidad US\$				2,347,152.12	
Costo en pesos / mes				6,845,860.34	
Costo operacional mes RD\$				4,640,532.51	

Los costos por tonelada de residuos en la disposición final en cada opción, reflejan la influencia de la construcción del acceso en cada caso., resultando que el valor unitario mas bajo corresponde donde se estimó la disposición sin la construcción de carretera, caso Majagual, y que sólo debe ser tomado como base.

Emplazamiento	US\$/ton	Preinversión US\$	Preparación terreno US\$	Operación US\$/ año	Amortización anual US\$/ año	Costo US\$/ año
Majagual	48.9	254,800.00	3,011,362.00	1,530,578.00	602,373.00	2,256,951.00
Opción A	54.37	254,800.00	4,132,762.00	1,614,205.00	821,872.00	2,519,376.00
Opción B	50.4	254,800.00	3,313,762.00	1,589,635.00	662,752.00	2,336,388.00
Opción C	50.6	254,800.00	3,360,562.00	1,591,039.00	672,112.00	2,347,152.00

En términos de inversión las opciones B y C resultan iguales; pero en términos de topografía, facilidades y de seguridad operativa **la opción B** es más conveniente. Se requiere profundizar con los estudios para la confección de los planos ejecutivos.

## 5.2 Inversión Institucional

La inversión institucional, contempla a) Consiste en la inversión para desarrollar la gerencia de la Empresa de Residuos de la Mancomunidad de Samaná; b) Fortalecimiento Institucional de la unidad de gestión ambiental en cada Ayuntamiento; c) Educación ambiental

### 5.2.1 Gerencia Mancomunidad.

La Mancomunidad de Samaná, requiere de la instalación de una oficina que desarrolle la gerencia del proyecto del Servicio de Aseo. En el Cuadro Inversión Gerencia Comunidad, se define el personal mínimo.

	Cantidad	Unidad	PU US\$/Mes	Valor US\$/año
Gerencia empresa				
Ingeniero gerente	12	Mes	1,000	12,000
Secretaria	12	Mes	300	3,600
Planificación y desarrollo	24	Mes	900	21,600
Administrador	12	Mes	850	10,200
Contador	12	Mes	600	7,200
Inspectores	24	Mes	550	13,200
Oficina	1	Lote	10,000	10,000
Mensajeros	24	Mes	300	7,200
Transporte	3	Unidad	30,000	90,000
<b>TOTAL</b>				<b>175,000</b>

En el cuadro anterior se indica la adquisición de tres camiones para la realización de los trabajos de inspección y control de proyecto.

### 5.2.2 Fortalecimiento Institucional Unidad Gestión en Municipios

La Unidad Ambiental de cada Municipio requiere ser fortalecida con personal calificado en los municipios de Samaná, Sánchez, las Terrenas y sus distritos. Estas unidades, estarán dirigidas por ingenieros ambientales o sanitarios. La unidad de Gestión Ambiental Municipal, tiene la responsabilidad de trazar las políticas de

protección ambiental y educación en sentido general, tal como está definida en la Ley 64-00 o en lo relacionado con los residuos sólidos. En el cuadro Fortalecimiento unidad de Gestión Ambiental. La cantidad de 48 hombres mes, significa que habrá un director de la unidad por cada Municipio durante los 12 meses del año, y así sucesivamente en los demás componentes.

<b>Cuadro 27: Fortalecimiento de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal</b>				
	Cantidad	Unidad	PU US\$/Mes	Valor US\$/año
Unidad de Gestión Ambiental				
Ingeniero ambiental / sanitario	48	Mes	1,000	48,000
Secretaria	48	Mes	300	14,400
Planificación y desarrollo	12	Mes	900	10,800
Educación	48	Mes	600	28,800
Inspectores	2448	Mes	550	26,400
Oficina	4	Lote	3,000	12,000
Transporte	4	Unidad	30,000	120,000
<b>TOTAL</b>				<b>260,400</b>

Se considera que sólo un profesional relacionado con la planificación y desarrollo, podrá atender toda la provincia, con el apoyo de inspectores, dotados de equipos de transporte.

### 5.2.3 Inversión en Educación u orientación ciudadana.

La inversión en educación está dirigida a la formación para el correcto manejo de los residuos sólidos, tanto domiciliarios, turísticos, como callejeros, residuos Marpol, Residuos especiales y al planteamiento de las estrategias para el cobro de los residuos, encaminando el servicio hacia la

<b>Cuadro 28 de Inversión en Orientación Ciudadana</b>				
	Cantidad	Unidad	PU US\$/Año	Valor US\$/año
Conferencias y charlas	30	Año	100	3,000
Conferencias en escuelas	30	Año	30	900
Orientación radial	52	Año	20	1,040
Brochoures	30000	Año	0.5	15,000
<b>Total</b>				<b>19,940</b>

auto sostenibilidad. Se estima un costo de US\$ 19,940 dólares por año, que puede ser obtenido mediante donación siempre y cuando se emprenda la gestión del servicio.

### 5.3 Análisis económico e inversión total

La inversión total comprende la inversión en el Relleno Sanitario Regional la inversión en la Recolección y la inversión en el fortalecimiento institucional. La inversión total considerando un enfoque integral, asciende a US \$ 11.76 Millones de dólares.

<b>Cuadro No.29 vida útil de instalaciones</b>		
Descripción	Cantidad	Unidad
Obras civiles	25	años
Equipos de bombeo	7	Años
Equipos operacionales	5	Años
Equipos camiones recolectores	10	Años
Mantenimiento obra civil	5	%
Mantenimiento equipo mecánico	5	%
Factor de Reserva	20	%

<b>Cuadro No. 30: Inversión total servicio de aseo en Samaná</b>					
Descripción	Cantidad	Unidad	Valor US\$/año	Valor US\$ opción	Solo disposición final US\$
Inversión disposición final	1	RS	2,266,951	2,266,951	2,266,951
Sistema de recolección cambiones, bolsas y contenedores	1	Compact	6,696,720	3,348,360	
Gerencia mancomunidad	1	Oficina	175,000	175,000	175,000
Unidad de Gestión Ambiental	1	Lote	2,604,000		
Orientación ciudadana	1	Paquete	19,940	19,940	19,940
<b>Total</b>			<b>11,762,611</b>	<b>5,810,251</b>	<b>2,461,891</b>

De considerar sólo la disposición final, con el reforzamiento institucional, la inversión alcanza US\$ 2.5millones de dólares, tal como se muestra en el cuadro Inversión Total Servicio de Aseo en Samaná.

## 6. TERMINOS DE REFERENCIAS

La solución del problema de la gestión de residuos en la provincia de Samaná contempla la aprobación por parte de la sociedad del punto de disposición final en el Majagual así como la aprobación de los Municipios, de los siguientes componentes.

1. Realización de la ingeniería de detalles del Relleno en Majagual.
2. Construcción y Operación del Relleno Sanitario Regional de baja densidad y producción de hasta 150 ton/día en el Majagual.
3. Sellado y Cierre de 15 basurales o vertederos a cielo abierto, representando una superficie de 20,000 Metros Cuadrados.
4. Equipamiento para realizar el transporte y recolección de los residuos de 120 ton/día. Al final del período de diseño.

### **Ingeniería de detalles de la disposición final.**

La disposición final de los residuos sólidos en Samaná, está prevista a realizarse en el Majagual en una superficie de 12 a 15 Hectáreas en terreno propiedad del Estado dominicano, partiendo del diseño conceptual, hasta tanto se realicen los trabajos de campo referentes a la mecánica de suelos, levantamientos topográficos, y tendencias de los asentamientos humanos. El relleno estará dotado de agua potable, energía eléctrica, laguna de evaporación, trazado de red de drenaje, oficinas, instalación de balanza de pesaje, instalaciones de lavado, talleres de mantenimiento y área de garaje entre otros. Las obras civiles previstas a realizarse, consisten en la preparación del fondo del relleno, suministrando y colocando una capa de arcilla que recibirá la geomembrana para garantizar la impermeabilidad. Se construirá una red de alcantarillado para el manejo del lixiviado así como una laguna de evaporación acompañada de un sistema de bombeo para recircular el lixiviado.

La operación de recepción y construcción de celdas, se irá haciendo por escenarios desde los tres metros hasta los 9 metros, altura máxima del relleno previsto. Al tiempo de ir construyendo las celdas se irán instalando los drenajes verticales del biogás. El perímetro del relleno será protegido preferiblemente con verja

metálica mallada. El ejecutor confeccionará los planos constructivos, con los detalles correspondientes, que permitan una supervisión integral.

**Alcance de la ingeniería.**

- Elaboración de los planos ejecutivos de la infraestructura hidráulica sanitaria. Sistema arquitectónico, mecánica de suelos, cálculos estructurales y sistema operacional.
- Definir área de recuperación de materiales y área de recepción de objetos de gran tamaño.

**Principales tareas.**

- Definir la estrategia constructiva en un plano donde se registren las celdas diarias y escenarios operacionales.
- Estudiar la posibilidad de zonificación del relleno, a fin de utilizar el criterio de Minado, para reducir el material de cobertura.
- Definir con la comunidad el uso futuro del relleno, partiendo del uso como área recreacional y educativa que fomente el reciclaje.

**Diseñar una celda para residuos hospitalarios.**

Elaboración de los presupuestos de inversión y economía del proyecto, definiendo el costo por tonelada de la disposición final.

**Productos esperados.**

1. Plano General de usos de suelo.
2. Plano sobre movimiento de tierra y banco de materiales.
3. Plano de red de drenaje, pluvial y de lixiviado.
4. Cálculo de taludes.
5. Plano de caminos permanentes y provisionales.
6. Plano de protección perimetral.
7. Plano de Sondeos. Clasificación de suelos.
8. Volumetría de materiales.
9. Plano de control ambiental.
10. Memoria técnica.

## **Anexos**

## **ANEXO 1: RESUMEN DE CALCULOS DE COSTOS EN PESOS DOMINICADOS DE SEIS ALTERNATIVAS DE DISPOSICION FINAL MEDIANTE RELENO SANITARIO**

- Datos Básicos
- Maquinaria y Equipos
- Precios Unitarios
- Salarios Personal
- Pre-Diseño
- Inversiones
- Operación y Mantenimiento
- Costos de Servicios de Capital

En este documento preliminar de Resumen de Cálculos de Costos se presenta a nivel de pre diseño la solución de la disposición final de los residuos sólidos de la provincia de Samaná, considerando seis alternativas en la versión de rellenos sanitarios, con el objetivo de crear las bases para seleccionar la estrategia de inversión más apropiada.

Cada alternativa es analizada partiendo de la población, con generación de 0.7 kg/hab/día incremento anual de 1%, con densidad en relleno variable y otros datos técnicos, que junto a la tasa de interés y relación peso dólar de 38.4 se registran en los datos básicos. Igual consideración se aplica para el caso de maquinarias y equipos a ser usados en cada alternativa. Todos los precios unitarios, desde el pre inversión hasta la determinación de los costos de ejecución se indican separadamente para cada alternativa. Es importante destacar que los salarios aplicados están afectados de las prestaciones de ley ascendente a 51.3% teniendo como salario base y rendimientos respectivos los estipulados en la industria de la construcción.

Con los datos obtenidos se procedió a calibrar el modelo GTZ para análisis de pre inversión en países de mediano desarrollo, resultando la matriz de inversiones, costos operacionales y costos de servicios de capital, para cada alternativa, con valores registrados en el Cuadro Resumen Alternativas Disposición final en Relleno Sanitario de Samaná. (Ver Cuadro en hoja siguiente).

- Alternativa No. 1: consiste en el diseño de un Relleno Sanitario Provincial para una población que en 20 años será de 130,000 habitantes.
- Alternativa No. 2: se refiere al diseño de un relleno para atender una población que en 20 años será de 50,000 habitantes, para satisfacer la demanda de 112 ton/día, combinando la construcción de otros rellenos de menor capacidad.
- Alternativa No.3: contempla la disposición final de los residuos sólidos para una población de hasta 30,000 habitantes.
- Alternativa No.4: plantea la construcción de un relleno sanitario para poblaciones de hasta 20,000 habitantes.
- Alternativa No. 5: considera un relleno sanitario para una población de 5,000 habitantes
- Alternativa No. 6: se desarrolla para una población de hasta 1000 habitantes.

Al adoptarse el criterio de menor costo unitario asociado con la calidad y menor riesgo ambiental para la disposición final, resulta que la Alternativa No.1 es la más económica con el valor de 19 US\$/TON, una Primera Inversión de 38.3 Millones de Pesos, un costo Operación y mantenimiento de 15.2 Millones de pesos.

**Resumen**

**Alternativas Disposición Final en Relleno Sanitario de Samaná**

	Unidad	Alternat. <b>1</b>	Alternat. <b>2</b>	Alternat. <b>3</b>	Alternat. <b>4</b>	Alternat. <b>5</b>	Alternat. <b>6</b>
Población	Hab.	107.840	40.977	24.586	16.391	4097	820
Población de diseño, t=20 años	Hab.	130.000	50.000	30.000	20.000	5.000	1.000
Producción de basura	Ton/día	112	29	17	11	3	1
Área de Relleno	Ha.	8	3	2	2	0,55	0,11
Costo/ton	\$US/ton	19	40	63	27	75	76
Personal	\$RD	2.330.900	2.330.900	2.330.900	873.525	873.525	563.125
1era. Inversión, año 1	\$RD	38.332.086	32.081.295	31.035.209	6.155.274	4.199.835	730.036
Operación y mantenimiento	\$RD	15.225.053	12.407.499	12.158.703	3.248.290	2.952.568	574.655
Costo servicio de capital	\$RD	-7.510.314	-5.373.702	-4.673.449	-982.985	-387.816	-63.727

Las tablas detalladas de cálculo detalladas para cada alternativa pueden ser proporcionadas según requerimiento.

**ANEXO 2: INFORME ENCUENTRO DE ALCALDES DE LA PROVINCIA SAMANÁ, PRESENTACIÓN, RESULTADO PRELIMINAR DE LA CONSULTORIA DISEÑO DE SOLUCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓIDOS MUNICIPALES, EN FECHA 17 DE ENERO, 2012.**

En el salón de reuniones del Ayuntamiento de Samaná con la participación de todos los alcaldes de la provincia de Samaná. El Ingeniero Castillo Tío, procedió a dar a conocer los resultados preliminares de la consultoría "Diseño de Soluciones Técnicas para la "Disposición Final de los Residuos Sólidos para la Provincia de Samaná"

Participantes:

PPA/INTEC: María Antonia Taveras,  
MINISTERIO AMBIENTE: Francisco Flores Chang,  
RESPONSABLE CONSULTORIA: Roberto Castillo Tío

**AYUNTAMIENTOS**

- 1- Erquidenio Balbuena Águeda (Alcalde de Las Galeras),
- 2- José Mercedes Martínez (Alcalde de Las Terrenas),
- 3- Raulín Ramón Paulino (Alcalde del Limón),
- 4- Luis Felipe Fermín Almonte (Alcalde de Arroyo Barril),
- 5- Melvin Ramírez (Alcalde de Sánchez),
- 6- Miguel Bezi (Alcalde de Samaná).

**OTROS PARTICIPANTES;**

- 1- Genaro Duran (Regidor de Las Galeras)
- 2- Fernando Vásquez de León (Enc. De UGAM, Las Galeras)
- 3- Cervantes Barba (Enc. De UGAM. Samaná)
- 4- Shirley Burgos Prada (Asesora UGAM, Samaná)

**Desarrollo del Encuentro:**

María Antonia Taveras, procedió a presentar al consultor Ing. Castillo Tío, que el objetivo de este encuentro es con la finalidad que conozcan los resultados de la consultoría realizada por este, siendo la mismo un aporte más del Programa de la USAID para la Protección Ambiental Municipal, con miras al fortalecimiento de la gestión ambiental de la provincia de Samaná, siendo esto posible gracias a las donaciones del pueblo de los Estados Unidos de Norteamérica. Ing. Francisco Flores Chang, agradeció a todos los alcaldes presente, sintiéndose complacido por estar todos los alcaldes de la provincia de Samaná, por lo que exhorta prestar atención a los resultados y recomendaciones dada en esta consultoría que van en beneficio de los recursos naturales de la provincia y la salud de los municipios.

Se realizó un auto presentación de los presentes y luego el Ing. Castillo Tío inicio su presentación hablando un poco de los antecedentes:

El Programa de la USAID para la Protección Ambiental, invitó mediante convocatoria para realizar la consultoría, resultando ganadora la empresa a la cual pertenece "Ingeniería Civil y Medio Ambiente", la cual resultó ser la institución ganadora. El objetivo de esta consultoría es la caracterización preliminar de los residuos sólidos, la identificación de los probables puntos de disposición final y un diseño conceptual para la elaboración de los términos de referencia del diseño constructivo. Por lo que estos conllevan realización de

diagnóstico integral de los componentes del sistema de manejo, recolección transporte, disposición final, tomando como unidad básica la tecnología de relleno sanitario. Factibilidad. Desarrollo de Factibilidad. Identificación de Impactos. Diseño básico del tipo de relleno para el lugar o lugares seleccionados e idea de costo de inversión.

La localización de un punto común para la instalación del relleno sanitario provincial, el centro de gravedad resultó ser Arroyo Barril, tomando en cuenta el tiempo y destino de función de la producción. En el camino surgió la información del Majagual en Sánchez, existe mina de caliche y en consenso podemos determinar la solución más viable en la ubicación del lugar, por lo que es importante visitarlo.

Todo es posible si hay voluntad, los demás es ingeniería solucionable y la mejor forma es mediante la creación de la mancomunidad entre los ayuntamientos que crea una empresa para estos fines de disposición final de los R.S.. La gestión y mantenimiento del vertedero tiene que ser de manera mancomunada y tener claro el costo operacional quien lo cubre, ya que su presupuesto no alcanza para esto.

Francisco Flores Chang. El presidente de la República ha preguntado al Ministro en varias ocasiones en que esta la solución de los residuos sólidos en Samaná, por lo que, si conseguimos el lugar apropiado vamos a presentar el proyecto al gobierno para la solución de este problema. El Ministro va a llevar al gobierno, luego todos los alcaldes, empresarios para resolver el problema de tal forma que no se asusten porque los costos aquí presentado sean muy alto.

El Ministerio tiene un proyecto de Basura Cero y pensamos en este año sanear los vertederos ubicados en el Río Yuma, Rico Camú para así evitar la contaminación de la Bahía.

Shirley Burgos Asesora UGAM, pregunta al ing. Castillo que no vio el material de cobertura, este contesta 640 m<sup>2</sup>, este se puede convertir en un problema si no existe. 350 mil metros 3 de arcillas es lo que tenemos disponible.

Shirley. El material de permeabilización. Castillo: Si solo hay arcilla se puede usar, también se puede usar material de construcción, agregados.

José Alexis Mercedes. Hemos hechos reuniones con inversionistas para resolver el asunto de la basura, a los fines de cómo podemos producir energía a través de esta. Ahora yo me pregunto y porque no van a Duquesa, que existen miles y miles de toneladas de basuras.

Castillo: lo que pasa es que en Duquesa existen muchos problemas legales e internos y la firma con la CDE no está clara, además ni siquiera tiene título, toda vez que es una concesión de CEA. Es bueno implementar el tratado de Kioto con los bonos de carbonos y quemarlos, la producción de biogás y quemarlo.

Flores: el tema es que ustedes pueden aprovechar el 40 % para reciclar que redundará en beneficio económico para la provincia

Al cierre de la presentación los alcaldes dieron sus opiniones al respecto:

José Mercedes de Las Terrenas.

Esto requiere un costo adicional, pero estamos de acuerdo en desarrollar la provincia y en formal la mancomunidad por lo que el lugar ya sea en arroyo barril o en otros lugar para ubicar el vertedero común es saludable para la provincia en sentido general.

Luis Felipe Fermín. Debemos estar positivo y sacar provecho de la basura, formar la mancomunidad para la disposición de la basura y en relación a que sea en arroyo barril el lugar de disposición no tengo objeción.

Arquímedes Balbuena. De mi parte estoy de acuerdo con lo aquí planteado, solo que tomen en cuenta que pagamos 200 mil pesos por la recolección de la basura, sin beneficio. En ese sentido Flores indica que si hay beneficio al ambiente, a todos los municipios de Samaná, se evitan los vectores que producen muchos daños a la salud, por lo que disminuye el costo de la salud, mayor limpieza de los lugares. También Bezi dice en ese sentido esta esperando un informe que indica como a mejorado la salud de los municipios de Samaná, después de algunas disposiciones favorables del vertedero.

Melvin Ramírez, lamento llegar tarde a la reunión, Siento que Samaná tiene una oportunidad de aprovechar las recomendaciones dada en el día de hoy, por lo que cada municipio debe asumir sus responsabilidad y que el Ministerio sepa que debe apoyarnos en este sentido para no disminuir la capacidad de proteger a la municipalidad, por lo que contamos con él.

Miguel Bezi. Es una obligación tener que dar este paso, Samaná vive del Turismo y este es salud, si queremos seguir hacia adelante debemos tener una ciudad limpia. Asi que estamos de acuerdo en escoger el lugar más conveniente.

Raulin Ramón Paulino. Tenemos que aprovechar el apoyo técnico que nos dan y formal la mancomunidad sin perder tiempo, ya que no podemos hacerlo de manera individual, y apoyar las sugerencias, el lugar para la disposición final me parece bien que sea Arroyo Barril, ya que este es un punto estratégico para todos.

Compromisos:

- Los Alcaldes de Sanchez y Arroyo Barril acordaron visitar el lugar de arroyo Barril y Majagual, ya que no fue posible subir, toda vez que estaba lloviendo, para luego comunicarse con el Consultor.
- Consultor enviara coordenada del lugar al alcalde de Sánchez a su correo computado@hotmail.com
- Elaborar documentos entre todos los alcaldes para establecer la mancomunidad de gestión provincial para la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Preparado Por:

María Antonia Taveras.

En fecha 12 de Febrero del 2012 se efectuó la visita de reconocimiento a los terrenos localizados en Arroyo Barril, donde se localiza el punto No.1 para la Alternativa No.1 de Disposición final del Relleno Regional. La reunión fue coordinada con una semana de anticipación con el Alcalde de Arroyo Barril, quien asumió el compromiso de coordinar al Alcalde de Sánchez, quien causas de su trabajo no pudo participar.

El terreno en cota... con una superficie de 1996 Tareas, es ocupado desde hace mas de 50 años por las familias Genaro García y Félix Miguel. Estos terrenos están registrado bajo el Título no reclamado No.1841 y luego asignados mediante cartas, a las familias ya citadas.

Participaron en la visita los colaboradores del Alcalde, listados a continuación y personal de la firma ingeniería Civil y del Medio Ambiente SRL.

Personal en visita del 12 de Febrero a terrenos en Arroyo Barril.

El lugar en cuestión se encuentra a 2.5 km al Norte del Aeropuerto de Arroyo Barril, a 12 kilómetros de Samaná y a 24 km de Sánchez, en COTA..., con superficie de 1996 Tareas, equivalentes a 125.55 Ha es decir 1 255, 484 Metros Cuadrados. La topografía de los mismos es ligeramente ondulada, con buen drenaje y vegetación típica de la zona, con suelos aptos para siembra de frutos menores, notándose la producción de yuca, ñame, guandules, naranjas, cocoteros entre otros.

A 3kilómetros al norte de los terrenos indicados, se encuentran la carretera Samaná – El Limón con suficiente disponibilidad de terreno para alternativas de localización del punto de emplazamiento.

Los terrenos están ocupados desde hace mas de 50 años por las familias Genaro García y Félix Miguel; existiendo un Título no reclamado el No.1841.

Se requiere realizar los estudios para la construcción del acceso, mediante una carretera de dos carriles para tránsito pesado con longitud de 2 Kilómetros y la red de caminos interiores.

El costo por kilómetro de una carretea es del orden de 2.2 Millones de dólares y el de camino de 0.4 Millones de dólares /kilómetro en condiciones normales. Estos montos reflejan que la construcción del punto de vertido se convierte en infraestructura para el desarrollo de una amplia zona desde el momento que se cuente con el acceso desde la carretera a Samaná.

Indicadores de costos de carreteras y caminos en US\$

La inversión en la carretera resulta indispensable. La inversión en los caminos es para garantizar el servicio en el interior del emplazamiento de la disposición final.

Ing. Roberto Castillo Tió.

Anexo 3: Fotos



